POLITECNICO
DI TORINO
COLLEGGIO DI ARHITETTURA
Corso di laurea magistrale in Architettura del Progetto Sostenibile

TESI di LAUREA MAGISTRALE

"Fibre naturali e sostenibilità".
L'utilizzo delle fibre di canna plaustre per una tecnologia innovativa nel riedificamento del Centro d'incontro per anziani di via Vipacco.

relatore
Prof. Orio De Paoli

co-relatrice
Prof. ssa Danila Voghera

candidati
Francesco Gini
Fabrizio Piva

Sessione di Laurea
Luglio 2019

INDICE

1. INTRODUZIONE

1.1 OBIETTIVI
1.2 ABSTRACT

2. I VIAGGI

RISERVA NATURALE BIVIERE
ZOPPITELLI S.r.l.
AGRINDUSTRIA TECCO S.r.l.
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA Dip. Architettura
L.A.C.E.P.

3. SCHEMA E COLLABORAZIONI

3.1 TRA INTERCONNESSIONI E COLLABORAZIONI, UN PIANO DI PROGETTO
3.2 GLI ENTI COLLABORANTI
(Incontro con Agrindustria Tecco, incontro con L.a.c.e.p. incontro con fornace Carena)

4. LA PIANTA

4.1 LA CANNA PALUSTRE

4.2 UNA DIMOSTRAZIONE DI COLTIVAZIONE IN FAMIGLIA (piante graminacee)
4.2.1 LA PREPARAZIONE DEL TERRENO
4.2.2 TRAPIANTO E CURA DEL PRIMO ANNO
4.2.3 DUE ANN DI ASSISTENZA
4.2.4 LA RACCOLTA

4.3 PALUDICOLTURA
4.3.1 INTERRAMENTO DEI CANNETI
4.3.2 LE MINACCE
4.3.3 FITODEPURAZIONE
4.3.4 UNA RISORSA IMPORTANTE, LA LIGNINA

4.4 POSSIBILE COLTIVAZIONE INTENSIVA

4.5 SITI GEOGRAFICI CON PRESENZA DI MATERIALE
4.5.1 AREE UMIDE IN PIEMONTE CON CARTOGRAFIA "ARPA"
4.5.2 MAPPATURA AREE CON CANNA PALUSTRE IN PIEMONTE

4.6 LA BIOMASSA E LE SUE POTENZIALITA'

5 USI IN EDILIZIA

5.1 POTENZIALITA' COSTRUTTIVE
5.1.1 UN PO' DI STORIA
5.1.2 UN PO' DI CONTEMPORANEITA'
5.1.3 MANUTENZIONE E DURABILITA'
5.1.4 SPECIFICHE TECNICHE DEL MATERIALE
5.1.5 SICUREZZA ANTINCENDIO
5.1.6 PRESTAZIONI ACUSTICHE
5.1.7 BASSI IMPATTI EMISSIVI
5.1.8 PROVE DI LABORATORIO
(CMR Lab e ILAC Mra, verifica delle pres tazioni termoigrometriche con canna palustre)

6 PRIMA FASE DI SPERIMENTAZIONE

6.1 LA SFIBRATURA
6.1.1 I MACCHINARI E LE TECNICHE PER LA SFIBRATURA
6.1.2 SFIBRATORE A TAMBURO
6.1.3 VAGLIO MECCANICO VIBRANTE

6.2 PROVINO N. 1
6.2.1 PROVE DI PRESSATURA

7 SECONDA FASE DI SPERIMENTAZIONE

7.1 IL BIOMATTONE
7.1.1 PROVA N.1
7.1.2 PROVA N.2
7.1.3 PROVA N.3
7.1.4 PROVA N.4
7.1.5 PROVA N.5

7.2 RIASSUNTO DELLE PROVE IN TABELLA

8 TERZA FASE DI SPERIMENTAZIONE

8.1 TEST DI COMPRESSIONE FORNACE CARENA

9 ANALISI URBANA

9.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE
9.1.1 LA CIRCOSCRIZIONE E I QUARTIERI

9.2 IL LOTTO D'INTERVENTO

9.3 TESSUTO URBANO

9.4 INTERVENTI FUTURI NEL LOTTO
9.4.1 ALTEZZE EDIFICI E CRITICITA'

9.5 STUDIO DELLA LUCE SOLARE
9.5.1 OMBRE ED OSTRUZIONI

9.6 SIMULAZIONE PERCORSO SOLARE

9.7 INCENDIO VIA VIPACCO
9.7.1 PHOTOGALLERY DEL CENTRO DOPO L'INCENDIO

10 CASO STUDIO

10.1 INCENDIO VIA VIPACCO
10.1.1 PHOTOGALLERY DEL CENTRO DOPO L'INCENDIO

10.2 UN NUOVO CENTRO D'INCONTRO PER VIA VIPACCO

10.3 PROGETTO EX NOVO

10.4 CONCEPT DI PROGETTO

10.5 IL MASTERPLAN

10.6 PIANTA DEL CENTRO D'INCONTRO
10.6.1 LE FUNZIONI

10.7 LA TECNOLOGIA
10.7.1 UNO SPUNTO PROGETTUALE:IL MAACC
10.7.2 BIO-MATTONE DI CALCE E CANNA PALUSTRE
10.7.3 SISTEMA A TELAIO SUTEKI
10.7.4 TECNOSUGHERI
10.7.5 CANNICIATO IN CANNA PALUSTRE
10.7.6 LA STRUTTURA
10.7.7 ESPLOSO ASSONOMETRICO INVOLUCRO OPACO
10.7.8 SEZIONI E PIANTA TECNOLOGICA
10.7.9 ELABORATI GRAFICI: LESEZIONI ARCHITETTONICHE
10.7.10 PROSPETTI

10.8 SUGGESTIONI DEL PROGETTO

11 CONCLUSIONI

INTRODUZIONE

Oggi il settore delle costruzioni è uno dei maggiori responsabili del cambiamento climatico in quanto esso rappresenta un terzo dell'emissione di gas a effetto serra a livello globale. La scelta dei materiali con cui vengono costruiti o ristrutturati gli edifici gioca un ruolo fondamentale nel tentativo di diminuire tali emissioni. Questa deve essere necessariamente indirizzata considerando il totale ciclo di vita dei materiali, dalle fasi di produzione, gestazione fino alla dismissione degli stessi.
Attraverso questa premessa abbiamo deciso di intraprendere un percorso di tesi incentrato sulla sperimentazione e sulla ricerca delle potenzialità costruttive della canna palustre, il cui fine ultimo è quello di giungere alla definizione del pacchetto tecnologico che andrà a costituire l'involucro del nostro caso studio, un edificio a destinazione d'uso pubblico, più precisamente un centro d'incontro, situato nella periferia della città di Torino.
L'intero percorso è basato su quattro macrotemi che concorrono alla definizione del nostro obiettivo principale ovvero la volontà di voler coadiuvare la scelta di un materiale naturale per l'edilizia e la possibilità di poter sperimentare, attraverso la collaborazione con aziende, un'idea preliminare di innovazione tecnologica per nuove stratigrafie architettoniche.
La grande sfida della tesi risulta essere quella di riuscire a proporre un modello di edilizia sostenibile che si avvalga di mezzi naturali, a discapito delle comuni usanze di pratica edilizia, all'interno di un contesto cittadino.
Studiando inoltre l'economia del costruito, parallelamente ai caratteri fisico-tecnici del materiale, ci prospettiamo di dimostrare attraverso i risultati ottenuti, come l'evoluzione e il miglioramento delle tecnologie architettoniche, se ottenuti attraverso un uso consapevole delle risorse presenti in natura, possono davvero essere un modo per ottenere risultati che tendano ad avvalorare il concetto di sostenibilità in tutti i suoi campi d'azione.
Affrontando le tematiche legate agli aspetti propri del vegetale si riesce a delineare un quadro preciso sulle ripercussioni che questo ha sull'ecosistema e quali aspetti devono essere presi in considerazione per avviare una sua ipotetica coltivazione al fine di tutelare e gestire il territorio nazionale.
Affrontando le tematiche legate agli aspetti propri del vegetale si riesce a delineare un quadro preciso sulle ripercussioni che questo ha sull'ecosistema e quali aspetti devono essere presi in considerazione per avviare una sua ipotetica coltivazione al fine di tutelare e gestire il territorio nazionale.
Nel terzo capitolo viene verificata e analizzata la presenza di aziende sul territorio italiano che lavorano e producono semi-lavorati o prodotti finiti derivati della canna palustre. Da questo, ne deriva il tentativo di definire un piano per creare una rete di collaborazioni che possano permettere l'attivazione di filiere di produzione del materiale e che tentino di accrescere la conoscenza legata alle sue potenzialità in ambito edilizio e non solo.
Il sesto capitolo è legato alla fase di sperimentazione che affonda le sue radici a partire dalla collaborazione stretta con l'azienda Agrindutria Tecco di Cuneo, che avvalendosi dell'esperienza maturata nel tempo rispetto alla trasformazione di elementi reperibili in natura per produrre semi-lavorati, ha reagito positivamente alla nostra intenzione di voler attuare un processo di sfibratura della canna palustre, al fine di trovarne una collocazione ad uso edilizio.
L'aspetto sperimentale del nostro lavoro nasce rispetto ad un'intuizione pervenutaci durante il periodo estivo, più precisamente dopo un viaggio in Sicilia, nel quale abbiamo avuto modo di carpire alcuni aspetti legati al degrado geografico rispetto alla presenza infestante della canna palustre.
Da questa realtà, sono altresì emersi aspetti molto intriganti nei riguardi di questo elemento naturale che invece di destare in noi totale indifferenza, ha scaturito quella volontà che porta un giovane architetto a vedere qualcosa di estremamente potenziale laddove altri vedono solo un insorgere di problematiche alle quali spesso non si vuole far fronte.
Infine la tesi si concentra sulla progettazione del caso studio evidenziando le fasi che hanno permesso di giungere alla definizione del progetto ponendo l'accento sulle scelte tecnologiche e sull'analisi dei benefici, legati ai costi di costruzione, derivanti dall'utilizzo della canna palustre come materiale da costruzione.

ABSTRACT

Il settore delle costruzioni è uno dei maggiori responsabili del cambiamento climatico, in quanto rappresenta un terzo dell'emissione di gas a effetto serra a livello globale. La scelta dei materiali con cui vengono costruiti o ristrutturati gli edifici gioca un ruolo fondamentale nel tentativo di diminuire tali emissioni. Tale scelta deve essere necessariamente indirizzata considerando il totale ciclo di vita dei materiali, dalla produzione alla dismissione degli stessi.
Abbiamo deciso dunque di intraprendere nel percorso di tesi un lavoro di sperimentazione e ricerca relativo alle potenzialità costruttive della canna palustre, il cui fine ultimo risulta essere la definizione dell'elemento di massa che andrà a costituire una delle componenti stratigrafiche del nostro caso studio.
L'intero percorso è costruito con il fine di perseguire il nostro obiettivo principale, ovvero la volontà di voler coadiuvare la scelta di un materiale naturale per l'edilizia e la possibilità di poter sperimentare, attraverso la collaborazione con aziende, un'idea preliminare di innovazione relativa alle tecnologie architettoniche. La grande sfida della tesi è dunque quella di riuscire a proporre un modello di edilizia sostenibile che si avvalga di mezzi naturali, a discapito delle comuni usanze di pratica edilizia, all'interno di un contesto cittadino attraverso la definizione di un progetto architettonico atto alla ricostruzione di un edificio a destinazione pubblica, più precisamente un centro di incontro situato all'interno del tessuto urbano torinese.
Il progetto ha la finalità di ricostruire dal punto di vista architettonico e sociale l'edificio e riconsegnarlo alla città attraverso l'utilizzo di tecnologie architettoniche sostenibili a basso impatto ambientale. Le attività ripristinate dal centro andrebbero così a rappresentare nuovamente un servizio aggiuntivo per la città, restituendo vita ad un luogo rappresentativo dal punto di vista civico e civile fortemente radicato all'interno della vita di quartiere.

OBIETTIVI

"**Confrontarsi al giorno d'oggi, con problematiche che fanno della natura uno dei mezzi mediante il quale si cercano soluzioni, ci pone in una posizione di grande sfida...in quanto, progettisti dello spazio, dobbiamo trovare il modo di far di nuovo nostri gli insegnamenti passati, in un mondo che sempre più si proietta ad utilizzare la tecnologia digitale come vero e forse, unico mezzo di miglioramento per l'uomo**."

Questa è stata la riflessione enunciata da Giuseppe Tecco, titolare dell'azienda Agrindustria con sede a Cuneo, nel nostro primo incontro, il quale ha tenuto a precisare come nel suo lavoro, le soluzioni alle problematiche aziendali vengano, nella maggior parte dei casi, risolte quasi in maniera passiva grazie alla mera osservazione della natura e delle sue azioni.

Il lavoro di tesi è partito inconsapevolmente dall'assimilazione di questo concetto.

Guardare nel dettaglio, volgendo lo sguardo al comportamento quotidiano delle materie naturali, può far nascere la consapevolezza in un progettista, di come un'intuizione può portare a grandi scoperte.

Partendo da questo presupposto sono stati prefissati gli obiettivi da perseguire una volta ultimato il lavoro.

Uno su tutti, è riuscire a inserire a livello empirico, prima ancora che fisico, un progetto che sfidi il modus operandi di realizzare edifici nella città di Torino, distaccandosi dalla giungla di cemento odierna per promuovere e valorizzare architetture che sono composte nella loro tecnologia da elementi naturali. Per raggiungere questo obiettivo si cerca di arrivare, attraverso la sperimentazione, ad una composizione stratigrafica di elementi per l'edilizia che costituiscano un pacchetto tecnologico rispettoso delle normative e marcature CE vigenti in Europa. Questo perché la volontà futura stanel provare ad inserire nel mercato edilizio, prodotti nuovi e interamente fatti di materia proveniente la natura, che riescono a soddisfare requisiti fisico tecnici e strutturali, per sostituire ad oggi prodotti per l'edilizia che inquinano e sono economicamente svantaggiosi rispetto la loro durabilità nel tempo. L'elemento principale su cui verte l'intero processo sperimentale è la fibra di canna palustre, le cui potenzialità ancora in parte sconosciute verranno successivamente implementate dall'utilizzo di altri materiali naturali, come leganti, per l'ottenimento di un prodotto ad emissioni uguali o vicine allo zero.

Una tappa importante del percorso di tesi è la collaborazione attiva con la Circoscrizione 3 del comune torinese, in particolare con la presidente Francesca Troise, in quanto essa gestisce le decisioni che ricadono sul territorio delimitato di cui fa parte il lotto su cui andiamo ad intervenire in fase di progettazione.

È possibile in questo modo riuscire a coinvolgere gli abitanti che vivono il quartiere e che sono stati privati di una parte importante della loro quotidianità.

Il traguardo che ci poniamo è quello di riuscire a far loro comprendere i vantaggi derivanti dalla scelta di indirizzare la progettazione utilizzando materiali naturali, aumentando così la consapevolezza e la sensibilità verso questo tipo di approccio, possibile anche all'interno di un paesaggio urbano fortemente investito da una malsana edilizia improntata sull'utilizzo di materiali non sostenibili il cui fine principale è stato, e purtroppo continua ad essere, il costruire fine a se stesso.

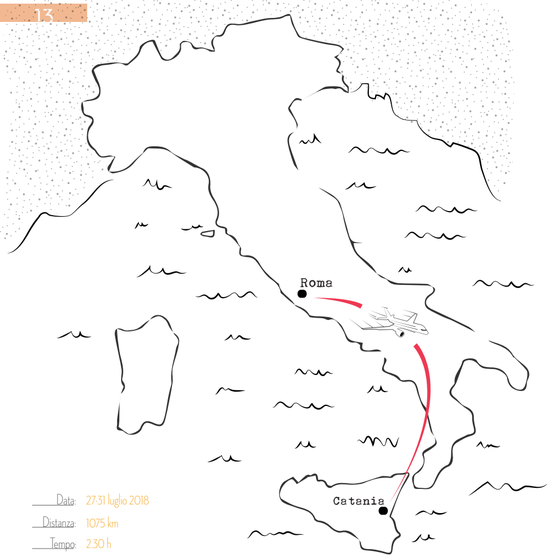
La partecipazione di un ente pubblico ci pone di fronte anche ad un'altra sfida ovvero quella di pensare alla progettazione avvalendosi e definendo un computo estimativo che analizzerà i benefici che deriveranno dalla scelta di utilizzare tecnologie sostenibili a discapito di quelle abitualmente adottate nella realizzazione dei fabbricati urbani.

I VIAGGI

RISERVA NTURALE ORIENTATA BIVIERE DI GELA

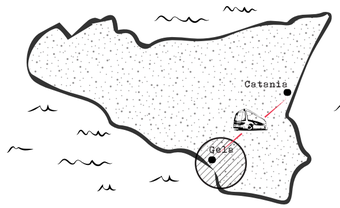
Spinti dalla volontà di lavorare sulla tesi usando materiali naturali, durante una telefonata intorno a metà giugno del 2018, con un nostro vecchio collega di facoltà, oramai architetto, ci è stata presentata un'idea su cui poter lavorare. Questo ex-studente del Politecnico ha ritenuto importante mostrarci come, in molte aree della Sicilia, vi era un completo abbandono delle coltivazioni della canna palustre, che di contro, minava la sicurezza di alcuni terreni perchè una volta troppo matura la pianta, durante l'estate era causa scatenante di grossi incendi. Se non altro alcune di queste aree, per volere di enti dediti al controllo e alla tuela dell'ambiente, sono state messe in salvaguardia per una principale questione: aiutare l'ecosistema a non morire. Siamo dunque andati fisicamente in Sicilia, nei pressi di Gela, a vedere la riserva naturale del lago Biviere, per farci un idea più concreta riguardo come questa pianta cresca in quel territorio e caprirne alcuni aspetti caratteristici. Da lì siamo passati alla valutazione di questo materiale rispetto ad un uso in architettura, poichè entrambe non eravamo troppo ferrati sull'argomento e su quanto effettivamente la pianta è potenzialmente utile allo scopo, soltanto pensando alla parte tecnologica di stratigrafia muraria per un fabbricato.

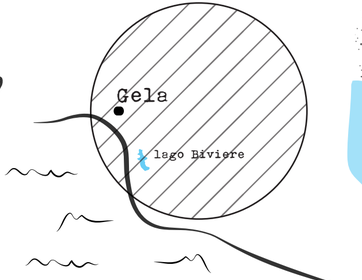
Inoltre ci è stato detto da ex-coltivatori quanto la canna palustre sia una pianta graminacea con poteri decisamente superiori alla media delle piante utilizzate anche per il semplice artigianato. Constatando dunque l'effettiva potenzialità del materiale siamo tornati da questo viaggio con la certezza di voler sviluppare un modello di tesi che avesse come protagonista, in tecnologia, la canna palustre.

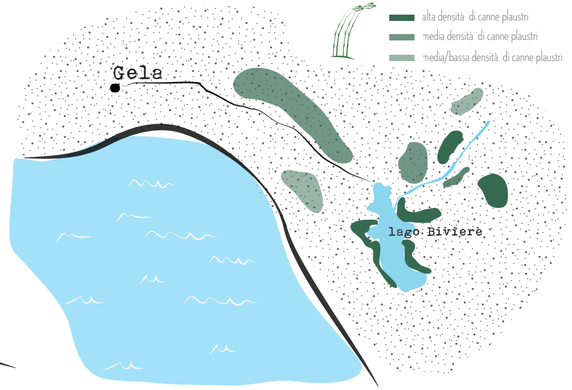


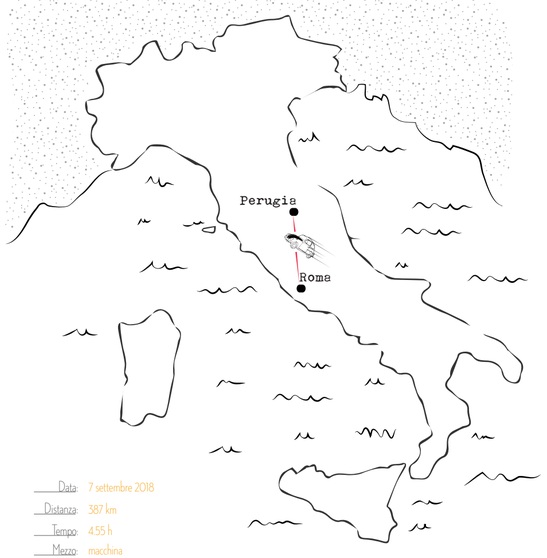
Data: 27-31 luglio 2018
Distanza: 1075 km
Tempo: 2.30 h
Mezzo: aereo, bus e macchina

AREE GEOGRAFICHE CON PRESENZA DI CANNE PALUSTRI

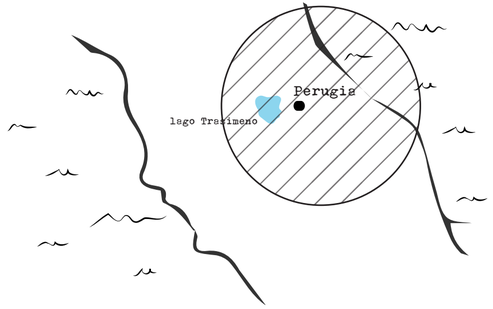








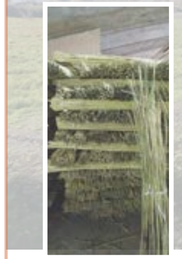
Data: 7 settembre 2018
Distanza: 387 km
Tempo: 4.55 h
Mezzo: macchina

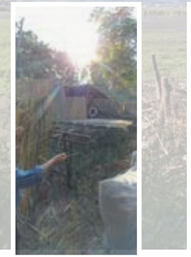


ZOPPITELLI lavorazione canna palustre

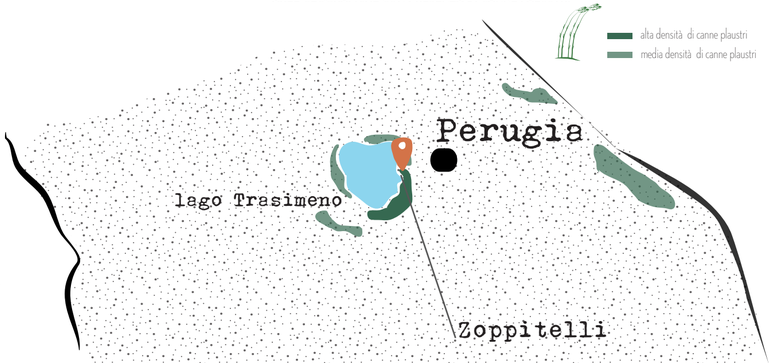
Decisi, dunque, a capire di più a proposito del materiale, abbiamo iniziato a vedere in biblioteca e su internet quali fossero ancora le aziende che sul territorio italiano sono ancora dedite alla lavorazione di questo materiale. Tra le poche rimaste, ci siamo imbattuti in una piccola azienda portata avanti da piu di 45 anni da un signore chiamato Orlando Zoppitelli, che sulla carta pare sia il soggetto più anziano a continuare a lavorare con questo materiale sulla sponde del Lago Trasimeno. Lui ci ha mostrato parte delle lavorazioni tipiche tradizionali porta avanti e quali sono i nuovi lavori di artigianato che propone al pubblico. Ci ha inoltre dato molte informazioni riguardo alla coltivazione e alla rendita sul terreno che da la canna palustre, focalizzandosi su quanto questa materia della natura sia perfetta per tenere i terreni il più possibili morbidi e umidi per coltivare nelle eventualità altro genere di piante per uso alimentare umano.

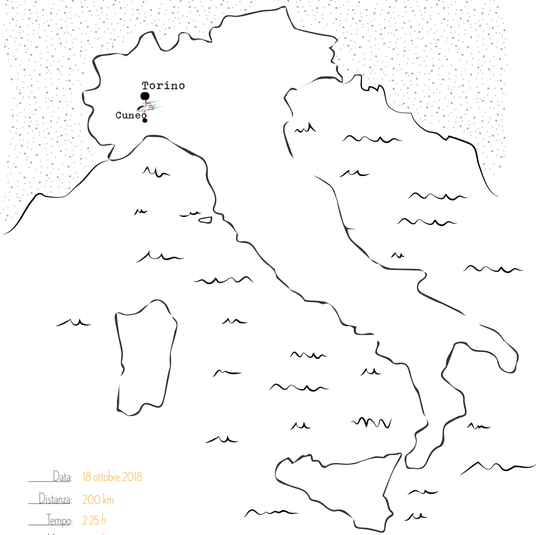
Sono stai affrontati importanti temi con questo signore; ad esempio l'economicità della pianta una volta tagliata e pronta per essere utilizzata come stuio o come materiale per le coperture delle case, che può variare dai 6 ai 12 max euro al mq. E ancora, come a seconda delle diverse qualità della pianta si possano creare oggetti per i più disparati scopi, poichè di questa pianta non si butta via quasi nulla, anzi viene utilizzata per il 90% del suo fusto. Purtroppo da questo incontro è sorto anche un grande problema che attualmente non viene ritenuto tale: ovvero la difficoltà di avere un mercato dove questa pianta possa essere utilizzata, visto che dall'avvento dell'industria si preferisce comperare oggetti anche per la vita quotidiana, derivati dal petrolio.





AREE GEOGRAFICHE CON PRESENZA DI CANNE PALUSTRI

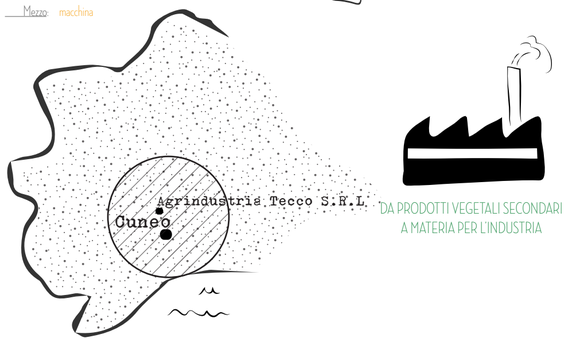




Data: 18 ottobre 2018
Distanza: 200 km
Tempo: 2.25 h
Mezzo: macchina

AGRINDUSTRIA TECCO s.r.l.

Giungendo alla conclusione che questi viaggi erano stati realmente utili alla costruzione di un'idea di tesi, abbiamo cercato nel Piemontese chi avrebbe accolto questa nostra intuizione sul materiale per provare a tirar fuori qualcosa di nuovo in visione meramente progettuale e tecnica. Fu così che trovammo in Tecco il collaboratore ideale. Perchè con la sua azienda "Agrindustria" con sede a Cuneo, da anni promuove l'utilizzo della natura per avviare a processi industriali. Bio che sensibilizzino le persone a vedere la sostenibilità come una macchina che può salvaguardare l'ambiente e accrescere culturalmente l'uomo. Nella sua attività, Giuseppe Tecco trasforma materie naturali in semilavorati che verranno fruiti in altri campi della tecnologia innovativa e sperimentale da terzi. La passione con cui porta avanti questo lavoro da vent'anni ci ha affascinato e allo stesso tempo ci ha messo in stretto contatto con quelle che sono alcune materie vegetali di uso quotidiano dal potenziale enorme. Ci ha gentilmente fatto avere un appuntamento nella sua azienda e fatto vedere i vari macchinari con cui trasforma i materiali per far emerge in noi la curiosità di stringere rapporti in una collaborazione per ottenere qualche risultato dall'utilizzo della canna palustre. Considerando la quantità di semilavorati che produce giornalmente, ci ha spiegato come avesse realizzato una filiera basata su di un'economia circolare, ovvero utilizzando gli scarti delle materie vegetali come pellet per la combustione dei macchinari utilizzati, e adottando sistemi di energia rinnovabile per garantire la massima efficenza e la minima spesa annua sul fabbisogno di elettricità producendo 30 GW annui, sui 40 GW spesi. Questo gli consente di ottenere grandi risultati rispetto ai costi di gestione che ci sono dietro questa azienda, riuscendo principalmente ad ammortizzare i costi di manutenzione delle macchine opertatrici. L'etica con cui da anni porta avanti questo lavoro ci è sembrata esemplare, perchè per ottenere dei risultati convincenti con la natura bisogna pazientare ed avere a cuore un sistema di fattori e cicli di vita delle materie, che solo chi ha voglia di vedere coronato un desiderio come questo, alla fine riesce a gioirne veramente. Rispetto poi alla canna palustre, il sing. Tecco ha mostrato vero interesse fin da subito, considerando l'idea di supportare anche la nostra idea preliminare di sperimentare l'uso di questa pianta utilizzandone le fibre.

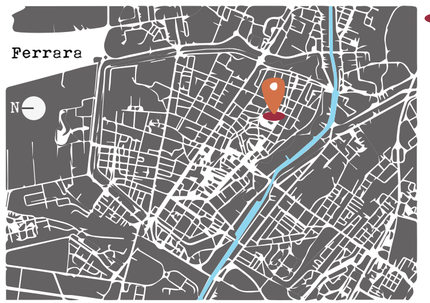


DA PRODOTTI VEGETALI SECONDARI
A MATERIA PER L'INDUSTRIA

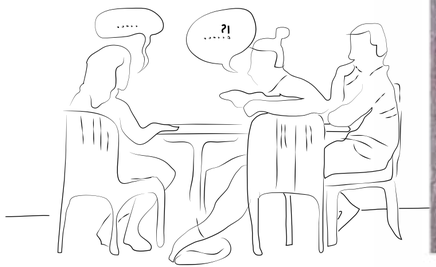
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI FERRARA dip. Architettura

Un altro importante passo da conseguire, al fine di poter approfondire maggiormente il nostro studio era individuare qualcuno che in architettura in Italia era addentro questa tematica.
Siamo riusciti a sprire che ad oggi una docente del Dipartimento di Architettura di Ferrara, nello specifico del dipartimento di tecnologia, ha scritto, forse, l'unico libro riguardante la canna palustre ed i suoi utilizzi nel tempo; la professoressa Michela Toni.
Cosicchè, una volta preso appuntamento con la suddetta, ci siamo messi in viaggio per andare a Ferrara a discutere l'argomento di tesi che volevamo sviluppare e avere maggiori conoscenze riguardo alcune caratteristiche della pianta che a noi non erano pervenute. Il colloquio fu decisamente lungo, quasi 3 ore a parlare di ciò che aveva spinto la professoressa ad attribuire un merito importante a questo vegetale, cercando di riscoprirne gli usi in ambito architettonico, valorizzando i contesti di appartenza della pianta e della sua storia. Grazie a lei siamo entrati in questioni decisamente tecniche, a partire da quale atteggiamento bisogna avere per promuovere un materiale della natura in un settore critico come quello dell'architettura oggigiorno. Abbiamo dunque discusso a partire dalle certificazioni che si dovrebbero ottenere sulla canna palustre a seconda degli ambiti e le zone di crescita della pianta, fino a parlare della normativa che occorrerebbe redigere per utilizzare in maniera totalmente legale e consapevole quest'ultima. Questo perchè secondo lei bisogna fare un lavoro da tecnici sulla pianta prima di pensare a progetti veri e propri di fabbricati ecc...In effetti i suoi consigli ci hanno mosso a tal punto da cercare di impartire un progetto di tesi che non fosse chiuso esclusivamente in se stesso, bensì promuovere fervidamente questo materiale e cercare di capire subito dopo la laurea come poterci muovere per dar adito al lavoro conseguito, magari sfociandio in qualcosa che un giorno diventare una passione e guardare di buon occhio la sostenibilità architettonica direttamente confrontandosi con la natura.

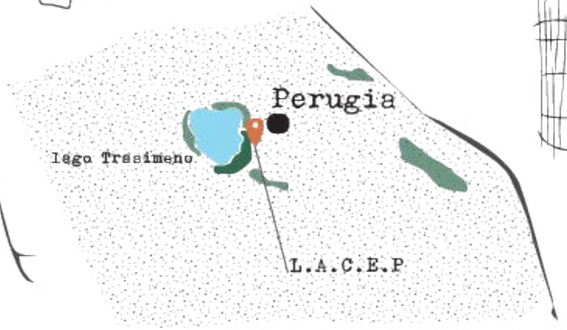
Data: 26 ottobre 2018
Distanza: 840 km
Tempo: 8.05 h
Mezzo: macchina



Università degli studi di Ferrara
Dipartimento di Architettura



Date: 23 24 novembre 2018
Distanza: 1200 km
Tempo: 11.45 h
Mezzo: macchina



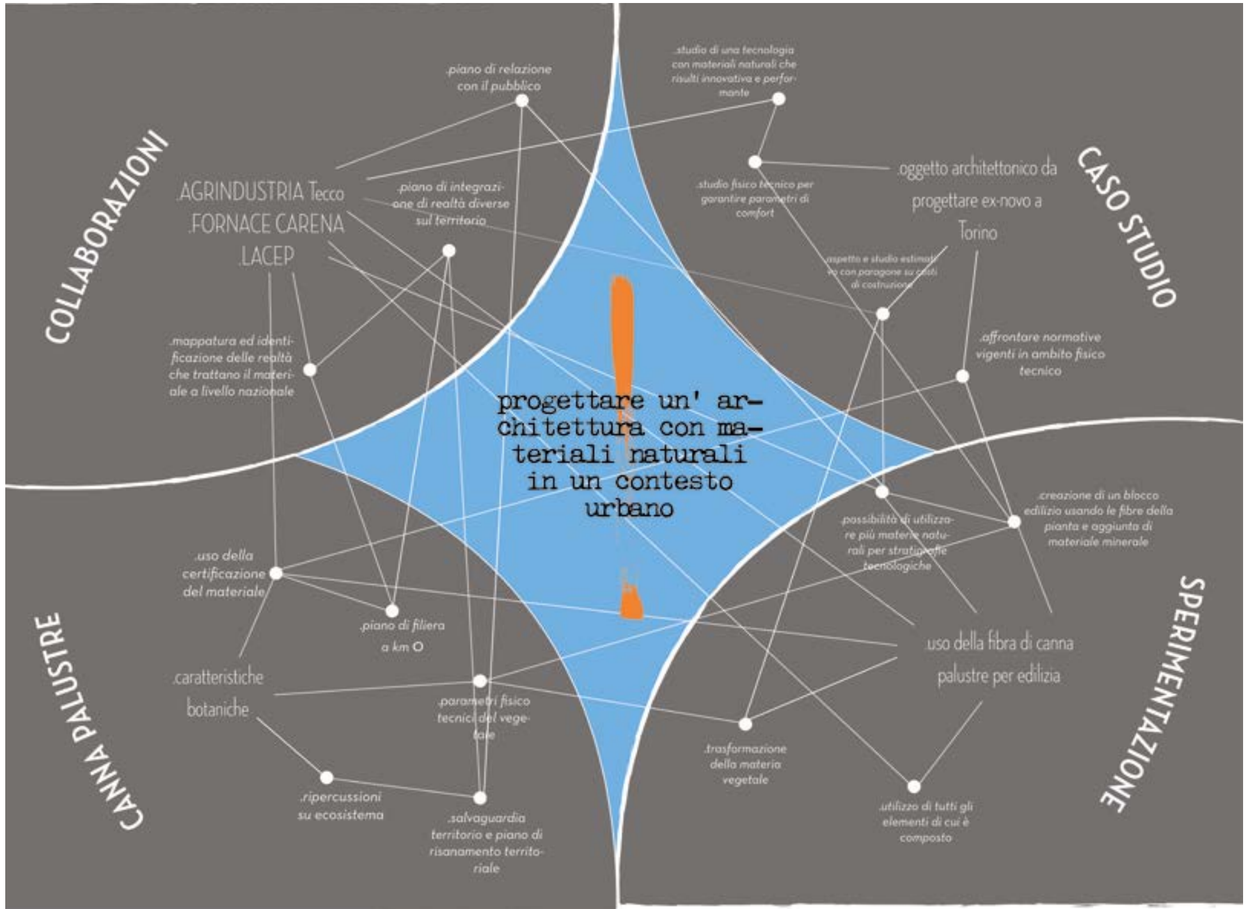
LACEP

Per chiudere il cerchio però, avevamo bisogno di campioni di materiale per provare a lavorare un pò su questa fantomatica sperimentazione. Ed è proprio tornando nei dintorni del Lago Trasimeno che siamo andati a far visita al LACEP, una delle pochi esime aziende medio-grandi che lavora ad oggi con la canna palustre. Essendo un attività di famiglia, sia padre che figlio, dopo la nostra disussione sono stati molto motivati a donarci dei campioni presenti nella loro azienda per vedere cosa effettivamente si può ricavare dalla pianta una volta sfibrata. Questo è stato possibile anche grazie ai pochi architetti che collaborano con loro nei progetti e hanno bisogno di questo materiale per coibentare preesistenze o fare coperture ex-novo alla maniera di. Quindi presentarsi come studenti di architettura del Politecnico ha aumentato le possibilità di farci reperire il materiale senza doverlo necessariamente pagare. Inoltre durante questa esperienza, i proprietari dell'azienda ci hanno ribadito più volte come fosse molto importante far progredire questo tipo di attività, poichè dietro la coltivazione ci sta un lavoro di tribbiatura che non è molto semplice e sono rimasti in pochi a saperlo fare. La speranza per loro sta nel cercare di comunicare a chiunque usi questo tipo di piante che, per lavorarci, bisogna far ritrovare vita ad un mestiere artigianale come quello del falciatore, anche perchè se non ci fosse, la canna palustre sarebbe quasi del tutto imperibile.
Appreso dunque come le maestranze vadano tutelate, ora sta a noi cercare di comunicare, un giorno soprattutto con la qualifica da architetti, come sia importante guardare a questi lavori come un pezzo di tradizione e cultura che non deve morire, per fare spazio unicamente alle nuove tecnologie di ultima generazione.
Alla fine della nostra visita ci hanno dato il via libera sulla consegna dei campioni a Cuneo nell'azienda di Tecco, all'fine di poterci lavorare e dare loro, in post, delle informazioni riguardanti quello che è stato scoperto. In questo ottica siamo rimasti sorpresi nuovamente dalla volontà di un esterno, che in questo caso è stata un'altra azienda, di voler collaborare al progetto di tesi cercando di valorizzare in primis il rapporto che si deve essere tra le persone sul territorio per lavorare meglio e a stretto contatto con la natura per interessi comuni.

SCHEMA E COLLABORAZIONI

TRA INTERCONNESSIONI E COLLABORAZIONI, UN PIANO DI PROGETTO

Nella seguente, si propone uno schema grafico basato su collegamenti diretti rispetto ai punti chiave ed esaustivi della nostra tesi, partendo dunque dai 4 macrotemi che vorremmo affrontare.
La scelta di ogni punto, rispetto al macrotema in questione, è stato preparato dopo un'attenta selezione di materiale che è stato reperito in questi ultimi due mesi, cercando di risultare i più sintetici ma allo stesso tempo dettagliati possibili.
Non sono stati menzionati molti dei momenti utili a definire il programma, come ad esempio l'incontro con le aziende piuttosto che con artigiani e ancora professori esterni alla facoltà del Politecnico di Torino, poichè verranno puntualmente citati durante la stesura dei testi di tesi. Esperienze che hanno avuto un ruolo a dir poco centrale nell'elaborazione di questo schema, per valorizzare sopratutto un aspetto che sarà la costante del nostro lavoro: ovvero l'utilizzo di materiali naturali per progettare un involucro e la tecnologia di cui è composto. Le quattro categorie di macrotemi sono il risultato di una nostra forte volontà a voler coadiuvare l'interesse mostrato per l'utilizzo del materiale naturale per l'edilizia e l'opportunità di poter sperimentare, con aziende, un'idea preliminare di innovazione tecnologica all'interno delle stratigrafie architettoniche.
Dunque, il dover riprogettare, attraverso un caso studio esistente nella città di Torino, un edificio a destinazione d'uso pubblico, più precisamente un centro sociale, non è altro che l' anello di giunzione tra il voler utilizzare un materiale e provare a fare sperimentazione su di esso. Ciò permette al nostro lavoro di andare a definire la vera grande sfida della tesi, ovvero riuscire a proporre un modello di edilizia sostenibile che si avvalga dei mezzi naturali, a discapito delle comuni usanze di costruzione edili, all'interno di un contesto cittadino. Studiando, inoltre ,sia l'economia del costruito che la parte fisico-tecnica, ci prospettiamo di avere dei risultati soddisfcenti al fine di mostrare come l'evoluzione tecnologica nel mondo dell'architettura se passa attraverso l'uso intelligente delle risorse presenti in natura, può davvero essere un modo di fare sostenibilità.



GLI ENTI COLLABORANTI

INCONTRO AGRINDUSTRIA TECCO. Cuneo, 20/10/2018

Nella giornata di sabato 20/10/2018 ci siamo recati a Cuneo presso la sede dell'azienda Agrindustria Tecco dove siamo stati ricevuti dal titolare Giuseppe Tecco. Nata nel 1985, l'attività offre servizi di trasformazione di materiali vegetali secondari il cui fine è quello di realizzare prodotti per industrie che operano in Italia e all'estero. Le principali lavorazioni che vengono offerte sono la macinazione, la separazione granulometrica, la sanificazione con termotrattamento, l'essiccazione, la criomacinazione e la pellettatura., il tutto ottenuto attraverso l'utilizzo di macchinari evoluti adibiti alle specifiche trasformazioni.

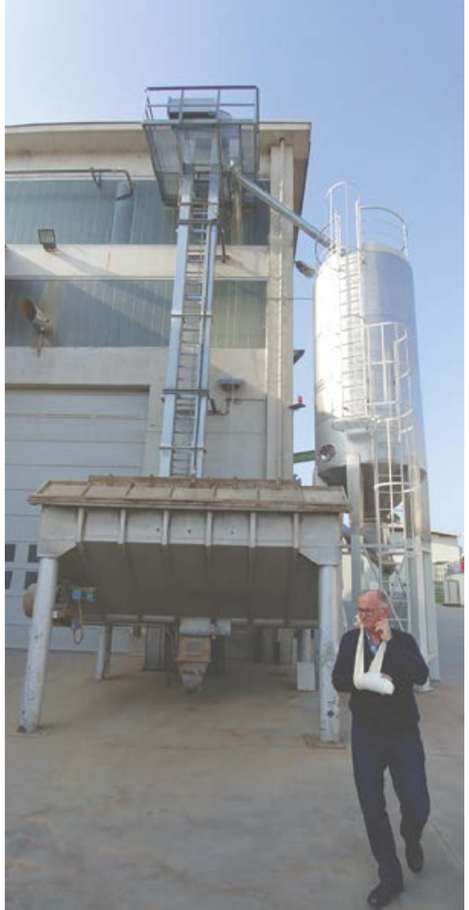
La prima tappa dell'incontro si è svolta attorno ai "tavoli di sperimentazione e osservazione" dove il titolare è solito riporre i materiali ottenuti attraverso le lavorazioni e in alcuni casi sottoporli a sperimentazioni di tipo artigianale. Il motivo di questa pratica risiede nella possibilità, attraverso l'osservazione dello stesso titolare e di chi giunge presso la sede, di arrivare a conclusioni che possano implementare le idee già consolidate o arrivare a spunti innovativi che portino, attraverso lo studio e l'analisi più accurata degli stessi, a nuove tipologie di trasformazione e utilizzo. Un caso che ha catturato in maniera particolare la nostra attenzione è stato quello relativo all'ottenimento di uno strato di materiale solido ottenuto mediante la pressatura manuale di olio e semi di lino. Il materiale mediante questa semplice lavorazione artigianale risultava avere una buona capacità di resistere a sforzi di compressione che sicuramente risulterebbe molto più elevata se l'esercizio fosse realizzato da macchinari appositi a questa lavorazione. Altro caso particolare quello in cui sono stati introdotti in acqua, contenuta in un semplice bicchiere di plastica, alcuni semi di lino che lasciati al sole hanno generato un composto gelatinoso sulla superfice in grado di far germogliare alcuni dei semi presenti. L'osservazione della natura è il principio cardine su cui si basano questi esperimenti e su cui si basa l'idea di fondo dell'azienda.Successivamente siamo stati accompagnati all'interno dei fabbricati dove si trovano i macchinari di lavorazione dei materiali vegetali.

Qui il Signor Tecco ha spiegato in linea generale come avvengono i processi di trasformazione per l'ottenimento di pellets, farine e composti granulometrici. Ha posto particolare attenzione all'importanza che ha, nella definizione delle fasi che ruotano attorno all'ottenimento dei prodotti finiti, il confronto condiviso di idee e opinioni appartenenti alle diverse persone che compongono l'azienda, dai tecnici a chi si occupa della manutenzione dei macchinari.

La ricerca della ciclicità della filiera produttiva è un altro tassello su cui si incentra l'organizzazione aziendale. Dagli scarti dei cicli produttivi, ad esempio del pellet, vengono ricavate le cariche inerti atte alla produzione di energia termica utile alla cottura degli elementi da cui si ottengono successivamente farine e altri composti naturali.

Il percorso di visita si è rivelato particolarmente utile in quanto il titolare ha fornito la sua disponibiltà a collaborare per attuare un ciclo di sperimentazione riguardante la sfibratura della canna palustre. In secondo luogo ha dato a noi modo di riflettere sull'importanza che ha l'osservazione della natura e del suo comportamento per l'ottenimento di prodotti da essa derivanti.

Foto dei silos di crio-trasformazione, ovvero un sistema in grado di trasformare un elemento liquido in polvere.



INCONTRO CON L.A.C.E.P. (lago Trasimeno), Perugia 15/11/2018

Dopo aver preso contatto con questa azienda, in un primo momento, per capire cosa avesse all'interno delle sue mura, siamo andati fisicamente a trovare il titolare e suo figlio per vedere di persona il tipo di canna palustre che loro erano soliti lavorare. Dunque abbiamo avanzato la proposta di farci spedire a Cuneo un fascio di canne, scrupolosamente selezionato, per sfibrare quest'ultimo cercando di ottenere una molteplicità di fibre di diversa pezzatura al fine di poter campionare i semilavorati in questa prima parte preliminare.

Il fascio di canne palustri che ci hanno gentilmente lasciato, pesava 16 kg con un complessivo di quasi 1100 arelle spesse poco più di 1.5 cm e lunghe 3.42 metri.

La caratteristica principale di queste canne sta nel loro avanzato stato di maturazione, poichè inizialmente avevamo considerato di fare delle prove con elementi scarichi d'acqua per permettere a questi ultimi di potersi idratare a contatto con la malgama del composto per fare questo ipotetico mattone.

Dunque di potersi inumidire quanto bastava in un primo momento, per poi rilasciare il quantitativo di acqua corretto al fine di avere una perfetta essicazione.

I titolari dell'azienda,tra le molte cose di cui si è parlato quella mattinata, ci hanno tenuto a farci presente che alcune prove in laboratorio erano state eseguite su delle stratigrafie murarie con presenza di fasci di canne per aumentare le performance di trasmittanza termica dell'involucro da risanare.

Dandoci quindi la possibilità di dare uno sguardo a questi test, abbiamo potuto iniziare a capire, rispetto all' edilizia esistente nei dintori del lago Trasimeno e nei pressi di Perugia, come venissero posati i suddetti fasci e vedere i vari risultati espressi in W/mq, rispetto a progetti di ristrutturazione.

Questo è stato sicuramente il passaggio dell'incontro più coinvolgente ed interessante, visto che siamo riusciti ad ottenere parametri fisico tecnici di questo materiale direttamente da un' azienda che ha considerato un pacchetto stratigrafico dove venivano usati anche i mattoni, altri materiali che provengono dalla natura.

Siamo quindi riusciti, prima del tempo, ad ottenere informazioni decisamente importanti e di natura quasi similare a ciò che noi volevamo affrontare nello studio di tesi.

In ultima analisi, la scelta del fascio di canne, a detta dei titolari, è fondamentale rispetto alla tipologia di risultati che si vogliono ottenere in ambito tecnologico per l'architettura.

Loro come azienda ne continuano a vendere tre diverse categorie di canne coltivate e non, da quelle meno mature a quelle quelle quasi secche utilizzate principalmente ancora oggi per i rivestimenti di copertura di gazebi o altri elementi architettonici medio-piccoli presenti nelle aree limitrofe.

Foto di alcune macchine e del deposito dell'azienda L.A.C.E.P. dove vengono smistati i vari fasci di canne a seconda della dimensione e del peso.

INCONTRO CON FORNACE CARENA, Cambiano 5/03/2019

Ad inzio Marzo, in vista dell'imminente fase dedicata alla realizzazione di queste prove per ottenere un mattone con alla base l'uso di fibre di canna palustre, siamo entrati in contatto con la fornace Carena di Cambiano, un'importante azienda che produce laterizio in Piemonte nelle zone limitorfe Torino.

Avere avuto modo di interloquire con il titolare di questa azienda, Pierluigi Carena, ci ha dato la possibilità di poter chiedere del materiale per la sperimentazione in primo luogo, secondo poi avvalerci dell'aiuto di qualche tecnico aziendale per condurre analisi sulla conducibilità dell'elemento da progettare e un fare verifiche su test a compressione.

Durante la mattinata, il sig. Pierluigi ci ha portato in giro nella fabbrica e ci ha fatto parlare con un pò di operatori, tecnici e specializzati nel settore dell'edilizia, più precisamente di come l'argilla sia un materiale straordinario in tutti gli usi che se ne fanno.

Inoltre spiegandogli bene quale sarebbe stato il nostro lavoro di tesi ci ha tenuto molto ha riconoscere come nella sua cava di argilla, essendo presenti delle aree un po stagnanti o comunque con presenza di acqua, vegetano una modesta quantità di canne palustri, indice del fatto che forse vi poteva essere un pò di correlazione tra il terreno argilloso, l'acqua e la crescita spontanea di questa pianta.

Foto di mattoni in attesa di essere essicati poti sopra grandi tavolati metallici mobili.

LA PIANTA

LA PIANTA

LA CANNA PALUSTRE

La ***Phragmites Australis*** o canna palustre è una pianta che appartiene alla famiglia delle graminacee e si sviluppa spontaneamente nelle aree paludose e lungo i corsi d'acqua quali fiumi e laghi. In Italia le più alte concentrazioni si trovano nei pressi del Delta del Po, in alcuni tratti della costiera Adriatica e nella Maremma.

Questa pianta vive prevalentemente in acqua dolce ma anche in acque caratterizzate da una bassa percentuale di salinità e costituisce una presenza fondamentale per l'equilibrio dell'ecosistema del proprio habitat contribuendo alla biodiversità.

Le differenti parti che costituiscono la pianta svolgono un importante ruolo di regolazione dell'ecosistema. Le componenti del fusto che sono sommerse e il rizoma rappresentano un supporto per il biofilm ovvero l'insieme solido di organismi viventi come batteri, alghe e funghi, da cui è possibile generare biomasse e sostanze solubili. I fusti permettono di aumentare la turbolenza dell'acqua favorendo processi di aggregazione che permettono di trattenere le particelle inquinanti sospese.

Le radici e il rizoma forniscono inoltre l'ossigeno necessario per la trasformazione chimica delle sostanze inquinanti in particolare l'azoto e il fosforo che derivano dall'utilizzo di fertilizzanti durante le lavorazioni agricole. Le parti sommerse permettono anche di generare processi di depurazione in quanto costituiscono un ostacolo fisico che blocca gli agenti inquinanti derivati dal deflusso dell'acqua. Il fusto che emerge risulta essere flessibile e si sviluppa in altezza per alcuni metri raggiungendo un valore massimo intorno ai 6 metri. Le foglie e il ciuffo finale offrono protezione dal vento e dal sole garantendo una protezione dall'erosione e permettono di abbassare la temperatura dimunendo così la crescita delle alghe.

Grazie alla presenza delle canne e di altre tipologie di vegetazione si creano aree ombreggiate che permettono di ottenere condizioni ambientali favorevoli a varie specie animali che trovano cibo, riparo e la possibiltà di nidificare.

Questa elofita è considerata praticamente cosmopolita, essendo presente in tutti i continenti tranne l'Antartide (Harrington,1964), dalle regioni temperate fino ai tropici (Karunaratne et., 2003).
La phragmite australis sviluppa dei germoli densi fino a 200 unità/mq e mediamente riescono a raggiungere i 2-4 metri di altezza, arrivano addirittura a 6 metri nelle regioni più calde.
il culmo presenta un diametro tra 1 e 1,5 cm, ma possono arrivare ad avere valori intorno ai 2,5 e 3 cm.
Le foglie sono alternate e lisce, con una superficie piatta larga tra 1-5 cm arrivando in alcuni casi fino ai 50 cm.
Essendo le radici dei rizomi, sono potenzialmente piantumabili in terreni similari da dove sono stati estratti.
Il fitto sistema radicale (che mediamente raggiunge profondità di 1 m) e l'elevata densità dei culmi rendono questa specie molto competitiva, tant'è che la sua gestione può essere un problema.

"In assenza di asportazione, la biomassa necrotica lignificata che si accumula nei canneti al termine della stagione vegetativa costituisce la quota maggioritaria della biomassa totale.
Ciò può comportare processi di successione naturale (Graneli 1989) in grado di creare condizioni sfavorevoli per le specie ornitiche palustri."

Scritto estratto dal sito https://tesi.cab.unipd.it/42635/1/Saetta.pdf

Un'altra caratteristica da tutelare della pianta é il controllo naturale di una ricca biodiversità faunistica che permette ad animali di piccolissime o medie dimensioni, di gestire il loro ciclo di vita utilizzando anche le risorse alimentari che si sedimentano in prossimità dei canneti.
La ricchezza della comunità faunistica dipende dalla diversità ambientale della zona nota in particolare per gli uccelli sia stanziali sia migratori.
Da numerosi studi, infatti, si è visto che ci sono oltre 100 specie di uccelli nidificanti e/o svernanti e alcuni considerate rare; è stato inoltre visto che la Palude è un'importante punto di sosta nei periodi di migrazione autunnale e primaverile e l'uso della tecnica dell'inanellamento ha permesso di avere molte notizie sulla migrazione delle varie specie.
Tra gli uccelli, particolarmente importante è il tarabuso (Botaurus stellaris), specie parzialmente sedentaria, un airone molto raro in Europa Occidentale che abita e nidifica nello Scirpeto e nel Canneto, dove pone il nido al livello dell'acqua. I canneti però non possono essere troppo giovani o troppo fitti e questo potrebbe essere uno dei motivi della sua riduzione negli ultimi anni insieme all'inquinamento da mercurio, PCB e pesticidi e il disturbo antropico soprattutto durante il periodo riproduttivo.
Come tutte le componenti presenti in natura, la vita degli animali come degli esseri umani gira sempre intorno alle piante, ed è questo il motivo per il quale bisogna cercare di tenere a tutela i canneti, poiché curando la pianta, allo stesso tempo si mantengono sotto controllo altri livelli di altre risorse, quali l'acqua e la fauna palustre.

UNA DIMOSTRAZIONE DI COLTIVAZIONE IN FAMIGLIA (piante graminacee)

Partendo dal sunto che, modelli certi di coltivazione di canna palustre, non considerando quello fitodepurativo, ad oggi ancora non ci sono, spieghiamo in poche pagine, attraverso un'altro esempio di graminacea, quali sono i passaggi dediti alla coltura di questa pianta che è molto similare: la canna comune.
Questo passaggio dimostrativo è fondamentale per far intendere la nostra volontà di proporre un **ipotetico** uso colturale intensivo della canna palustre.
Difatti, sia la canna comune che quella palustre hanno le proprietà botanico fisiche molto simili facendo parte della stessa famiglia vegetale, se no fosse che la prima ha la capacità di radicarsi anche lì dove non vi è naturalmente presente l'acqua.
L'intenzione rimane quella di poter presentare dapprima un'esempio di sviluppo intensivo della coltivazione della canna comune, poichè 10 anni fa, sul suolo piemontese erano stati fatti degli esperimenti sulla possibilità di usare suolo per tenerla a coltura al fine di creare una filiera corta per produrre bio-etanolo attraverso l'uso di un componente presente nella pianta: la lignina.
Creare una filiera corta per questo tipo di produzione ha incentivato gli enti gestori del progetto a parlare di economia circolare, cercando di avere un basso impatto a livello ambientale e un controllo ed una gestione economica sostenibile. Purtroppo a livello nazionale, tranne alcuni isolati casi, è difficile trovare appezzamenti di terra dove cresce uniformemente la canna palustre, infatti questo è il motivo per cui ad oggi l'Italia importa grossi quantitativi dall'estero, ad esempio dall'Austria, la Polonia, la Francia, la Romania e l'Ungheria.
Questo però è motivo di dibattito da svariati anni, poichè la Regione Piemonte ha avuto modo di catalogare diversi progetti per incentivare la coltivazione di questa pianta, anche tenendo conto degli importanti studi di fitodepurazione fatta dagli agronomi professionisti e gli studi della facoltà di Scienze Forestale, che però non hanno ottenuto i risultati sperati.

Come spesso accade però,spesso alcune idee o proposte di innovazione vengono espresse in un periodo storico che non le valorizza a pieno, facendole cadere nel dimenticatoio.
Ed è questo il motivo per cui, guardando il comportamento che la canna ha in natura, come si presta ad essere utilizzata per i più svariati scopi, come riesce a essere performante in architettura, si è pensato di riproporre a distanza di quasi 15 anni un'ipotesi di piano per la coltivazione intensiva.
Ovviamente non essendo agronomi ed esperti nel settore, cerchiamo di lanciare un idea, che ha come forte imprinting l'individuazione di un'economia circolare atta a tener conto delle risorse ecocompatibili che si possono ottenere lavorando su questa pianta per fini tecnologici per l'architettura e non solo.
Siamo dunque arrivati a tener conto di alcuni fattori, dopo uno studio approfondito di analisi territoriale:

- individuare aree geografiche nel Piemonte sufficentemente predisposte all'insediamento della canna

- normare e certificare la painta per la possibilità di produrre elementi per la bioedilizia

Inoltre per per riuscire ad effettuare calcoli sulle presunte rese economiche eprestazionali che possono portare ettari di campo destinate a canne palustri, abbiamo preso di riferimento uno studio condotto da studenti dell'università di Perugia, rispetto alla realtà odierna del lago Trasimeno, guardando quel caso studio come un ipotetico progetto pilota da cui avere ottimi spunti.

la preparazione del terreno

Per consentire una germinazione rapida ed efficace, è consigliabile trapiantare i rizomi.
È necessario utilizzare porzioni di rizomi lunghi almeno 8 cm, contenenti uno o più boccioli, anche se dormienti. Per questo scopo sono i propaguli prodotto in speciali letti di rizomi che, un anno dopo la semina, fitti gruppi di rizomi vengono sradicati, tagliati in frammenti di circa 8 x 4 cm e utilizzati nelle piantagioni attuali.
Preparare il letto di semina è un'importante tantissima operazione preliminare da assicurare che i rizomi stiano bene.
In terreni altamente calcarei e argillosi solo, è necessario il sottoraffreddamento (70-80 cm), seguito da aratura superficiale (30 cm).
Il sottosuolo è indispensabile per rompere qualsiasi terreni duri o più compatti che possono essere causa dal ripetuto passaggio di macchine agricole o da sedimenti alluvionali mai rimossi negli anni precedenti.
L'aratura deve essere eseguita a una profondità di 30 cm.
Su terreni piuttosto sabbiosi è consigliabile eseguirlo appena prima di trapiantare i rizomi, in modo che tutte le erbacce residue siano sepolte e il terreno può rimanere limpido finchè possibile. Se il terreno tende ad essere argilloso, arare deve essere fatto in autunno prima di a chiazze, a causa delle condizioni meteorologiche (gelo, sole, fluttuazioni di calore ecc.) un influenza significativa sulla struttura miglioramento del suolo.
Dopo l'aratura è fondamentale che il terreno venga accuratamente levigato erpandolo due o più volte con un erpice trainato o rotante. Lo scopo di questo processo, che dovrebbe preferibilmente essere fatto immediatamente prima del trapianto, è di preparare il terreno per piantare i rizomi.
Questo processo di levigatura evita la formazione di grumi eccessivamente grandi di terra e di conseguenza l'accumulo di aria nei pressi dei rizomi, che ostacolerebbe l'emissione delle radici, ostacolando potenzialmente la germinazione e lo sviluppo della parte epigea.

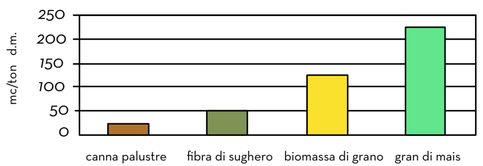
trapianto e cura del primo anno

I rizomi sono piantati con una macchina di trapianto modificata che li deposita a una profondità di 10 cm in modo tale da essere completamente coperti dal terreno. Questa operazione viene eseguita dalle aziende gestite da ForEnergy.
È consigliabile prevedere un'area di contenimento intorno al campo di circa 3 m, che dovrebbe essere pulita con un erpice a dischi almeno una volta all'anno. Si consiglia di evitare la semina quando il terreno è ghiacciato.
Dopo aver trapiantato i rizomi è necessario applicare un diserbante preemergenza (anti-germinazione), distribuito da uno spruzzatore a braccio. Gli erbicidi ammessi nella fase di post-impianto sono Oxadiazon, Pendimethalin e Oxifluorfen nelle concentrazioni indicate sull'etichetta.
Se la semina avviene entro la metà di marzo, questo trattamento deve essere applicato subito dopo il trapianto. Questi trattamenti devono in ogni caso essere applicati prima dell'emergenza dei germogli.
Tra la fine di aprile e l'inizio di maggio i germogli cominciano ad emergere dal suolo. A fine maggio il rizoma mostra 2-3 gemme sviluppate mentre la parte epigea raggiunge un'altezza variabile tra 40 - 60 cm.
All'inizio di giugno della prima stagione vegetativa le piante raggiungono un'altezza di circa 1 metro.
Solo nel primo anno è possibile limitare le infestanti utilizzando un erpice a molla tra le linee . Entro la fine di giugno la copertura del suolo è praticamente completa. In questa fase le strutture della radice raggiungono una profondità di 1,3 metri.

2 anni di assistenza

Dopo la riduzione invernale la ricrescita delle canne è molto vigorosa e dalla seconda stagione vegetativa il numero di germogli per stelo aumenta significativamente.
Da questo stadio in poi, la gestione del sito non richiede più un'attenzione particolare in quanto la densità dei germogli risultante da una rapida crescita (caratteristica presa in considerazione nella selezione dei genotipi) e l'assenza virtuale di parassiti rendono un tipo di coltura molto rustico.
A luglio del secondo anno la struttura della radice del moncone ha raggiunto una profondità di 2,2 m.
Penetrando il terreno fino a tale profondità, la struttura della radice della canna comune è in grado di raggiungere la falda freatica e i nitrati disponibili al suo interno. Per questo motivo l'irrigazione e l'uso aggiuntivo di fertilizzanti chimici non sono necessari, con conseguenti benefici ambientali significativi e una sostanziale riduzione dei costi di gestione.
Alla fine della seconda stagione vegetativa, se gestita correttamente, le canne dovrebbero raggiungere un'altezza di 3 - 4 metri con una produzione media variabile, secondo i fenotipi e le condizioni prevalenti, da 30 a 50 tonnellate / ettaro / anno.

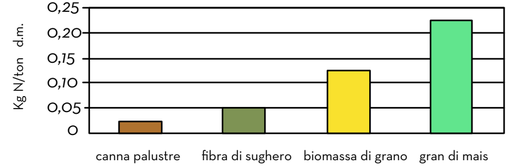
USO DI ACQUA



La raccolta

La raccolta è completamente meccanizzata ed eseguita adeguatamente subappaltatori attrezzati gestiti dalle aziende. Il periodo di raccolta si estende per 11 mesi e si ferma a dicembre.
Con una corretta pianificazione dei calendari di raccolta, 12 raccolti possono essere fatti in 10 anni produttivi.
I genotipi selezionati di canna gigante possono raggiungere una produttività per ettaro di 40 tonnellate / ettaro / anno (80 t / verde / anno).
Il primo taglio deve essere effettuato ad un' altezza non superiore a 10 cm da terra.
Le canne raccolte ad una distanza di oltre 15 km dalla azienda devono essere portate direttamente alla azienda stessa o ad un punto di raccolta accessibile a camion per rimorchi o semirimorchi per il carico e il successivo trasporto.
Se vengono raccolti entro un raggio di 15 km vengono consegnati direttamente dai rimorchi agricoli.
Una piantagione di canne palustri può durare molti anni, teoricamente per sempre, dato che la pianta è perenne
Il giorno dell'ultima raccolta, un diserbante (glifosato) deve essere applicato sulla superficie appena tagliata. Questa operazione consente all'erbicida di essere assorbito immediatamente dalla pianta e ha una percentuale di uccisioni del 95%. Alcuni giorni dopo questo trattamento i rizomi devono essere rimossi con un escavatore simile a un raccoglitore di barbabietole

USO DI NITROGENO



PALUDICULTURA

Il termine "**Paludicoltura**" indica la coltivazione sostenibile di biomassa in torbiere (peatlands) esondate e ri-esondate (bonificate e poi sottoposte a rewetting). Tale approccio è un'innovazione per lo sfruttamento di suoli organici, in opposizione alla tradizionale bonifica finalizzata all'agri-silvicoltura (Wichtmann and Joosten, 2007). Siccome le bonifiche delle torbiere (associate ai fenomeni di subsidenza e deterioramento del suolo che ne derivano) hanno comportato una grave perdita di biodiversità e ulteriori contributi all'effetto serra, c'è tutto da guadagnare nel promuovere l'esondazione di questi terreni al fine di invertirne i processi evolutivi. Sarà sostanzialmente ridotto il rilascio diretto di gas serra dal suolo (specialmente CO2e N2O) e, in caso di coltivazione a scopi energetici, si assisterà anche al rimpiazzo dei combustibili fossili, con ulteriore abbattimento delle emissioni di CO2.

Tra le varie opzioni proposte per la paludicoltura, Phragmites australis rappresenta una promettente fonte energetica, peraltro in grado di fornire servizi ecosistemici essenziali (van Rooyen et al., 2004).Oltre all'elevata produttività, aspetto che la rende utilizzabile come fonte energetica, essa riscuote interesse:

- come materia prima per l'industria (bioedilizia);
- per l'elevata capacità di abbattimento degli inquinanti in acque (Brix and Schierup, 1989) e suoli;
- per fini conservazionistici, in quanto i canneti sono un luogo di nidificazione e riparo per specie ornitiche in via di estinzione e habitat di pregio (Poulin et al., 2002; Cuizzi, 2005).

Vale la pena dunque approfondirne gli aspetti salienti, anche alla luce delle diverse finalità gestionali.

Attualmente nelle regioni temperate si assiste al progressivo abbandono delle wetland bonificate, dopo anni di sfruttamento. Il motivo può coincidere con il graduale degrado del suolo, la riduzione della produttività, la perdita di qualità dei foraggi, ecc.

La produzione di biomassa per scopi energetici in wetland ri-esondate consente invece di integrarela conservazione del sito con il suo sfruttamento agro-silvicolo, secondo una gestione ambientale sostenibile.

Alla luce delle problematiche etiche relative alla produzione di biomassa per scopi non alimentari, alcuni sostengono che le bioenergie andrebbero sfruttate solo in caso di filiere realmente efficienti dal punto di vista energetico.

Rispetto alle altre vie, la paludicoltura comporta maggiori performance energetiche se si considerano specie palustri come Phragmites e per coltivazioni non intensive anche minori costi di mitigazione (Wichtmann and Wichmann, 2011).

A tal riguardo si è sviluppata una metodologia per accreditare la riduzione di emissioni legata alla produzione di energia in paludicoltura (German Council for Sustainable Development, 2008). In questo modo, oltre ai guadagni derivanti dall'energia generata, si potrebbero trarre ulteriori benefici economici dalla vendita di **"crediti carboniosi" (carbon credits)**.Un esempio di paludicoltura dagli effetti positivi sul clima è la coltivazione della canna palustre. Un raccolto di **15 t DryMatter/ha x year** pare conciliabile con il continuo accumulo di torba (Wichtmann, 1999) e questa sua elevata produttività ha da tempo suscitato interesse nell'ambito della produzione di energia (Graneli,1984). Ad esempio, se si considera una resa conservativa di **12t DryMatter/ha x year** e un potere calorifico di **17 Mj/kg DryMatter**, le canne raccolte in un ettaro di canneto possono rimpiazzare combustibili fossili in un impianto **CHP** (Combined Heat and Power) che altrimenti emetterebbe **15t CO2-eq**. A ciò si aggiunge che le wetland sottoposte a rewetting comportano una riduzione di emissioni di GHG dovute ai processi di mineralizzazione della torba quantificabile in circa **15t CO2-eq/ha x year**.

Assumendo che le emissioni **di Gas ad effetto serra legate alle varie operazioni della filiera energetica** (sfalcio, trasporto, stoccaggio, operazioni all'impianto di cogenerazione, ecc.) corrispondano a **2t CO2-eq/ha**, si può prevedere un risparmio emissivo di quasi **30t CO2-eq/ha x year** derivante dalla paludicoltura di Phragmites.

INTERRAMENTO DEI CANNETI

"Certe condizioni (ristagno idrico, insufficienza di ossigeno, basse temperature) possono portare a un accumulo di sostanza organica negli specchi d'acqua che ne provoca la transizione a torbiere (*UFAFP, 2002; D'antoni et al.,2011*).I fenomeni naturali d'interrimento, da cui trae origine il concetto di successione ecologica nelle wetland comportano la progressiva evoluzione dell'ambiente ripariale verso sistemi terrestri, più asciutti (*figura n. 1*), a testimonianza del fatto che tali ecosistemi necessitano di particolare attenzione."

La mietitura stagionale dei canneti porta un notevole beneficio all'equilibrio ambientale della flora e dell'avifauna. La pulizia delle sponde favorisce una ordinata ricrescita della canna l'anno successivo evitando così il deposito di vegetazione morta che porta ad una progressiva eutrofizzazione ed interramento di quelle che la convenzione Ramsar chiama "zone umide". L'interramento delle aree umide è un fenomeno per cui i depositi organici derivanti dalla "morte" delle piante si stratificano sino a ricoprire il livello idrico. Questo rischia di far sparire l'area umida e tutta la bio diversità legata ad essa. Tante associazioni nazionali ed internazionali si battono ormai da decenni per la conservazione di queste zone in cui flora e fauna possiedono degli esemplari sovente in via di estinzione.

Attualmente ci sono casi di canneti a rischio di interramento; ad esempio nella "Riserva naturale speciale di Fondo Toce", a Verbania, un tempo venivano falciati annualmente i fragmiteti per essere utilizzati nell'edilizia come materiale per le coperture; ciò aveva creato un equilibrio tra uomo e ambiente. Ora il loro stato causa del degrado di queste aree protette. Se si tornasse a raccogliere la cannuccia si potrebbe ristabilire questo equilibrio ed evitare che le aree umide vadano interrandosi. Attualmente in diverse riserve naturali paludose viene effettuata una segagione minima per "pulizia", ossia per combattere l'interramento.

Le canne tagliate vengono viste come rifiuti e bruciate. In altre riserve la questa manutenzione non viene effettuata del tutto per i costi troppo elevati.

Scritto estratto dal sito https://tesi.cab.unipd.it/42635/1/Saetta.pdf

Non è irreale ipotizzare che un eventuale ditta si faccia carico dei costi di segagione recuperando la materia prima con un conseguente vantaggio da parte della ditta stessa, dell'area protetta e dell'ambiente. La salvaguardia dei canneti è attività necessaria per mantenere le condizioni di naturalità esistenti; in natura l'area umida ad acque basse è per definizione rapidamente transitoria, tendente al prosciugamento e alla relativa affermazione della vegetazione igrofila del saliceto e successivamente della vegetazione mesofila.

Si tratta di processi di seriazione naturale che portano l'habitat ad evolvere verso forme inospitali per gli aironi ed inadatte alla loro nidificazione; il processo di sostituzione spontanea tra aree umide è stato interrotto dall'insediamento delle attività umane sul territorio e di conseguenza non vi è più la possibilità di una successione nella formazione di nuove zone umide che sostituiscano quelle in cui i processi di interramento portano ad una bonifica naturale.

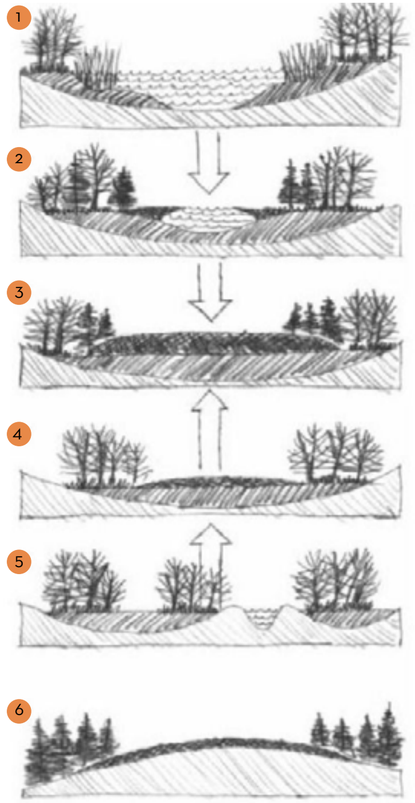
Per questa ragione la conservazione di un habitat di questo tipo non può che essere ritenuta un'operazione di tipo artificiale che deve riportare periodicamente all'indietro il percorso evolutivo in atto; l'entità del lavoro di ripristino necessario per riportare una determinata area nelle condizioni più opportune per la conservazione del canneto è determinata dall'evoluzione raggiunta al momento dell'intervento.

1

GENESI ED EVOLUZIONE DI PALUDI A DIPENDENZA DELLA CONFIGURAZIONE DEL TERRENO E DELLE ALTRE CONDIZIONI NATURALI

LEGENDA:

- acqua
- evoluzione
- torba palude bassa
- torba palude intermedia ed alta
- suolo minerale impermeabilizzabile



1. PALUDE DA INTERRAMENTO PALUSTRE
2. PALUDE DI TRANSIZIONE
3. TORBIERA DALLA FORMA CONVESSA
4. PALUDE SU TERRENO COSTANTEMENTE IMBEVUTO D'ACQUA
5. PALUDE INONDATA DA UNA GOLENA
6. TORBIERA SORTA SU PALUDE CONVESSA

LE MINACCE

Fotografia dal sito ANSA.it

L'espansione incontrollata della vegetazione emergente in habitat acquatici può causare l'accumulo di spessi strati torbosi nel corso degli anni (*Ostendorp, 1995*) e dunque minacce agli ecosistemi lacustri, che necessitano di attività di ripristino (*Toivonen and Nybom,1989*). In questo senso le minacce recate da un mancato controllo di P.australis sono, a breve termine, l'"**invecchiamento**" dei canneti (ingresso di specie ruderali e maggiormente xeriche) e, a lungo termine, l'interramento naturale della palude (**con la scomparsa di Phragmites**). Altri motivi di preoccupazione sono:

- l'elevata plasticità e la molteplicità di biotipi consentono a P. australis di adattarsi a numerose condizioni ambientali (clima, nutrienti, suolo, acqua, ecc.) (*Clevering and Lissner, 1999*) e a fattori di stress (*Roman et al., 1984*). Ciò la rende una specie fortemente aggressiva, talvolta infestante e difficile da rimuovere. La progressiva espansione della popolazione di P. australis, indice di scarsa stabilità della comunità palustre, rappresenta una minaccia per le altre specie tipiche;

- la mancata gestione dei canneti comporta una significativa emissione di metano, un potente gas serra (**fino a 20 volte più potente della CO2**) (*Kankala et al., 2004*);

- elevato pericolo d'incendi in caso di mancata rimozione del materiale necrotico lignificato, con ripercussioni negative sulle popolazioni ornitiche locali (*Ostendorp, 1993*).

Gli effetti negativi derivanti dalla gestione passiva di questi ecosistemi richiedono quindi che P. australis sia sottoposta a pratiche gestionali ben pianificate, in modo da:

- prevenirne la scomparsa a lungo termine per azione dei processi d'interramento (*Bjork and Graneli, 1978*);

- garantirne il ricaccio dei culmi e la crescita controllata durante la stagione vegetativa;-tutelare la biodiversità di questi habitat.

Scritto estratto dal sito https://tesi.cab.unipd.it/42635/1/Saetta.pdf

FITODEPURAZIONE

La fitodepurazione è un sistema ecocompatibile di trattamento delle acque reflue che sfrutta la crescita di piante acquatiche (macrofite) in bacini a lungo tempo di detenzione idraulica, riempiti o meno di materiale granulare (terreno, pietrisco o sabbia). Queste piante svolgono un ruolo fondamentale nel processo depurativo consentendo il trasferimento dell'ossigeno atmosferico attraverso gli apparati scarico in radicali e rizomatosi verso la base del bacino e favorendo, inoltre, un mezzo di supporto per l'adesione dei microrganismi, principali attori della degradazione biologica delle sostanze organiche.

Questi tipi di impianti, grazie ad un bassissimo consumo di energia elettrica (praticamente nullo se paragonato agli impianti di depurazione classici) e ad un costo molto contenuto, sono fortemente consigliati per le comunità medio piccole.

Purtroppo, come in molti sistemi naturali, hanno un ridotto rendimento (rapporto acqua depurata/superficie dell'impianto) molto basso rispetto ai metodi classici.

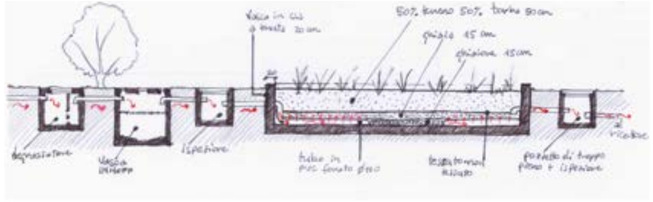
Per questo gli studi specialistici su questo tema consigliano questo tipo di impianto per le comunità medio piccole (12.000 abitanti). In base alle quantità di acque reflue da depurare e ala concentrazione di "rifiuti" in essa presenti vi sono studi che quantificano in superficie e in tipo di piantumazione, gli impianti.

I dimensionamenti reperibili negli studi specialistici parlano di "da 4 a 6 m /A.E." (dove A.E. significa abitante equivalente). Ipotizzando un paese di 10.000 abitanti avremmo quindi un impianto con una superficie di 50.000 mq , ovvero 5 ettari, dal quale si potrebbero ricavare 130 mc di pannelli finiti.

E' quindi realistico pensare a impianti in piccoli comuni di campagna che hanno a disposizione vaste aree libere in cui un azienda locale effettua la mietitura stagionale e acquista la materia prima dal comune per produrre pannelli in canna, con un beneficio da parte di entrambi i soggetti.

Foto dal sito http://www.parcolura.it/pagina.php?id=45

fitodepurazione sub-superficiale a flusso orizzontale



Il vassoio assorbente è costituito da una vasca o bacino a tenuta stagna (in muratura, in calcestruzzo, o in materiale plastico prefabbricato), con il fondo orizzontale a perfetto livello situato a circa 70-80 cm di profondità. E'necessario limitare al massimo l'ingresso di acque meteoriche nel vassoio, si dovrà quindi avere particolare riguardo alle pendenze del terreno circostante. Il bacino viene riempito a partire dal fondo con uno strato di ghiaione lavato (40-70 mm) per uno spessore di 15-20 cm, onde facilitare la ripartizione del liquame, e successivamente uno strato di ghiaietto lavato (10-20 mm) dello spessore di cm 15, come supporto alle radici. Sopra lo strato di ghiaietto sono posti un telo di "tessuto non tessuto" e 40-50 cm di una miscela costituita all'incirca dal 50% di terreno vegetale e 50% di torba su cui saranno messe a dimora le piante.

In base al dimensionamento del letto assorbente si può avere sia lo scarico di acque reflue in uscita dal sistema oppure non avere lo scarico, per la completa eliminazione delle acque reflue dovuta all'evaporazione e traspirazione delle piante. Può essere indicata una superficie del letto assorbente, pari a circa 5 mq per abitante equivalente, per garantire la completa eliminazione del refluo. A monte del letto assorbente e comunque a valle della fossa Imhoff, dovrà essere posizionato un pozzetto per il controllo del livello dell'acqua nell'impianto. A valle del letto assorbente dovrà essere posizionato un pozzetto che verrà utilizzato per il controllo del livello dell'acqua nell'impianto, se il sistema è a circuito chiuso e come pozzetto ufficiale di prelevamento, se il sistema prevede lo scarico.

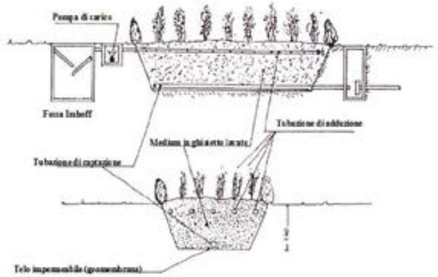
Figura n.1 foto ed informazioni dal sito https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/acqua/ra/ra_acquereflue.pdf

fitodepurazione sub-superficiale a flusso verticale

Questo tipo di fitodepurazione necessita, a valle del bacino, di una vasca di accumulo dotata di una pompa di sollevamento che permette di regolarne la portata in ingresso. Il bacino, che viene utilizzato sia come substrato per la messa a dimora delle piante sia come filtro, dovrà avere opportune p endenze, onde favorire lo scarico delle acque reflue trattate. Il bacino potrà essere realizzato in calcestruzzo, sia in opera che in vasche prefabbricate, o manti sintetici (geomembrane) o simili di adeguato spessore che, andranno opportunamente protetticontro le rotture con strati di "tessuto non tessuto", posizionati inferiormente e superiormente alla geomenbrana.

Sul fondo del bacino viene posta la conduttura di captazione, costituita da un tubo forato del tipo drenant e, che raccoglie le acque depurate. Tale condotta convoglia le acque depurate in un pozzetto, posizionato all'uscita del bacino, ove all'interno vieneposto un sistema di regolazione del livello idrico (es. sifone di cacciata), al fine di evitare ristagni di acqua all'interno dell'impianto. Successivamente all'interno del bacino viene p osto il materiale di riempimento (medium) costituito da ghiaia fine lavata di granulometria 4-8 mm, p er un'altezza di circa 1 mt. Sopra questo strato drenante vengono posate le tubazioni di adduzione, distanti 1 mt l'una dall'altra, costituite da tubi in P.V.C. o polietilene con diametro di 10-12 cm, su cui devono essere praticati dei fori. Le tubazioni dovranno essere ricoperte da un' ulteriore strato di ghiaia fine lavata, per uno spessore di 10-15 cm. In questo strato di ghiaia vengono poste a dimora le piante.

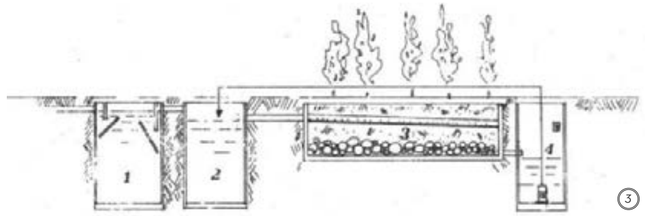
Nella formazione del livellamento finale del bacino è op p ortuna la costruzione di piccoli argini perimetrali per impedire l'ingresso di acque meteoriche. Per il dimensionamento della superficie del bacino si devono prevedere dai 2,5 mq ai 3,5 mq per abitante equivalente.



2

Figura n.2 foto ed informazioni dal sito https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/acqua/ra/ra_acquereflue.pdf

evapotraspirazione



3

1. VASCA IMHOFF MC. 4.7
2. VASCA DI CONTENIMENTO MC. 3.2
3. VASCA IN CLS IMPERMEABILIZZATA MQ 6.3 O MULTIPLI
4. VASCA CON POMPA DI RICIRCOLO.

Lo schema di funzionamento è di seguito descritto: il liquame proveniente dalla tubazione della fognatura, passa attraverso una griglia in acciaio e si immette in una vasca (tipo Imhoff) costituita da un capiente disoleatore, un decantatore e un digestore.

Qui le particelle più pesanti sedimentano per gravità raccogliendosi sul fondo della vasca ove è la sezione della digestione dei fanghi e dove avviene una sorta di mineralizzazione degli stessi, grazie alla presenza di batteri anaerobi.

Le acque così chiarificate passano nella vasca di contenimento e a sua volta vengono inviate nei vasconi a tenuta dove sono messe a dimora le piante (lauroceraso, canne di bambù, salici) le quali abbisognano di notevoli quantitativi di acqua.

Nella vasca di piantumaggio, è previsto un tubo per il troppo pieno, che reimettendo l'acqua di esubero in apposito contenitore, da questo con una pompa nella vasca di contenimento, crea con l'impianto un circuito chiuso senza dispersioni per infiltrazioni o percolamenti.

Una condizione che permette un buon funzionamento di un impianto ad evapotraspirazione fitoassistita è la presenza di un clima arido, nel quale l'aliquota del bilancio idrologico dovuta all'evapotraspirazione annuale supera quella di precipitazione. Il clima mediterraneo si presta bene a questo tipo di impianti, soprattutto per la stagione arida caratteristica dei mesi estivi.

Comunque bisogna valutare caso per caso la situazione climatica locale, nonché il bilancio idrologico effettivo, al fine di realizzare un idoneo dimensionamento dell'impianto.

Figura n.3 foto ed informazioni dal sito http://www.fratticci.com/produzione/sezione.htm

UNA RISORSA IMPORTANTE: LA LIGNINA

"La cellulosa è un carboidrato che ha funzioni strutturali. L'emicellulosa è un polisaccaride costituito da una catena composta da diversi monosaccaridi a cinque ed a sei atomi di carbonio.
La **lignina** è un composto ternario derivato dalla condensazione di unità strutturali fenilpropaniche. E' importante evidenziare che, fra i tre zuccheri, la cellulosa e l'emicellulosa sono gli unici fermentescibili.
La diversa proporzione con la quale questi tre componenti sono presenti nella biomassa influisce, sulla selezione del processo di conversione energetico. Attualmente i processi di conversione energetica impiegati sono riconducibili a due categorie principali: processi termochimici e biochimici.
Ad eccezione della combustione diretta, entrambe le categorie rappresentano modalità di pretrattamento, con la finalità di incrementare la resa termica e la capacitàdi sfruttamento della biomassa. I processi di conversione termochimica sono basati sull'azione del calore. La combustione diretta è il più semplice dei processi termochimici: per essere efficienterichiede la riduzione del contenuto d'acqua della biomassa, che in genere viene ottenuta essiccando i prodotti in modo naturale o artificiale."

fonte da Scuola di

foto dal sito https://spanish.alibaba.com/product-detail/lignin-binder-118314308.html

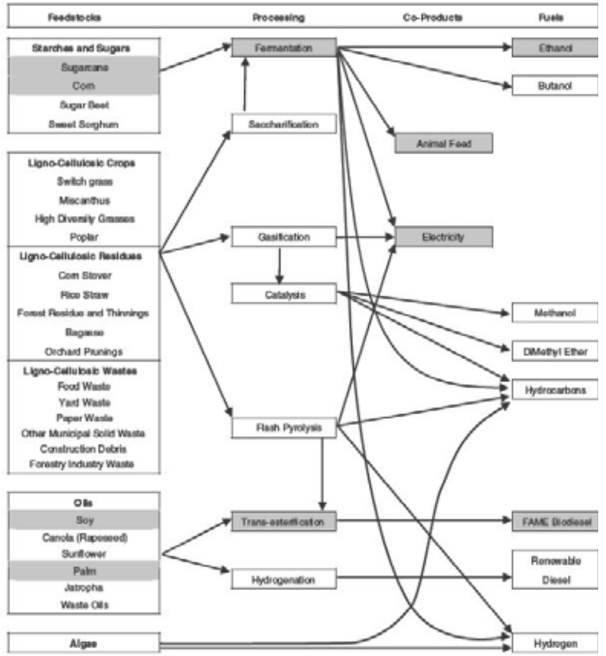
Oltre ai biofuel di prima generazione, si stanno studiando pathway alternativi in grado di sfruttare matrici poco nobili (colture, residui e rifiuti lignocellulosici). I cosiddetti biocarburanti di seconda generazione sfruttano appunto le componenti vegetali cellulosiche (cellulose, emicellulose, ecc.) tramite vie biologiche (saccarificazione e fermentazione) o termochimiche, ma sebbene tali matrici siano disponibili in grandi quantità, il loro processamento è ancora molto costoso (**Hagerdal et al., 2006**). La ricerca biotecnologica si propone quindi di ovviare alla recalcitranza delle strutture cellulosiche tramite metodi di conversione innovativi ed economici (**Gray 2006**), ma sono necessari sviluppi tecnologici (**Doornbosch and Steenblik, 2007**). Recentemente sono stati creati i primi impianti pilota per la produzione di etanolo di seconda generazione (**www.novozymes.com**). Della stessa famiglia è considerato anche il biodiesel rinnovabile ottenuto tramite idrogenazione, mentre algae e H2, ancora alle prime fasi di studio(**Wijffels and Barbosa, 2010**), vengono classificati come biofuel di terza generazione (*figura n. 8*).
I biofuel di prima generazione sono già prodotti su largascala, ma presentano notevoli limitazioni (**Linares and Pèerez-Arriaga, 2012**). Esse sono legate a:

-disponibilità globale di terra fertile e acqua per la coltivazione di colture comunque esigenti;

-competizione con altri usi del suolo, come produzione di cibo e protezione di aree naturali (**Schleupner and Schneider, 2010**);

-insostenibilità ambientale della loro produzione, a causa degli effetti indiretti del cambio di destinazione d'uso dei suoli (minacce al clima tramite rilascio di GHG e agli ecosistemi);

-caratteristiche intrinseche dei biocarburanti (l'etanolo ad esempio presenta bassa densità energetica, capacità corrosiva, ecc.) (**Farrell and Gopal, 2008**).



Scritto estratto dal sito https://tesi.cab.unipd.it/42635/1/Saetta.pdf

Fig. 8–Pathway di produzione dei biofuels. In evidenza le vie attualmente più utilizzate (Farrell and Gopal, 2008)

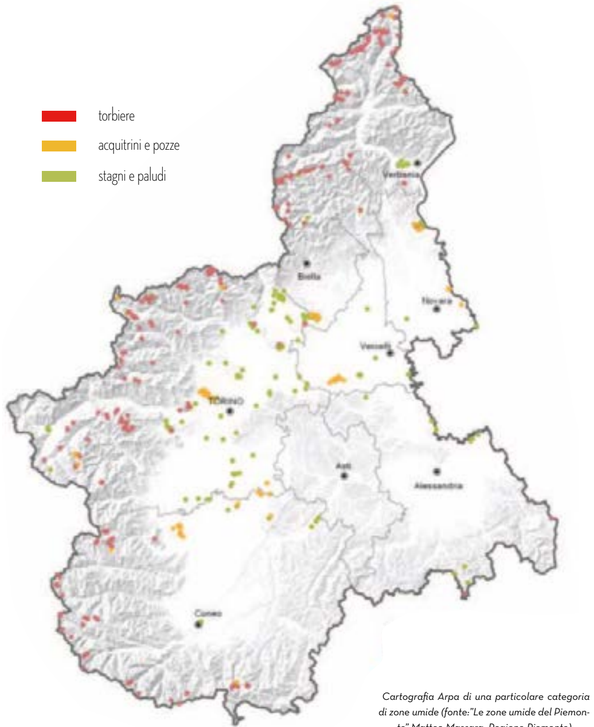
SITI GEOGRAFICI CON PRESENZA DI MATERIALE

AREE UMIDE IN PIEMONTE CON CARTOGRAFIA "ARPA"

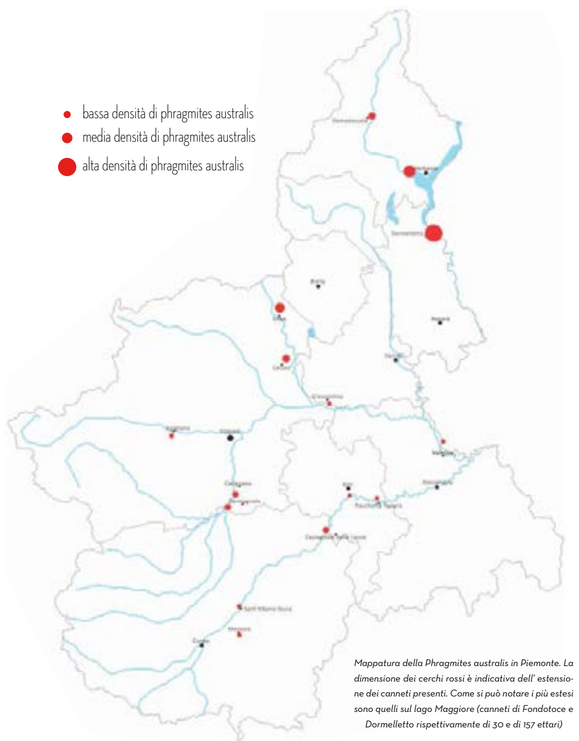
La canna palustre è una pianta molto diffusa a livello mondiale e ha la sua maggiore diffusione (fonte:"Le zone umide del Piemonte" Matteo Massara, Regione Piemonte) negli Stati Uniti e nel Nord Est dell'Europa. In Bulgaria, Romania, Ungheria, Lituania e Svezia e altri ancora si trovano canneti che ricoprono no a 10.000 ettari di superficie. In Italia, è presente in quantità molto inferiori, ma comunque degne di nota, nelle zone del Trentino, Friuli, Emilia Romagna e Umbria per il fatto che sono ancora presenti aree umide.

Grazie al confronto incrociato di cartografie dell' Arpa, Banca dati della Regione Piemonte, Natura 2000 e di alcune tesi della facoltà di Scienze Forestali è stato possibile tracciare una mappatura della presenza della cannuccia anche sul suolo piemontese. Il risultato dimostra che vi è una presenza rilevante ai fni della raccolta, solamente nella zona del lago Maggiore.

Anche nella zona dei laghi di Ivrea è presente questa pianta ma i canneti sono poco densi e frammentati. Come vedremo in seguito, questa mappatura è stata stilata in modo da avere ben chiaro il panorama all'interno del quale questo materiale potrebbe avere uno sviluppo commerciale.



Cartografia Arpa di una particolare categoria di zone umide (fonte:"Le zone umide del Piemonte" Matteo Massara, Regione Piemonte)



Mappatura della Phragmites australis in Piemonte. La dimensione dei cerchi rossi è indicativa dell' estensione dei canneti presenti. Come si può notare i più estesi sono quelli sul lago Maggiore (canneti di Fondotoce e Dormelletto rispettivamente di 30 e di 157 ettari)

MAPPATURA AREE CON CANNA PALUSTRE IN PIEMONTE

In questa mappatura, realizzata con l'uso del software Gis mappe si sono potuti segnalare geograficamente i luoghi con bassa o alta presenza di canneti nel contesto Piemonte.

Come si può intuire, le le suddette aree, si trovano in presenza di bacini d'acqua importanti e non, poichè la stessa pianta ha bisogno dell' elememento H2O e un terreno decisamente di natura paludosa per poter crescere ed estendersi.

Citando alcuni specchi d'acqua importanti, non possono mancare fiumi come il Po, che tocca paesi come Carmagnola, Carignano, Crescentino, Valenza e il capoluogo del Piemonte, quale Torino.

Meno importanti ma allo stesso tempo molto rilevanti, sono altri bacini idrici come il fiume Tanaro, la Dora Baltea, il fiume Sesia, il fiume Orco, il fiume Stura di Demonte. Questi infatti si articolano vicino città come Cuneo, Asti e Alessandria,le quali sono depositarie di una cultura non troppo a conoscenza di questa pianta e delle sue caratteristiche.

La mappatura non è così dettagliata da identificare cubature specifiche nei diversi luoghi, di sicuro potrebbe essere un lavoro da approfondire, in vista di un'ipotetica discussione riguardo a concetti di filiera corta con conseguenti processi industriali per semi-lavorati a km 0 derivati dalle canne palustri.

LA BIOMASSA E LE SUE POTENZIALITA'

"**Biomassa**" è un termine che riunisce una grande quantità di materiali, di natura estremamente eterogenea. In forma generale, si definisce biomassa tutto ciò che possiede matrice organica e che deriva dal processo di organicazione fotosintetica della CO_2, con esclusione delle plastiche e dei materiali fossili (*Foti e Cosentino, 2001*).

La biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili, ovvero trasformati in altre sostanze (solide, liquide o gassose) di più facile utilizzo, negli impianti di conversione.

Altre forme di biomassa possono, inoltre, essere costituite dai residui delle coltivazioni destinate all'alimentazione umana o animale (paglia), o piante espressamente coltivate per scopi energetici. Le più importati tipologie di biomassa sono residui forestali, scarti dell'industria di trasformazione del legno (trucioli, segatura, ecc.), scarti delle aziende zootecniche, scarti mercatali e rifiuti solidi urbani (*Foti e Cosentino, 2001*).

La biomassa è ampiamente disponibile ovunque e rappresenta una risorsa locale, pulita e rinnovabile. Fra le fonti rinnovabili, le biomasse rappresentano una delle soluzioni più interessanti nella ricerca di nuove risorse energetiche rinnovabili, nel breve-medio periodo, per almeno tre ragioni:

- possibilità di produrre energia con investimenti relativamente modesti;
- costituire un'alternativa alle colture tradizionali non in grado di reggere la concorrenza di un mercato ormai globalizzato;
- immagazzinare quantità rilevanti di carbonio nel suolo (e quindi usufruire dei certificati verdi, cioè bonus economici scaturiti dal Protocollo di Kyoto)

Circa 10 anni fa, a Crescentino, paese che si trova nel Cuneese, si cominciò a vedere un certo e discreto interessamento alla canna palustre e alla canna comune al fine di trovare un elemento alternativo al petrolio, che potesse essere utilizzato come bio-carburante.

Dopo quasi 5 anni di ricerca da parte dei botanici e ingegneri si arrivò ad una conclusione per la quale queste due piante potessero essere ottimali a sviluppare un nuovo tipo di combustibile, un bio-etanolo a tutti gli effetti, ovvero, cinque semplici caratteristiche come spiegò l'ing. Giuseppe Fano:"Non doveva essere alimentare - per uomini o animali - per motivi etici; aver scarso bisogno di acqua e di concimi; fosse disponibile tutto l'anno; crescesse su terreni marginali poveri e non utilizzati dalle coltivazioni intensive; e fosse autoctona, ampiamente diffusa, disponibile e con un'alta resa. È la canna comune e la canna palustre, che hanno tutte le caratteristiche necessarie e inoltre forniscono 40 tonnellate per ettaro di sostanza secca equivalente e, una volta lavorate, consentono di ottenere 10 tonnellate per ettaro di bioetanolo, addirittura di più di quanto si ricava dalla canna da zucchero in Brasile."

Con queste parole l'ingegnere e direttore della Mossi e Ghisolfi, cercò di sensibilizzare molte persone sul tema della sostenibilità ambientale in primis, e coinvolgere le grandi multinazionali ad impegnarsi per trovare prodotti alternativi al petrolio e diminuire la dipendenza dalle importazioni dall'estero che ogni anno costano al Paese miliardi di euro e, tramite i biocarburanti (che hanno un bilancio tra CO_2 seqeustrata ed emessa quasi zero) diminuire le emissioni di gas serra.

Ma 10 anni, fa l'intento di poter costruire una filiera di produzione di bio-etanolo aveva come capo saldo una sola tematica su cui riversava le grandi aspirazioni per un futuro più Green: doveva essere vantaggioso economicamente come progetto.

Sul tema della convenienza infatti furono spese parole importanti :" Per essere conveniente, l'etanolo prodotto dalla canna deve però soddisfare altre condizioni: per esempio la cosiddetta filiera corta", spiega ancora l'ingegner Fano.

"Stiamo realizzando un impianto pilota a Crescentino, in provincia di Vercelli, da 40 mila tonnellate di bioetanolo che entrerà in funzione nel 2012. Per alimentarlo sono necessarie canne raccolte un'area di 4 mila ettari, che però non devono provenire da una distanza superiore a 30-35 chilometri. Altrimenti le spese di trasporto e il consumo di carburanti diventano eccessivi e il gioco non vale più la candela."

Secondo Fano, inoltre, l'impianto ideale dovrebbe avere una taglia di 150-200 tonnellate di bioetanolo, quindi occorrono 15-20 mila ettari coltivati a canna – che si raccoglie tutto l'anno - a una distanza non superiore di 70 km dall'impianto.

Altro grande aspetto che teneva in considerazione questa painata su scala nazionale per ovviare al problema delle continue emissioni era per centrare il traguardo che l'Unione europea (e l'Italia) si è data con l'obiettivo **20-20-20, cioè entro il 2020 diminuire del 20% le emissioni di CO_2, aumentare del 20% l'efficienza energetica e produrre il 20% dell'energia da fonti rinnovabili, nel nostro Paese sarà necessario produrre 1,5 milioni di tonnellate di bioetanolo.** Quindi, come confermava Fano: "bisognerà «coltivare» 150 mila ettari ad Arundo donax e Phragmites Australis e costruire 8-10 impianti per la produzione".

La Com. (97) 599 del 26 novembre 1997 "Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili" prospetta azioni comunitarie con l'obiettivo di raddoppiare, entro il 2010, la produzione di energia da fonti rinnovabili. Secondo quanto enunciato nel "Libro Bianco", le biomasse potrebbero contribuire ad incrementare tale quota per più dell' 80%". In questo modo si ridurrebbe anche la quota di CO_2 immessa nell'atmosfera, principale causa dell'"effetto serra". A tale proposito il Protocollo di Kyoto, adottato il 10 dicembre 1997, impegna i Paesi industrializzati ed i Paesi con economia in transizione alla riduzione dei gas ad effetto serra mediante azioni mirate fra cui l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia. In particolare, l'Italia, entro un periodo compreso tra il 2008 ed il 2012, è impegnata ad una riduzione delle proprie emissioni pari al 6,5% in termini di CO_2 equivalente.

Le biomasse, prodotte e utilizzate in maniera ciclica, costituiscono una **risorsa** energetica rinnovabile. In Italia esse contribuiscono già alla produzione di energia elettrica e di energia termica. Dal 2002 tutti i produttori e importatori di energia elettrica hanno l'obbligo di immettere in rete, ogni anno, elettricità prodotta da fonti rinnovabili pari almeno al 2% della quantità eccedente i 100 GWh. A causa dell'alta incidenza delle accise sui prodotti petroliferi e sul gas naturale, le biomasse ligno-cellulosiche si pongono in posizione di grande competitività nei confronti dei combustibili fossili. Da questo scenario previsto scaturiscono preoccupazioni sia di ordine economico che di ordine ambientale. Per preservare in modo efficace gli equilibri dell'ecosistema si deve man, mano promuovere la sostituzione dell'attuale modello energetico, basato sullo sfruttamento delle fonti fossili di energia con un modello di sviluppo sostenibile basato sull'uso di fonti di energia rinnovabile. Infatti, negli ultimi anni è andato crescendo l'interesse, nelle politiche comunitarie e nazionali, sul ruolo dell'agricoltura come "serbatoio" di fonti rinnovabili di energia e sull'opportunità di valorizzare le biomasse a fini energetici.

Ciò rappresenta una rilevante opportunità sia per il settore agricolo e sia per quello forestale in quanto il punto di forza risulta essere la disponibilità di prodotti e sottoprodotti dai quali ottenere energia, ovvero colture specifiche, materie prime non alimentari derivanti da foreste e coltivazioni, residui agro-zootecnici ed agro-industriali. Nel complesso, tali risorse possono rappresentare, a livello nazionale, un'importante fonte di approvvigionamento energetico, mentre a livello locale, consentono di utilizzare in maniera vantaggiosa aree agricole abbandonate integrando il reddito agricolo e fornendo nuove opportunità di lavoro e di sviluppo economico. In questo contesto si inseriscono le produzioni agroenergetiche ancora diffuse a livello sperimentale, il che non consente di definire un preciso mercato di riferimento. In particolare, la principale caratteristica commerciale delle biomasse riguarda il fatto che queste sono delle commodities, si tratta quindi di prodotti non differenziabili la cui competitività si basa esclusivamente sui prezzi. Inoltre, il produttore non ha la possibilità di influenzare il prezzo di mercato che sarà frutto dell'incontro della domanda e dell'offerta.

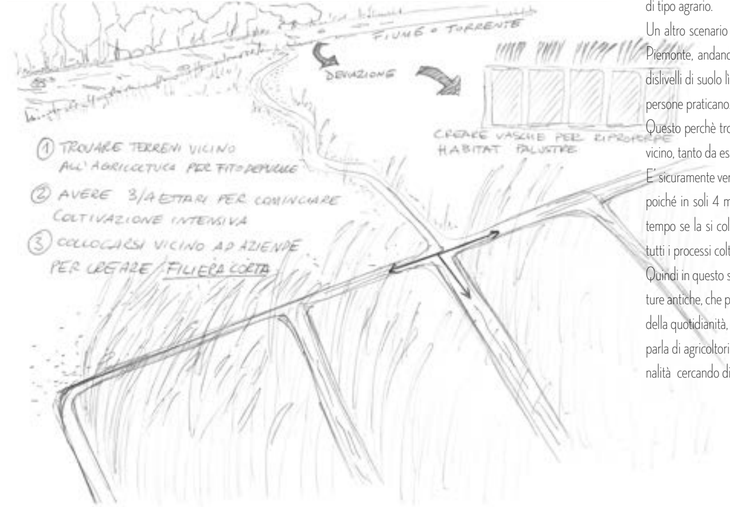
Attualmente nelle regioni temperate si assiste al progressivo abbandono delle wetland bonificate, dopo anni di sfruttamento. Il motivo può coincidere con il graduale degrado del suolo, la riduzione della produttività, la perdita di qualità dei foraggi, ecc. La produzione di biomassa per scopi energetici in wetland ri-esondate consente invece di integrarela conservazione del sito con il suo sfruttamento agro-silvicolo, secondo una gestione ambientale sostenibile.

Alla luce delle problematiche etiche relative alla produzione di biomassa per scopi non alimentari, alcuni sostengono che le bioenergie andrebbero sfruttate solo in caso di filiere realmente efficienti dal punto di vista energetico.

"Indagini su canneti naturali hanno invece dimostrato che la raccolta invernale della biomassa è meno impattante (van der Toorn and Mook, 1982). Tale intervento non ha effetti sulla successiva produzione di culmi e, al contrario, comporta una maggiore produzione di biomassa rispetto ai canneti gestiti passivamente (Graneli 1990). Gli effetti positivi della rimozione (Graneli 1984) potrebbero essere dovuti a migliori condizioni luminose (Graneli 1989). Al contrario lo sfalcio della vegetazione verde emergente durante l'estate può comportare una riduzione di produttività e talvolta anche l'eliminazione del canneto (Graneli1990). Si deduce in definitiva che, in una prospettiva a lungo termine, il taglio e la raccolta invernale potrebbero produrre una risorsa di valore ed essere di benefico effetto per la natura (Graneli 1990).

Ad esempio la biomassa dei rizomi decresce durante la primavera, aumenta in estate e diminuisce nuovamente in inverno, in quest'ultimo caso anche a causa di un consideravole tasso di mortalità rizomica (Hocking 1989; Graneli et al., 1992). Alla ripresa vegetativa primaverile Phragmites trasloca i carboidrati negli organi epigei, per supportare la crescita dei nuovi culmi. Lo stesso andamento in primavera-inizio estate è stato osservato per i nutrienti minerali P, K e N, anche se la traslocazione rizomi-culmi più consistente riguarda l'azoto (Graneli et al., 1992). Di conseguenza in tarda primavera-inizio estate i rizomi presentano la più bassa quantità riserveenergetiche dell'intero ciclo vegetativo e si apprestano nuovamente ad accumulare riserve nei rizomi (Karunaratne et al., 2003). Questo processo inizia nelle prime fasi della stagione estiva, in modo da consentire il ricaccio di Phragmites nella primavera successiva (Graneli et al., 1992)."

Scritto estratto dal sito https://tesi.cab.unipd.it/42635/1/Saetta.pdf



POSSIBILE COLTIVAZIONE INTENSIVA

Per delineare un progetto di gestione di questa pianta attraverso l'utilizzo della paludicultura, si possono immaginare diversi scenari sul territorio italiano. Difatti essendo una pianta elofita, che quindi ha per 1/5 il culmo immerso nell'acqua, si potrebbero prevedere delle vasche d'acqua create appositamente dalla deviazione dei corsi d'acqua medio-piccoli nelle aree piemontesi, andando a creare degli interventi diffusi ed invtensivi di coltivazione di canneti, simili alle risaie presenti nel vercellese.

L'idea potrebbe essere quella di utilizzare le Phragmites Australis per fitodepurare le acque dove esse stesse vengono coltivate, cercando di riutilizzare la risorsa idrica purificata per altri scopi, legati nello specifico, a situazioni di tipo agrario.

Un altro scenario possibile, potrebbe essere il risanamento di alcune sponde di fiumi medio-grandi, sempre in Piemonte, andando manualmente a creare delle aree dai 2 ettari in su, dove, dopo aver appianato i possibili dislivelli di suolo lì dove cresce la pianta, si possa procedere al rigoroso sfalcio manuale, tecnica che ormai poche persone praticano.

Questo perchè trovarla in natura, vuol dire principalmente trovare altre piante che spontaneamente le crescono vicino, tanto da essere invasive durante la sua antesi.

E' sicuramente vero che il periodo di gestione e di coltivazione rimane forse uno dei punti di forza di questa pianta, poiché in soli 4 mesi riesce a garantire un ciclo di culmi da poco, a molto maturi, quasi secchi, ma allo stesso tempo se la si coltiva lì dove spontaneamente è nata, occore un'importante e sapiente manodopera a gestirne tutti i processi coltivativi.

Quindi in questo scenario si riesce ad intravedere una possibilità non scontata; ovvero tornare ad usufruire di culture antiche, che per centinaia di anni sono riuscite a gestire pezzi di territorio italiano, creando bisogni con oggetti della quotidianità, dal cesto per portare le provviste alle stuoie per le coperture delle abitazioni. Nello specifico si parla di agricoltori specializzati nel settore che potrebbero, in questa maniera, salvaguardare la propria professionalità cercando di passare il testimone ai più giovani ed inseperti nel settore.

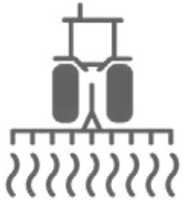
ATTIVARE UN'ECONOMIA CIRCOLARE

"Gli effetti dei cambiamenti climatici sull'ambiente sono particolarmente percepiti nell'habitat urbano a causa dell'eccessiva cementazione del suolo; inoltre, vi sono conseguenze negative che riguardano quelle terre destinate all'agricoltura. Nonostante la crisi del settore edile italiano, le città e le periferie continuano a rubare terreno utile a fini agricoli, distruggendo una risorsa preziosa. Il suolo fertile è, infatti, un bene comune esauribile, una risorsa fondamentale per raggiungere un equilibrio più sostenibile tra città e campagna. Investire nel recupero delle aree rurali indurrebbe un processo virtuoso di economia circolare, basato sulla produzione agricola locale, sulle relazioni di comunità su piccola scala, sulla valorizzazione e bonifica del territorio e sulla valorizzazione del patrimonio rurale. Tale economia sarebbe una possibile soluzione per un territorio più resiliente, duraturo e sostenibile." (Nergello, Maicol, 2018).

Di seguito a questa breve introduzione, sull'importanza riguardo la tutela del nostro ambiente, cercando di utilizzare un'economia circolare localizzata sul territorio che tenda a sfruttare risorse naturali sul territorio, avendo studiato la canna palustre nelle sue peculiarità botaniche e non solo, si é pensato di ragionare su come, questa materia della natura, possa essere d'aiuto al territorio italiano creando un concetto di circolarità economica.

Partendo dall'agricoltura, arrivando al riuso degli scarti in architettura si potrebbe aprire un capitolo importante per questa pianta e la sua gestazione.

Evidenzieremo alcune possibili situazioni da tenere sotto controllo durante le varie fasi di coltivazione, al fine di arrivare ad avere semilavorati per l'architettura e per far ripartire realtà di artigianato che lavora ancora oggi canna palustre.



3 STEP PER L'AGRICOLTURA

selezionare geograficamente le aree con i terreni disponibili per le colture

trattamento paludicolturale dei terreni

uso della fitodepurazione per avviare ad un ciclo di water management acque pulite

stimato che la coltivazione su di 1 ettaro di terreno può produrre quasi 10 tonnellate di canna palustre matura dopo un'attesi di 4 mesi e mezzo e la possibilità di ottenere 2 raccolti in un anno.
TOTALE di 20 ton di materiale vegetale maturo in un anno

trattare e tutelare questa pianta vuol dire evitare la formazione di torbiere che producono all'interno del loro ciclo di sviluppo, **gas metano**, nocivo all'ambiente e all'uomo.
La stessa pianta una volta morta per essicamento, secerne gas, che però risulta utile per la chimica di base al fine di produrre bio gas.

essendo una pianta che spontaneamente depura l'acqua dove cresce, l'intenzione di poter gestire anche bacini d'acqua generati dalla deviazione di fiumi e torrenti per la coltivazione, permetterebbe di avere H2O pulita per l'irrigazione dei campi.

L'IMPORTANZA DELLA RACCOLTA

valorizzare un lavoro umano che si sta perdendo nel tempo

utilizzare macchine agricole per aiutare il lavoro manuale

il miglioramento fisico della pianta e del terreno

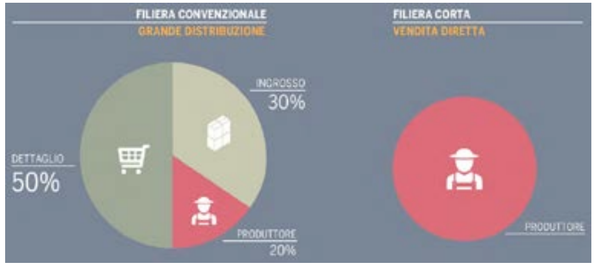
Il momento dello sfalcio, a detta sopratutto dei pochi coltivatori rimasti nel panorama italiano, é forse la fase più delicata dell'intera gestazione della pianta, poiché il taglio per la raccolta delle canne richiede una grande conoscenza della pianta. Infatti il taglio deve avvenire poco sopra il primo internodo, evitando di non arrecare danno al rizoma durante lo sfalcio al fine di poter riniziare un nuovo ciclo di coltivazione dalla stessa pianta.

Riuscire ad utilizzare macchinari agricoli per aiutare il lavoro dell'uomo nel momento della semina e durante le fasi di stoccaggio del materiale sarebbe l'ideale in vista di una coltivazione di canna palustre intensiva.

Ultimo ma non meno importante, il risultato che si ottiene nel coltivarle la painta:
- il raccolto successivo al primo, fornisce una pianta con caratteristiche fisiche migliori.
-il terreno non genera interramenti, quindi evita di creare future torbiere.

CREAZIONE DI UN'IPOTETICA FILIERA CORTA

CONCETTO DI FILIERA CORTA



Il termine **filiera**, indica l'insieme delle azioni che collegano la fase di produzione delle biomasse a quelle di trasporto, trasformazione ed utilizzo. Si parla di **filiera corta** quando "biomassa e biogas sono prodotti entro il raggio di 70 km dall'impianto di produzione dell' energia elettrica. La lunghezza del predetto raggio è misurata come la distanza in linea d'aria che intercorre tra l'impianto di produzione dell'energia elettrica e i confini amministrativi del Comune in cui ricade il luogo di produzione della biomassa stessa come individuato da un'ulteriore tabella allegata al decreto" art. 9 e 10 del Dlgs n.102/2005".
In questo caso un unico imprenditore controlla tutte le fasi del processo, ha la garanzia e la disponibilità delle biomasse e può ottimizzarne il valore aggiunto.
La filiera corta si contraddistingue per le seguenti caratteristiche:

- numero ridotto di intermediari che partecipano alla ripartizione della marginalità globale prodotta;
- è l'agricoltore a governare, ed è coinvolto in tutte le fasi della filiera, da quella iniziale quella finale;
- si realizza l'equilibrio tra domanda ed offerta;
- l'approvvigionamento delle biomasse non richiede grandi spostamenti;
- l'imprenditore agricolo (singolo o associato) produce le colture energetiche, le destina ad una propria piattaforma energetica ed utilizza/colloca sul mercato (autoconsumo/vendita) l'energia prodotta;
- il reddito generato è in capo all'imprenditore agricolo e rientra nel mix dei redditi delle colture destinate al mercato del food;

L'agricoltore dunque da utente a produttore di energia da fonti rinnovabili.

DALLA PIANTA ALLA BIO-RAFFINERIA

Il concetto di bioraffineria ad oggi è analogo alla raffineria di petroliche produce molteplici carburanti e chimica.

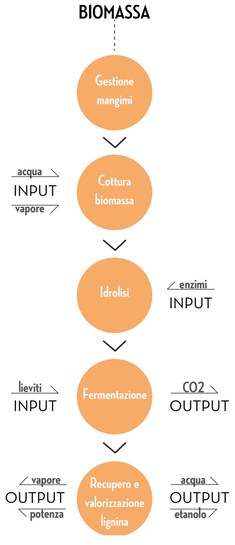
Con questo tipo di approcio si va incontro ad una tecnologia che tiene conto di processi naturali tipici dei vegetali, che ha come risultato finale la valorizzazione della lignina che produce vapore e potenza.
I benefici di questa tecologia inoltre sono molteplici:

- la ***flessibilità*** delle materie prime;

- Innovativo processo di **cottura a biomassa continua** proprietaria senza aggiunta di sostanze chimiche;

- ***Design di processo unico*** per un flusso di zucchero liquefatto costante e continuo produzione, insieme all'azione enzimatica;

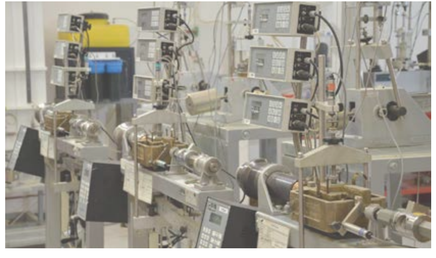
- Progettazione del processo completamente integrata utilizzando attrezzature continue da abilitare a piante su grande scala;



IL PROCESSO

Alla base di questo processo ci sta una tecnologia che si sviluppa utilizzando il vapore come risorsa primaria per contribuire al naturale sviluppo di elementi che si configurano come essenziali nel raggiungimento di produzione di lignina che fornisce potenza ed etanolo.
Alcuni dei grandi e principali vataggi derivati da questa STEAM-BASED technology sono:

- il fatto che non è necessario un ulteriore ***trattamento di alimentazione*** in termini di macinazione o riduzione delle dimensioni;
- un' evata flessibilità nei confronti di diverse materie prime: possibilità di trattare le colture di tutto il mondo in un'ampia gamma di contenuto di umidità, dimensioni e densità;
- la non aggiunta di sostanze chimiche riduce la complessità del processo
(nessuna progettazione speciale, no riciclaggio chimico ...);



AREE LABORATORIALI RIVALTA SCRIVIA (AL)

Presso Rivalta Scrivia, località situata nei pressi di Alba in Piemonte, si sono instituiti gruppi di ricercatori esperti nella biochimica che hanno testato, in appositi laboratori, i vari passaggi del processo di utilizzo della biomassa, per ottenere risultati congrui agli studi, esclusivamente teorici sviluppati oggi giorno.
Questi test sono divisi in tre semplici step:

- parte **ANALITICA** dove I campioni sono preparati (ad esempio, campioni solidi sono macinato, schermato, essiccato, sottoposto ad attacco acido) da analizzare (composizione chimica).

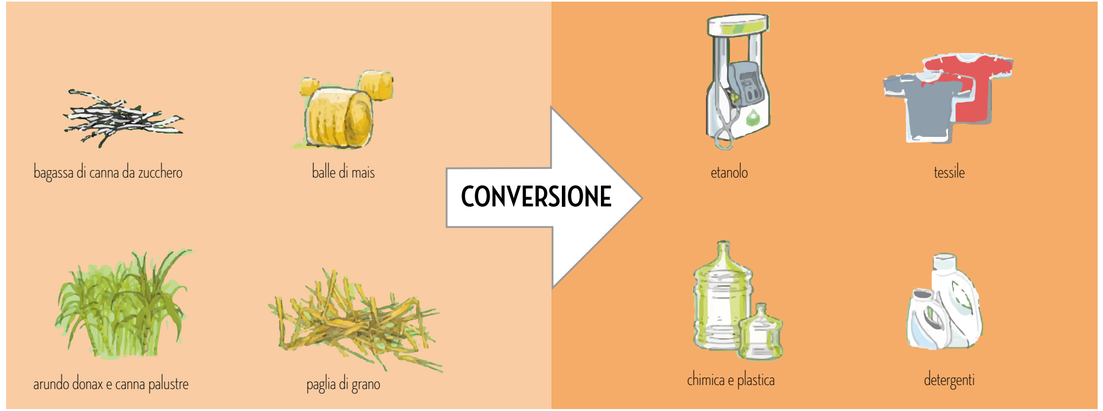
- lo **SVILUPPO DEL PROCESSO** si divide in due parti; la prima chiamata CATALISI, ovvero I catalizzatori supportati sono testati per studiare attività, selettività e fenomeni di avvelenamento.
la seconda è la CHIMICA FISICA, ovvero Sviluppo del processo di test della biomassa per la gestione della biomassa, separazione del prodotto (distillazione, filtrazione, ecc.).

- il **BIOPROCESSO** nei quali i polisaccaridi della biomassa sono trattati con enzimi per rilasciare gli zuccheri che possono essere fermentati in etanolo utilizzando i bioreattori.

UNA PIATTAFORMA TECNOLOGICA

L'ultimo obiettivo dei ricercatori in laboratorio, dunque non è altro che arrivare ad avere biomassa basata sull'utilizzo di bioraffinerie.
Per ottenere questi risultati bisogna avere un convertitore a scala industriale che riesca a produrre semilavorati a livello sostenibile. Bisogna avvalersi di una grande tecnologia industriale per produrre alcol a prezzi competitivi e arrivare alla soluzione ideale per sfruttare gli zuccheri contenuti nelle biomasse lignocellulosiche e produrre biochimici e bioplastiche.

Usufruire di una piattaforma per la produzione di prodotti chimici rinnovabili e intermedi utilizzabili come alternativa ai derivati del petrolchimico darebbe modo all'uomo di contenere le emissioni e riciclare, per la maggior parte, i materiali di utilizzo dando vita ad un ciclo di sensibilizzazione importante nei confronti della natura.
In questo senso, la canna palustre, grazie sopratutto alla tecnologia per la produzione di zuccheri cellulosici, riesce ad essere un materiale d'impatto perchè capace di creare dal Bioetanolo, alla lignina chimica, arrivando fino a componenti biopolimerici.



USI IN EDILIZIA

POTENZIALITA' COSTRUTTIVE

UNA PO' DI STORIA

L'utilizzo della canna palustre come materiale da costruzione deriva dalla forte ed estesa presenza della pianta nei territori umidi che ha spinto gli abitanti di quei luoghi a servirsi di essa per la realizzazione, oltre di manufatti di uso comune come stuoie e reti per la pesca, di elementi costruttivi atti allo sviluppo e alla realizzazione delle proprie abitazioni e degli spazi necessari alla quotidianità.

Le prime architetture realizzate attraverso l'utilizzo della canna risalgono ad epoche molto lontane rispetto alla nostra a partire dal paleolitico superiore. Attraverso studi legati all'archeologia e alla paleontologia sono state scoperte tracce risalenti a questo periodo di capanne realizzate utilizzando rami intonacati nei climi maggiormente temperati dell'Europa continentale e dell'Estremo oriente.

Tale tecnica presenta dei forti punti in comune con metodi costruttivi appartenenti ad insediamenti andini in cui le costruzioni erano formate da canne fissate tra loro tamite funi determinando un approccio che viene replicato anche in periodi più vicini al nostro.

Gli archeologi ritengono che da questa tipologia costruttiva derivino le strutture in pietra con copertura di graticci di canne e argilla realizzate in Iraq, Iran e Mediterraneo orientale. Tra l'ottavo e il quinto millennio a.C. viene sviluppata una tecnica costruttiva che permette di aumentare la durabilità delle costruzioni che consiste nella realizzazione di fabbricati in mattoni di fango essiccati e coperture piane costituite da canne e strati sovrastanti in terra battuta.

Questo approccio tecnologico è stato utilizzato nei territori dell'Anatolia meridionale e dei monti Zagros nella definizione di unità abitative rettangolari che hanno permesso la formazione di nuclei urbani. Abitazioni rettangolari costruite in mattoni di fango e materiale vegetale sono anche quelle documentate in Iran e India.

Nel periodo compreso tra il quinto e il terzo millennio in Mesopotamia e nella parte meridionale della penisola balcanica sono presenti testimonianze di fabbricati ad uso abitativo costituiti da una struttura in mattoni di fango e copertura a falda in materiale vegetale.

Nello stesso periodo storico sono stati realizzati casi di abitazioni caratterizzate da una struttura in legno e copertura a falde in materiale vegetale in Europa Centrale e Orientale. Nell'Estremo Oriente, in Giappone, esistono tracce di costruzioni semplici con fondamenta realizzate in terra costipata struttura portante in legno e manto di copertura vegetale mentre in Cina è possibile trovare testimonianze di capanne a pianta circolare costituite dallo stesso schema costruttivo.

In italia le testimonianze più antiche di costruzioni realizzate in canne sono quelle riportate attraverso le incisioni nelle montagne della Valle Camonica risalenti al periodo compreso tra l'ottavo e il sesto millennio a.C. che mostrano strutture in legno con tetto a capriata e falde a forte pendenza caratterizzate da un manto di copertura in materiale vegetale. Sul territorio italiano le realizzazioni in canna palustre più rilevanti sono i casoni di cui è possibile trovare ancora esempi esistenti nelle aree del Delta del Po, nelle lagune del Veneto e del Friuli, e in Emilia Romagna.

Questa tipologia di edificio deriva dal periodo compreso tra la fine dell' Età del Bronzo e l'inizio dell'Età del Ferro e rappresenta il modulo attraverso cui si sviluppavano gli abitati che si affacciavano sulle maggiori vie di passaggio e commercio fluviali.

Nella foto in alto, operai addeti alla costruzione di un MUDHIF, totalmente fatto di canne palustri, e come si può notare i fasci strutturali sono utilizzati come sistemi voltati.

La scelta costruttiva del casone si fonda sulla considerazione della canna palustre come materiale naturale attraverso cui definire l'involucro del fabbricato e il manto di copertura. La struttura portante è in legno mentre il rivestimento in canne veniva realizzato scegliendo steli di diametro ridotto grazie ai quali era più facile eliminare i vuoti attraverso la pressatura in modo da ottenere valori di isolamento e impermeabilizzazione migliori.

Per quanto riguarda l'impatto sull'uomo, l'impiego della canna palustre nell'edilizia garantisce la salute delle persone, a partire dalla fase di cantiere, dove i lavoratori possono maneggiare semilavorati senza pericolo durante la costruzione, fino ad arrivare all'utilizzo dell'edificio completato, dove coloro che vi abitano possono godere di una condizione di benessere se gli elementi costruttivi sono realizzati utilizzando questo materiale naturale. L'impatto sull'ambiente di questo materiale è ugualmente interessante, poichè consente il minore consumo di energia , considerando il completo ciclo di vita di un manufatto dalla produzione al riciclaggio, rispetto a quanto richiesto per altri materiali da costruzione.

Parlando specificamente di un possibile impiego delle canne palustri nelle costruzioni e dovendo in primo luogo affrontare il problema dell'approvvigionamento del materiale, si viene a scoprire che attualmente nelle zone umide del nostro territorio non è facile reperire canne, poiché mancano le cubature.

Il fenomeno per la quale non è più possibile l'alto reperimento in natura si chiama subsidienza, che è l'abbassamento verticale della superficie terrestre determinata da cause naturali ed antropiche, che ha favorito l'ingresso del cuneo salino, cioè la risalita dell'acqua marina nei fiumi e infiltrazioni nelle falde acquifere, incompatibile con lo sviluppo di canneti.

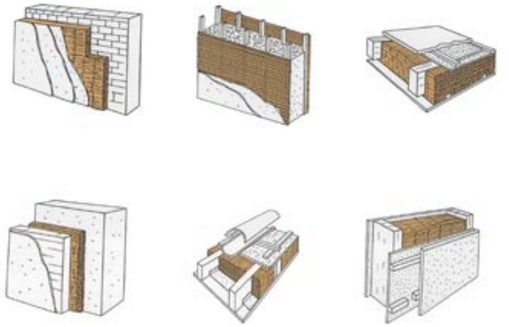
UNA PO' DI CONTEMPORANEITA'

L'utilizzo della canna palustre nella contemporaneità prevede la sua applicazione nella realizzazione di soluzioni tecnologiche in fabbricati di nuova costruzione, in interventi di restauro e in contesti che richiedono un'attenzione particolare verso gli aspetti ambientali.

Nello specifico attualmente questo materiale viene impiegato prevalentemente per la produzione di semilavorati, quali stuoie e pannelli in canne pressate. La prima soluzione tecnologica prevede l'ottenimento di tappetini composti dai fusti di canna affiancati l'uno all'altro e viene utilizzata come supporto per la realizzazione di strati di intonaco. In commercio le stuoie sono fornite in rotoli la cui altezza varia dagli 1 ai 3 metri e la cui lunghezza è compresa tra i 3 e i 5 metri. I pannelli in canne pressate sono invece utilizzati per la realizzazione di strati isolanti sia a livello termico che acustico e sono generalmente rifiniti da uno strato di intonaco.

Sono venduti a sezioni modulari caratterizzate da uno spessore che va dai 3 centimetri fino a raggiungere gli 8 centimetri e oltre, un'altezza generalmente di 2 metri e una lunghezza che può variare da 1 metro a 2 metri. Entrambi i semilavorati devono essere stoccati all'asciutto e mantenuti in posizione orizzontale per evitare che gli steli si pieghino compromettendo le caratteristiche richieste. Inoltre le singole canne da cui sono composti sono tagliate nella stagione invernale poiché gli steli si presentano privi di foglie e contenenti una forte percentuale di tannino che aumenta la capacità di resistenza all'attacco di insetti e sono tenute insieme da filo di ferro zincato o di nylon applicato meccanicamente. Attraverso l'impiego della canna palustre è inoltre possibile realizzare elementi costruttivi completi. Una delle possibili soluzioni è testimoniata dalla casa della tradizione isolana in cui la copertura è formata da un incannucciato posato su travi in legno e ricoperto di tegole, in cui le canne in alcuni casi vengono lasciate a vista, in altri vengono schiacciate e intrecciate determinando così anche l'elemento di finitura dell'intradosso del solaio. In altre applicazioni gli steli delle canne vengono spezzati e mescolati alla terra, andando a costituire le armature di pareti in argilla, irrobustite esternamente da pareti in juta.

Nella foto sopra, la posa in verticale di due strati isolanti di pannelli in canna palustre



Il materiale palustre, sorretto da elementi portanti in legno, viene anche impiegato per realizzare intere stratificazioni di copertura in quanto garantisce isolamento termoacustico e buone prestazioni di tenuta all'acqua considerando determinati spessori e inclinazioni. In Europa coperture realizzate interamente utilizzando elementi naturali vegetali sono presenti in numerosi paesi, come nel caso del Regno Unito, in cui è consolidata una forte tradizione artigianale dedicata alla costruzione e manutenzione di edifici di campagna in legno e copertura in materiale vegetale.

Nel nostro Paese è presente una parte abbastanza limita del panorama architettonico in cui è possibile rilevare una certa sensibilità nei confronti di tecniche appartenenti alla tradizione ovvero quella legata al restauro di edifici di interesse storico in contesti di particolare pregio naturalistico. Il settore della bioarchitettura offre spiragli maggiori per quanto riguarda il possibile utilizzo di canna palustre in quanto pone sempre più maggiori attenzioni nei confronti delle caratteristiche connesse alla qualità dell'ambiente e dell'abitare che sono offerte dai materiali naturali.

Per quanto riguarda la reperibilità della materia prima, i maggiori produttori a livello europeo sono l'Ungheria, l'Austria, la Polonia, la Romania e la Francia, grazie alla cura delle aree palustri che è stata portata avanti nel corso del tempo. In Italia la presenza di canna palustre risulta essere molto inferiore a causa di interventi di bonifica che hanno investito i terreni paludosi per permettere di renderli coltivabili. Ulteriore aspetto che limita la disponibilità di materiale proveniente dal territorio italiano è la difficoltà di trovare manodopera adeguata adibita al taglio e al trattamento generale che riguarda la produzione della canna.

La manutenzione del canneto risulta essere fondamentale per ottenere una materia prima che possa garantire le caratteristiche richieste nella realizzazione dei prodotti ad essa legati ed evitare che l'accumularsi incontrollato di fusti e radici determini l'impaludimento delle aree umide. In Italia esiste un numero limitato di realtà che trattano il materiale, le principali risultano essere l'azienda Leo Bodner con sede a Bolzano, la Lacep e l'azienda Zoppitelli situate a Magione in provincia di Perugia e la Naturgheller di Treviso.

MANUTENZIONE E DURABILITA'

Nelle specie vegetali la cannuccia risulta essere tra le più resistenti nel tempo e infatti sulla durabilità troviamo un vero punto di forza con tutta probabilità conferitogli dall'elevata quantità di silicio presente nello stelo. La prova che più certifica la durata di questo materiale sono gli esempi di utilizzo. In alcuni edi ci datati più di 150 anni è possibile, a causa del distacco di una parte di intonaco esterno, vedere le arelle ancora completamente integre. In Svezia i tetti fatti esclusivamente in canna palustre hanno una vita nominale di 80 anni. Se consideriamo la durata di un tetto nonostante la sua esposizione diretta alle intemperie possiamo farci un'idea della durata di un pannello intonacato.

Discorso a parte è quello dell' utilizzo in ambienti interni all' edificio; le prestazioni sono ancora maggiori. Tanti palazzi quattrocenteschi hanno sottotetti in cannicciato intonacati e affrescati che attualmente sono in perfetto stato di conservazione.

La canna palustre grazie alla sua grande flessibilità e evita la formazione di fessure e rigonfiamenti nell'intonaco per assestamenti o vibrazioni successivi alla stesura. Per questo è sempre stata utilizzata come supporto per intonaci anche affrescati. Oggi viene sovente impiegata proprio là dove le condizioni sono peggiori: i risanamenti di murature umide. La si utilizza, ad esempio abbinata all'intonaco coccio pesto, proprio per le sue caratteristiche di permeabilità, resistenza alle muffe e alla marcescenza.

Inoltre studi specialistici sulla nidificazione dei roditori hanno dimostrato che, diversamente da quanto si potrebbe credere questi animali preferiscono materiali come la lana di roccia o la lana di vetro alla canna palustre per stabilirsi.

Nelle foto a destra, la prima rappresenta un intradosso di copertura in canna comune, la seconda in canne palustri.
Nella foto a sinistra invece, una cappotatura esterna di 7 cm su un edificato ex-novo.

La canna palustre viene utilizzata tradizionalmente grazie alle buone caratteristiche di durabilità che possiede derivanti dall'alto contenuto di silice.

La problematica principale riguardante il suo impiego è legata alla scarsa capacità di rispondere a specifici requisiti di comportamento in quanto essendo un elemento naturale fibroso e fortemente anisotropo risulta difficile reperire dati omologabili per la produzione di prodotti e semilavorati. Parallelamente a questo aspetto si assiste anche all'assenza di una normativa comune che possa regolamentare i processi produttivi e di lavorazione legati al materiale.

A livello europeo è presente una forte differenziazione dei parametri richiesti riguardanti aspetti normativi in linea con la Direttiva europea 89/106 CEE. Tale direttiva stabilisce che i prodotti per essere impiegati nel campo delle costruzioni devono garantire il rispetto di requisiti essenziali quali resistenza meccanica e stabilità, igiene, salute, ambiente, sicurezza in caso d'incendio, sicurezza nell'impiego, protezione acustica, isolamento termico e risparmio energetico.

Nonostante le difficoltà legate alla normalizzazione dei materiali naturali in genere, il tema legato alla salute dell'uomo e al rispetto ambientale sta mettendo in luce aspetti prestazionali che li rendono competitivi rispetto ad altri.

Nella foto in alto, isolamento termico di un solaio con fasci di canne palustri

SPECIFICHE TECNICHE DEL MATERIALE

Per quanto riguarda le caratteristiche termo igrometriche, i relativi dati sono contenuti nelle norme UNI e nelle norme tecniche di Regioni e Province Autonome. Le norme UNI 7357-74 e FA-3 1989, Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici, indicano che lastre ottenute dalla compressione delle canne aventi una densità di 250 kg/m3 presentano un valore di conduttività termica pari a 0,05 kcal/hm°C (0,058 W/m2K) (Tab. 1).

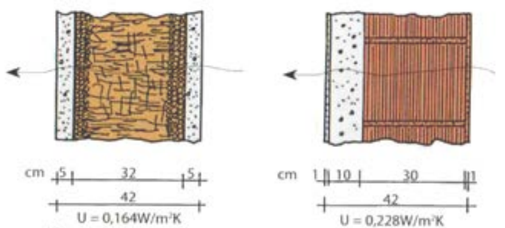
La canna palustre non è presente invece nelle attuali norme UNI EN 12524, Materiali e prodotti per edilizia
- Proprietà igrometriche
- Valori tabulati di progetto.

Altri dati tecnici sono riportati dalla normativa della Provincia Autonoma di Bolzano dove, utilizzando le tabelle per la valutazione delle caratteristiche energetiche secondo la metodologia CasaClima, emerge come ad un pannello in canna avente massa volumica di 190 kg/m3 venga attribuita una conduttività termica pari a 0,055 W/m2K.

In ambito regionale lo Sportello per la bioedilizia, attivato dalla Regione Piemonte, classifica la canna palustre tra i materiali termoisolanti di origine vegetale a struttura fibrosa e conferisce un valore di conduttività termica pari a 0,045-0,056 W/m2K a fronte di una massa volumica di 130-190 kg/m3. Grazie alla lettura di questi dati è possibile affermare come la canna palustre sia un materiale efficace per la realizzazione di soluzioni tecnologiche adibite ad isolamento termico.

Infatti se si considera una parete caratterizzata da uno spessore di 42 cm e un peso di 260 kg, realizzata attraverso la posa di pannelli in canna compressa dallo spessore di 32 cm e strati di intonaco in calce posto esternamente e internamente avente spessore singolo di 5 cm, è possibile raggiungere una trasmittanza di 0,164 W/m2K. Questo valore di trasmittanza risulta essere migliore rispetto a quello che si otterrebbe se venisse considerata una parete dello stesso spessore composta da un blocco di laterizio alveolare di 30 cm, da uno strato isolante in poliestere di 10 cm e strati di intonaco esterno ed interno, avente un peso di 280 kg, dove il valore risulterebbe pari a 0,228 W/m2K.

materiale termoisolante	kg/m³	kcal/hm°C	W/m°K
canne compresse in lastre	**250**	**0,05**	**0,058**
cotone in fiocchi	80	0,036	0,042
crine compresso in feltri	270	0,04	0,047
juta	94	0,055	0,064
lana animale (materassini)	136	0,033	0,038
fibre di legno compresse	320	0,055	0,064
fibre di legno mineralizzate	400	0,068	0,079
fibre di lino in fogli flessibili	80	0,034	0,040
lolla di riso sfusa	135	0,045	0,052
paglia compressa	175	0,05	0,058
pelo pressato in feltro	100	0,032	0,037
perlite sfusa	120-150	0,038	0,044
piuma	80	0,03	0,035
seta in treccia	100	0,043	0,050
sughero in granuli	130	0,03	0,035
vermiculite espansa	112-130	0,059	0,069
vetro cellulare espanso	140	0,048	0,056



Conduttività della canna palustre a confronto con altri materiali isolanti (valori tratti dalle norme UNI 7357-74 1898)

materiali isolanti	λ conducibilità termica (W/mK)(1)	c calore specifico (kJ/kgK) (2)	μ fattore di resistenza alla diffusione del vapore –
origine vegetale			
fibra di cellulosa fiocchi	0,040	1,9	1-5
fibra di cellulosa pannelli	0,039	"	"
fibra di cellulosa granuli sfusi	0,069	"	"
fibra di legno	0,042	2,1	5–10
fibra di legno e leganti minerali	0,095	2	5–10
fibra di canapa	0,040	1,7	1-5
fibra di kenaf	0,039	1,7	1-5
fibra di lino	0,040	1,6	1-5
fibra di mais	0,040	1,9	1-5
canna palustre	0,050	1,3	1–2
sughero pannelli	0,041	1,85	5-10
sughero granuli sfusi	0,040	"	"
sughero granuli impastati	0,048-0,10	"	"
fibra di cocco	0,045	1,45	1-5
origine animale			
lana di pecora	0,040	1,7	1-5
origine minerale			
perlite espansa pannelli	0,055	0,9	1-10
perlite espansa sfusa	0,051	"	"
perlite espansa impastata	0,094-0,15	"	"
vermiculite espansa sfusa	0,067	0,8	5-10
vermiculite espansa impastata	0,084-0,095	"	"
argilla espansa sfusa	0,11	0,9	5-10
argilla espansa impastata	0,16-0,31	"	"
vetro granulare espanso sfuso	0,075	0,85	5-10
pomice sfusa	0,10	0,9	1-5
pomice impastata	0,16-0,21	"	"
calce-cemento cellulare pannelli	0,045	1	5-10
calce-cemento cellulare granuli sfusi	0,12	"	"
calce-cemento cell. granuli impastati	0,15-0,18	"	"
vetro cellulare	0,040	0,85	1000
lana di vetro	0,040	0,8	1-5
lana di roccia	"	"	"
origine sintetica			
fibre di poliestere	0,040	0,24	1-5
polistirene espanso sinterizzato (EPS)	0,040	1,4	20-80
polistirene espanso estruso (XPS)	0,035	1,45	80-300
poliuretano espanso (PUR)	0,030	1,3	30-100
polietilele espanso	0,040	1,2	2000

Consumo di energia primaria per il reperimento delle materie prime, il processo produttivo, l'imballaggio della canna palustre a confronto con quella di altri materiali isolanti.

SICUREZZA ANTI-INCENDIO

Il valore relativo alla conducibilità termica λ della canna palustre non si afferma tra i valori più bassi se comparato ad altri materiali isolanti ma a differenza di molti di questi che si deteriorano e marciscono in presenza di umidità, il valore di conduttività termica rimane costante anche in ambienti particolarmente umidi. Altro aspetto positivo di questo materiale vegetale è la capacità di contrastare i fenomeni di condensazione del vapore acqueo, disgreganti per la muratura, in quanto non costituisce una barriera impermeabile ma garantisce la naturale traspirabilità del pacchetto murario.

Lo Sportello per la Bioedilizia della Regione Piemonte fornisce alcuni dati riguardanti le prestazioni nei confronti dell'umidità in cui viene attribuito a pannelli in canne con densità di 130-190 kg/m3 un fattore di resistenza alla diffusione del vapore μ pari a 2.

Altri dati riportati da aziende che producono pannelli isolanti collocano il fattore μ del materiale tra 1 e 5.

I sistemi realizzati attraverso la posa di un notevole spessore di materiale vegetale riescono a garantire, oltre un buon livello di isolamento termico, un ottimo comportamento per contrastare il fenomeno del surriscaldamento estivo poiché uno strato compatto di canna palustre possiede un'inerzia tale da rallentare notevolmente il rapido ripercuotersi interno delle condizioni ambientali esterne.

Oltre alle buone caratteristiche termoisolanti la canna palustre presenta interessanti prestazioni acustiche. Dati derivati dallo Sportello per la Bioedilizia della Regione Piemonte, indicano che un pannello in canne pressate con densità di 130-190 kg/m3 caratterizzato da uno spessore di 2 cm, presenta un potere fonoisolante pari a 14 RW che raggiunge 24 dB se si utilizza un pannello di 5 cm. Questo valore è stimato che possa aumentare di 6 dB ad ogni ulteriore aggiunta di un pannello di 5 cm.

PRESTAZIONI ACUSTICHE

I parametri fondamentali che esprimono le prestazioni acustiche di un materiale edile sono l'isolamento acustico per via aerea, l'isolamento da rumori di tipo impattivo e l'assorbimento acustico. Il fonoisolamento per via aerea consente di valutare l'attitudine di un materiale nell'ostacolare la trasmissione sonora. Anche in questo caso esistono diverse metodologie per la misura di tale caratteristica. Gli indici più comuni sono la Transmission Loss, **TL** e l'indice di valutazione del potere fonoisolante, **RW**, quest'ultimo calcolato a partire dal potere fonoisolante **R(f)**. Il fonoisolamento da impatto è una proprietà utilizzata per valutare la capacità di un materiale di ridurre la trasmissione dei rumori impattivi, per via strutturale, come ad esempio il calpestio, negli ambienti collocati al piano immediatamente inferiore. Tale proprietà può essere misurata su campioni di dimensioni reali in camere riverberanti sovrapposte o stimata dalla determinazione di una proprietà legata all'elasticità del materiale, nota come rigidità dinamica, s, su campioni di piccole dimensioni. In entrambi i casi il parametro utilizzato per determinare la performance del materiale è l'indice di valutazione del livello di rumore di calpestio, $L_{n,w}$; tuttavia molti produttori di materiali isolanti n,w riportano anche il valore ΔL_w , un parametro sintetico a singolo numero che riporta la w differenza fra il livello di rumore di calpestio $L_{n,w}$ valutato in presenza e in assenza del n,w materiale resiliente utilizzato nel massetto galleggiante.

In questo paragrafo sono riportati i più interessanti o promettenti materiali acustici di origine vegetale.

Va detto che per alcuni di questi materiali i dati sono frammentari o non pienamente controllabili, essendo alcuni di essi ancora non del tutto industrializzati. Inoltre, essendo spesso configurabili come materiali porosi con porosità fortemente eterogenea, sono difficilmente modellabili e pochi dati sono reperibili nella letteratura scientifica. Non saranno trattate nella presente memoria le proprietà acustiche di sistemi vegetali quali tetti e muri verdi.

Pannelli realizzati legando insieme i fusti di canne palustri sono utilizzati ove tali piante sono ampiamente disponibili, principalmente nell'Est Europa. Le proprietà fonoassorbenti di tali materiali dipendono dall'orientamento dei fusti delle piante. I prodotti più performanti sono quelli caratterizzati dall'asse del fusto perpendicolare alla direzione dell'onda acustica incidente.

Elenco dei principali materiali vegetali impiegati in edilizia a fini acustici attualmente in commercio.

- **IA**= isolamento acustico aereo- **IC**= Isolamento da calpestio- **ASS**= Materiale fonoassorbente
- **NA**= Non Applicabile- **ND**= dato Non Disponibile.

Dati ricavati dalle schede tecniche dei produttori.

Nella tabella sono stati inseriti anche alcuni materiali commerciali tradizionali, di origine non vegetali, a scopo di confronto

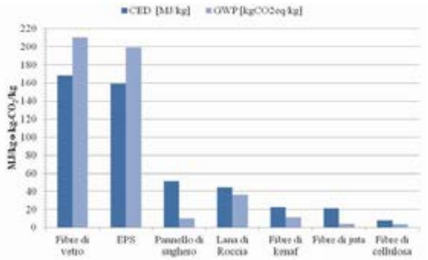
Materiali di origine vegetale						
Materiale	Utilizzo	Tipo	Densità (kg/m³)	Conducibilità termica (W/mK)	Spessore (mm)	Costo (indicativo)
Canapa	IA	Pannelli	40-60	0.038-0.060	40-240	8-45 €/m²
Canapa e Kenaf	IA, ASS	Pannelli	30-100	0.039	30-60	7-15 €/m²
Canna palustre	IA, ASS	Pannelli	130-190	0.045-0.056	20-50	8-12 €/m²
Cellulosa	IA	Insufflaggio	35-80	0.037-0.042	NA	≈100 €/m³
	IA, IC	Pannelli	30-40		20-140	7-40 €/m²
Cocco	IA	Pannelli	85-100	0.040-0.045	20-40	17-25 €/m²
	IC	Pannelli e Rotoli	110-125		10-20	12-16 €/m²
Juta	IA, ASS	Pannelli	35-40	0.038-0.055	30-220	ND
	IC	Rotoli	ND		3-10	≈5 €/m²
Kenaf	IA, ASS	Pannelli	30-100	0.034-0.043	10-140	5-25 €/m²
	IC	Rotoli	120-180		5-100	5-10 €/m²
Legno	IA	Pannelli	45-250	0.038-0.050	30-200	7-30 €/m²
	IC	Pannelli	140-250		6-60	7-10 €/m²
Legno mineralizzato	IA, IC	Pannelli	320-600	0.060-0.107	15-75	10-30 €/m²
Lino	IA	Pannelli	30	0.038-0.075	40-250	10-25€?m²
	IC	Rotoli	100-150		2-10	≈5 €/m²
Sughero	IA	Pannelli	100-180	0.037-0.050	10-130	5-25 €/m²
	IC	Rotoli	200-210		2-6	5-10 €/m²
Materiali tradizionali						
Materiale	Utilizzo	Tipo	Densità (kg/m³)	Conducibilità termica (W/mK)	Spessore (mm)	Costo (indicativo)
Lana di roccia	IA, ASS	Pannelli e Rotoli	40-200	0.033-0.040	20-100	5-25 €/m²
Lana di vetro	IA, ASS	Pannelli e Rotoli	15-75	0.031-0.037	15-120	5-30 €/m²
EPS	IA, IC	Pannelli	15-35	0.031-0.038	10-300	1-35 €/m²

Il fonoassorbimento è importante per i prodotti utilizzati come finitura superficiale, direttamente esposti alle sorgenti sonore presenti, e influenza in maniera diretta il tempo di riverberazione di un ambiente. Tale proprietà è misurata attraverso il coefficiente di assorbimento acustico α (f), la cui dipendenza dalla frequenza è legata alla tipologia del materiale. La valutazione di tale grandezza può essere effettuata in diversi modi, utilizzando il metodo del tubo di Kundt, le tecniche intensimetriche, le tecniche di separazione del segnale (metodo Adrienne) o le più comuni procedure di laboratorio che richiedono l'utilizzo di camere riverberanti. Le suddette prove non danno luogo a risultati perfettamente comparabili, in quanto l'onda acustica incidente è nel primo caso normale alla superficie del campione, obliqua nel secondo e nel terzo mentre nell'ultimo caso l'incidenza è casuale. Dal coefficiente di assorbimento acustico è possibile calcolare indicatori a singolo numero quali il Sound Absorption Average **SAA** o il Noise Reduction Coefficient **NRC**.

Coefficienti di assorbimento dei materiali di origine vegetale. ST = dati da schede tecniche dei produttori

	Spessore (mm)	Densità (kg/m³)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	Fonte
Canapa	50	ND	≈0.10	≈0.20	≈0.32	≈0.65	≈0.92	≈0.90	0
Canna	≈50	≈215	0.14	0.50	0.56	0.55	ND	ND	0
Cellulosa	15	ND	0.06	0.16	0.40	0.67	0.87	1.04	ST
	50	ND	0.30	0.75	1.00	0.95	0.95	0.95	
Cocco	20	99	<0.10	<0.10	<0.10	≈0.15	≈0.45	≈0.80	0
	50	87	<0.10	≈0.10	≈0.20	≈0.45	≈0.80	≈0.80	
Juta	50	ND	≈0.05	≈0.12	≈0.22	≈0.50	≈0.80	≈0.77	0
Kenaf	30	50	0.05	0.11	0.23	0.44	0.60	0.90	ST
	50	30	0.04	0.09	0.18	0.36	0.54	0.91	
	50	30	0.17	0.43	0.73	0.89	0.86	0.83	0
Legno mineralizzato	25	ND	0.08	0.11	0.18	0.50	0.80	0.72	ST
	50		0.17	0.22	0.42	0.78	0.65	0.95	
Lino	2	215	≈0.30	≈0.37	≈0.45	≈0.60	≈0.68	≈0.70	0
	10	180	≈0.30	≈0.40	≈0.52	≈0.62	≈0.72	≈0.75	
Sughero	30-50	170-220	0.20	0.33	0.38	0.48	0.44	0.65	ST

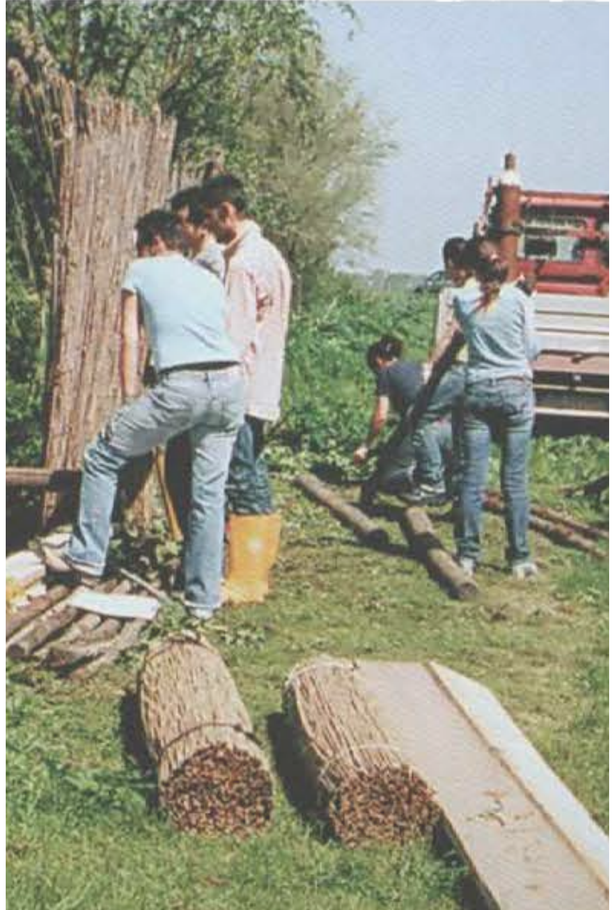
Infine, nel grafico sottostante sono riportate le prestazioni di sostenibilità in termini di Cumulative Energy Demand (CED) e Global Warming Potential (GWP) considerando gli stessi confini del sistema. I parametri consentono di definire rispettivamente il consumo di energia primaria e la produzione di gas climalteranti lungo l'intero ciclo di vita di 1 kg di prodotto analizzato.



BASSI IMPATTI EMISSIVI

Per quanto riguarda l'impatto sull'uomo e sull'ambiente la canna palustre possiede ottime caratteristiche in quanto non risulta tossica nelle le fasi di raccolta, lavorazione e utilizzo.
Essa non rilascia sostanze tossiche né di tipo chimico (VOC), né di tipo microbiologico come batteri e muffe, non ha odore e non è radioattiva. La canna risulta inoltre elettrostaticamente neutra, ovvero non favorisce l'accumulo di elettricità sulla superficie del materiale.
Durante la fase di dismissione degli edifici, canne intonacate e non trattate con sostanze ignifughe o con additivi, possono essere smaltite nelle discariche come altri materiali da costruzione mentre canne non intonacate e non trattate chimicamente risultano compostabili.
Attraverso valutazioni sull'energia primaria (Embodied Energy) che viene impiegata nella realizzazione di semilavorati realizzati in canna, che tengono conto delle fasi di approvvigionamento, trasporto, processo produttivo, imballaggio, è possibile evidenziare che l' energia necessaria per l'approvvigionamento della materia prima e per la produzione di semilavorati risulta essere la più bassa rispetto a quella utilizzata per atri isolanti (Tab.1). Il consumo di energia primaria legata al trasporto dipende ovviamente dal luogo in cui la canna palustre viene coltivata.
Effettuando un confronto con altri materiali isolanti, valutati sulla base di dati forniti dai produttori, un'analisi parametrica delle prestazioni della canna palustre, comprendente un ecobilancio per la produzione e demolizione, indica una stima globale tra le più alte (Tab. 2). Il bilancio energetico complessivo è più positivo ancora se si considera che prima di essere tagliata la canna viva possiede la capacità di fissare CO2. L' impiego della canna palustre nella realizzazione di soluzioni progettuali può risultare vincente in condizioni in cui sia necessario ridurre l'impatto sull'ambiente dalla fase di cantiere fino al termine della vita utile della costruzione.

Grazie alla leggerezza e alle dimensioni contenute delle canne palustri, vi è la possibilità di apportare cantieri non invasivi, dunque relativamente alla fase di costruzione possono essere facilmente trasportate anche in luoghi di difficile accesso e mosse con l'ausilio di attrezzature di piccola-media portata.



Relativamente alla fase di costruzione, l'utilizzo di semilavorati in canne garantisce la possibilità di organizzare cantieri non invasivi grazie alla leggerezza e alle caratteristiche dimensionali del materiale che permettono di poter intervenire anche in luoghi di difficile accesso e permettono una facile movimentazione degli elementi senza l'utilizzo di attrezzature di notevole portata. Riguardo alla fase di utilizzo, l'impiego di elementi in canna posati a secco permette anche di rendere reversibile la struttura in quanto può essere smontata con facilità senza compromettere l'integrità del sito al verificarsi di nuove esigenze. Infine, al termine della vita utile di un edificio o di alcune sue parti, il materiale, se non trattato, può essere dismesso in loco anche a diretto contatto con il terreno poiché subirà naturalmente processi di disfacimento che non lasceranno alcuna traccia.

Isolante	Ecobilancio produzione	Ecobilancio demolizione	Valore isolante	Durabilità	Comportamento in caso di incendio	Tossicità in opera	Permeabilità al vapor d'acqua	Assorbimento d'acqua	Prezzo	Stima globale
sughero espanso	0	++	++	++	–	0	+	+	—	5
lana di legno	+	++	++	+	–	0	++	++	–	8
lana di cellulosa	+	+	++	+	–	0	++	++	–	7
canna palustre	0	+	+	+	–	0	++	+	–	4
vetro cellulare	–	+	+	++	++	0	—	—	—	-1
fibra di vetro	–	+	0	++	+	0	0	0	–	2
perlite	–	0	0	++	++	0	+	0	–	3
vermiculite	–	0	0	++	++	0	+	0	–	3
lana minerale	–	–	++	+	+	–	—	—	++	-1
polistirene	—	–	++	–	—	—	—	—	++	-7
poliuretano	—	—	++	0	–	—	—	—	+	8

— negativo – abbastanza negativo 0 neutro + abbastanza positivo ++ positivo

PROVE DI LABORTAORIO

Analisi delle prove realizzate dall'azienda LeoBodner®

La prima prova effettuata è quella relativa alla determinazione della conduttività termica alla temperatura media di 10 o C secondo UNI EN 12667. Il valore è stato determinato su provini di circa 800 x 800 mm di superficie, con gli spessori riportati in tabella, a 10°C in condizioni asciutte a 23°C con l'80% di umidità relativa sugli stessi provini. L'essicazione dei pannelli ha avuto luogo a 70°C, in seguito i provini sono stati immagazzinati per diverse settimane alla temperatura di 23°C con un'oscillazione di 5°C e un'umidità relativa pari all'80 % con un'oscillazione del 2% fino a raggiungere un peso costante. Il peso costante viene raggiunto quando tra due misure consecutive alla distanza di 24 ore la variazione di misura è inferiore a 0,1.
L'incremento della conduttività ottenuto per effetto dell'umidità si è attestato attorno all'8% - 14%.
I risultati sono quindi meno penalizzanti rispetto a quelli dei più comuni materiali da costruzione considerando quanto indicato all'interni delle norme UNI 7357 FA-3 1989, che indicano coefficienti di maggiorazione della conduttività di materiali sottoposti a umidità variabile da un minimo del 10% a un massimo del 100%. Le stesse norme attestano però che tali coefficienti sono indicativi poiché il comportamento dei materiali utilizzati in edilizia non è completamente conosciuto.
Successivamente sono state effettuate prove per la determinazione dell'assorbimento d'acqua per immersione parziale per lungo periodo secondo UNI EN 12087 Metodo 1A e per la determinazione della resistenza alla diffusione del vapore acqueo secondo UNI EN 12086. L'assorbimento d'acqua riferito alla superficie è stato verificato su quattro provini di circa 350 x 350 mm, dello spessore di circa 70 mm, immersi per 28 giorni per 10 mm. Il provino è stato posto in una bacinella e sottoposto a un peso che garantisce il mantenimento dell'immersione dello stesso. L'assorbimento è stato misurato attraverso la variazione della massa di un provino la cui parte inferiore e stata mantenuta a diretto contatto con l'acqua.
L'eccesso di acqua che ha aderito alla superficie, non assorbita dal provino, è stata rimossa per sgocciolamento.
Il risultato della prova, riferito a un valore medio del peso specifico apparente dei provini di 128 kg/m2.
La resistenza alla diffusione del vapore acqueo invece è stata rilevata attraverso il procedimento di prova A 23-0/50 (metodo statico ad accumulo - dry cup) secondo il paragrafo 7 della norma EN 12086 su 5 provini di 250 x 250 mm di superficie e 60 mm di spessore. Il provino è stato sigillato al lato aperto di un recipiente di prova, contenente un essiccante o una soluzione salina satura acquosa.
L'insieme è stato quindi posto in un ambiente di prova a temperatura e umidità controllate. Il vapore acqueo è stato fatto fluire attraverso il provino a causa della differenza tra le pressioni parziali del vapore acqueo nell'insieme di prova e nell'atmosfera di prova.
Quando è stato raggiunto il regime stazionario, è stato possibile determinare la velocità di trasmissione del vapore acqueo attraverso pesate dell'insieme. Il risultato della prova ha dato luogo a un coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ, pari a 6,5.
Dopodiché si è passati alla determinazione della sollecitazione di compressione con carico del 10% secondo UNI EN 826. Il tipo di prova si applica a isolanti termici e può essere impiegata per determinare la sollecitazione a compressione nelle prove di scorrimento plastico a compressione e per applicazioni nelle quali i prodotti isolanti siano soggetti a carichi per brevi periodi di tempo. Attraverso tale procedura è possibile ottenere valori di riferimento per calcolare valori di progetto, applicando opportuni fattori di sicurezza. La prova è stata effettuata su elementi di circa 530 mm di larghezza e 500 mm di lunghezza, con uno spessore di circa 130 mm. I provini sono stati immagazzinati per almeno 6 ore alla temperatura di 23o C, con un'umidità relativa del 50%. È stata in seguito determinata la sollecitazione di compressione σ 10 su 3 provini, su una superficie di 400 x 400 mm.

La sollecitazione di compressione al 10% di deformazione relativa **σ** 10, per prodotti che presentano una deformazione relativa del 10% prima di raggiungere il punto di snervamento o di rottura, è calcolata come rapporto tra la forza a compressione F10, a una deformazione relativa al 10%, e l'area iniziale della sezione trasversale del provino. Il macchinario per effettuare la prova è munito di 2 piatti piani paralleli rigidi e levigati. La forza di compressione viene applicata con una velocità prefissata in una direzione assiale perpendicolarmente alle facce principali del provino.
La prova è in grado di definire quindi la sollecitazione a compressione alla deformazione relativa del 10%. Nel caso in esame, tale sollecitazione ha raggiunto il valore di 41 kPa.
Infine è stata effettuata una prova per la determinazione della resistenza alla trazione parallela alle facce in base ad UNI EN 1608.
Tale prova è utilizzata per determinare se il prodotto presenta una resistenza sufficiente per contrastare le sollecitazioni durante il trasporto e la messa in opera. I provini sono stati ricavati da pannelli di dimensioni originali di fornitura, in modo che la direzione della lunghezza del provino corrisponda alla direzione nella quale la forza di trazione è applicata al prodotto nel suo utilizzo previsto.
La prova è stata effettuata sui collegamenti orizzontali in filo di acciaio inox e sulle fasce applicate nel senso dello spessore del pannello. Il provino è stato fissato a due morsetti che sono a loro volta stati fissati a una macchina di prova a trazione e sono stati sollecitati in direzioni opposte attraverso una data velocità. Per effettuare la prova, i fili di acciaio inox sono stati tolti dal pannello, sono stati annodati insieme ai collegamenti a fasce e posti sulla macchina per le prove di trazione.
La prova è stata eseguita su 4 fasce e il risultato corrisponde al valore medio rispetto ai 4 collegamenti verificati e indica la forza di trazione massima a seguito della quale i collegamenti annodati si staccano dal filo di collegamento orizzontale; tale valore è risultato 218 N.

La velocità di avanzamento è risultata pari a 10 mm/min con un' oscillazione del 10%, come indicato dalla norma EN 1608. Attraverso tale prova è stato possibile osservare che le canne di diverso diametro, tenute insieme dai collegamenti orizzontali in filo di acciaio inox e dalle fasce applicate nel senso dello spessore, sono unite in maniera così stabile che sollevando l'elemento non è stato possibile sfilare nessun singolo fusto e l'elemento ha mantenuto praticamente la sua forma originaria. I pannelli in canne, pertanto, possono essere trasportati senza problemi ed essere lavorati e posati in opera in cantiere senza cambiare forma.

CMR lab e ILAC mra

VERIFICA DELLE PRESTAZIONI TERMO-IGROMETICHE CON CANNA PALUSTRE

LACEP durante il 2011 ha condotto una serie di prove per la verifica delle prestazioni termo-igrometriche di un pacchetto isolante in canna palustre.
Le prove effettuate sono le seguenti:
- misurazione in situ della resistenza termica e trasmittanza termica secondo metodo ISO 9869:1994
- misura della conducibilità termica secondo metodo UNI EN 12667:2002
- determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo secondo metodo UNI EN 12086:1997

MISURAZIONE della TRASMITTANZA TERMICA

Il fabbisogno termico di un fabbricato sia in termini di valori di picco che in termini di fabbisogno annuo dipende dall'isolamento termico del fabbricato stesso, in rapporto alle condizioni climatiche della località in cui è sito.
Nel calcolo dell'isolamento termico entrano dunque in gioco le geometrie dei fabbricati stessi ed i relativi ponti termici oltre al valore di trasmittanza delle singole pareti superfici vetrate.
La trasmittanza termica U rappresenta quindi il coefficente di trasferimento del calore ed è una misura del flusso termico che per una differenza di temperatura di 1 K fluscie attraverso 1 mq di materiale (unità di misura W/mqK).
Più è piccolo il valore di U del componente e minori sono le dispersioni.
La misurazione si realizza mediante l'installazione di una serie di sonde di temperatura e flusso termico applicate ai due lati della parete da analizzare e collegate ad un sistema di registrazione dei dati. Prima di procedere con l'installazione delle sonde si effettua una indagine termografica al fine di selezionare il punto di installazione più corretto.

Il laboratorio CMR ha dunque svolto le prove di trasmittanza termica utilizzando la seguente strumentazione:
MULTIACQUISITORE a 11 ingressi, 20.000 campioni (64kb) Babuc A-LSI Lastem.
Sono state utilizzate sonde di temperatura per calcolare un'accuratezza nominale su di un tempo di riposta nello spettro T90.
Sonde termoflussimetriche con sensori termoconducenti in grado di calcolare la resistenza termica su di un tempo di risposta T90.

sonde di temperatura

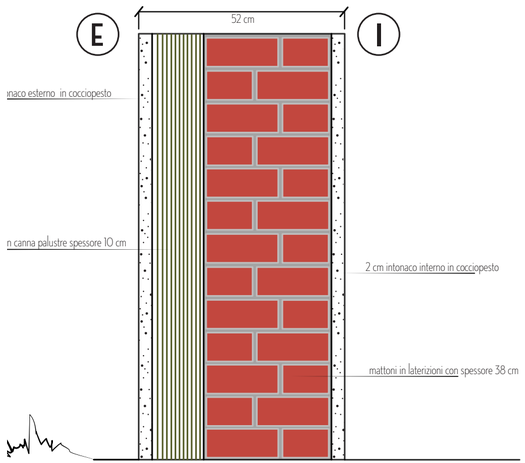
range misura	-50...+80°C
elemento sensibile	Pt 100 DIN-A
accuratezza nominale	0.15° C (a 0°C)
tempo di risposta T90	10 sec

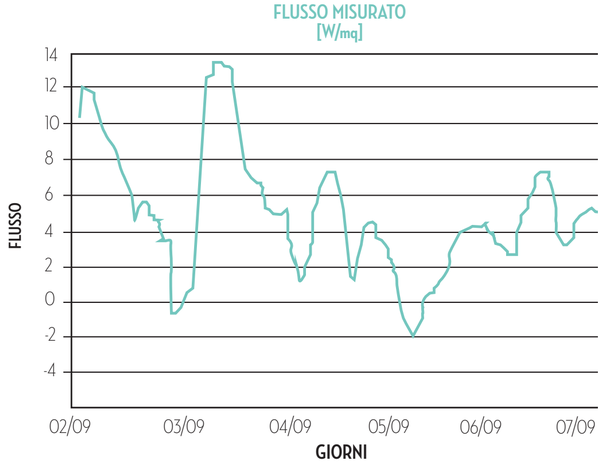
sonde di termoflussimetria

range misura	-50+50 W/mq
conduttività termica sensore	0.8 W/mK
resistenza termica sensore	<6.25 * 0.001 K mq/W
accuratezza nominale	5 % su 12 hr di flusso su muro
tempo di risposta T90	3 min

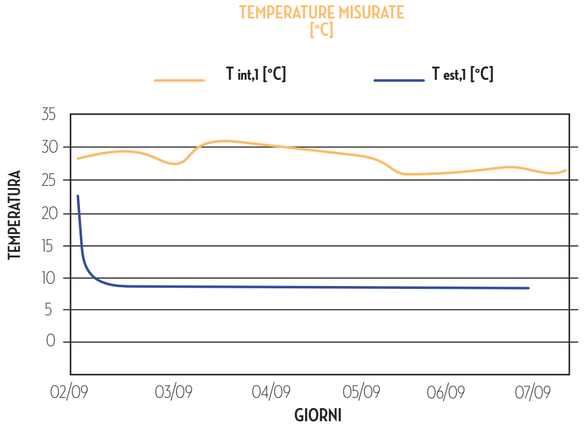
STRATIGRAFIA DELLA PARETE

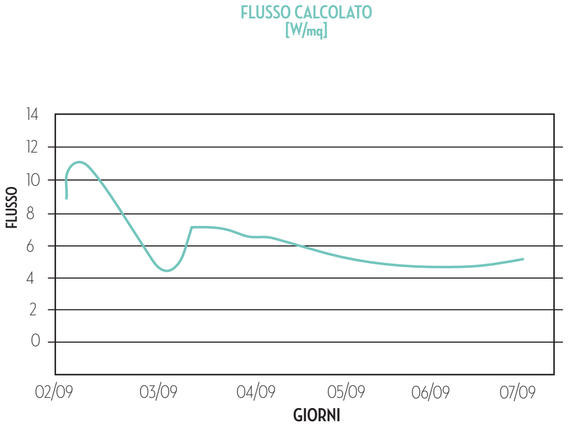
:EP ha realizzato la prova di trasmittanza termica su di un edificio di nuova costruzione situato a Isola
ntina.
rnamente la parete è intonacata in cocciopesto, come anche all'interno.
anna palustre è stata posizionata subito dopo il laterizio, verso la facciata esterna.



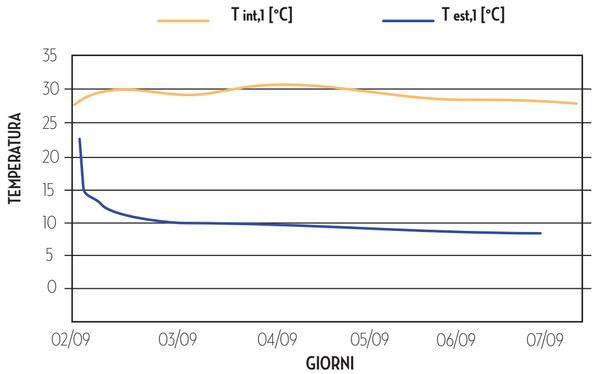


METODO ANALISI: MEDIE PROGRESSIVE





TEMPERATURE CALCOLATE
[°C]



RISULTATI DI PROVA

Resistenza termica da superficie a superficie R (mqK/W):

R= 4.130 0.826 mqK/W

Conduttanza termica da superficie a superficie Λ (W/mqK):

Λ= 0.242 0.048 W/mqK

Resistenza termica totale R_T (mqK/W):

R_T= 4.300 0.826 mqK/W

Trasmittanza termica da ambiente ad ambiente U (W/mqK):

U= 0.233 0.048 W/mqK

PRIMA FASE DI SPERIMENTAZIONE

PRIMA FASE DI SPERIMENTAZIONE

IL PERCHE DELL'USO DI FIBRA

ALCUNE FIBRE UTILIZZATE IN ARCHITETTURA NELLE STRATIGRAFIE TECNOLOGICHE

fibra di juta	materassini termoisolanti
fibra di lino	pannello termoisolante
fibra di mais	pannello termoisolante
fibra di cocco	pannello termoisolante
fibra di legno	pannello termoisolante
fibra di kenaf	pannello termoisolante
fibra di canapa	pannello termoisolante
fibra di sughero	pannello termoisolante
fibra di cellulosa	pannello termoisolante

fibra di CANNA PALUSTRE??

esistenza dei fasci di canna per isolamento a cappotto

GARMINACEE A CONFRONTO

canapa	**canna palustre**
infestante	infestante
trattiene CO2	trattiene CO2
fibrosa	fibrosa
biocompatibile	biocompatibile
ricilabile	ricilabile
rinnovabile	rinnovabile
compostabile	compostabile

...ANCHE SE IN EDILIZIA...

uso di fibra di canapa? SI ☑ NO ☐ → CANAPULO

uso di fibra di canna palustre? SI ☐ NO ☒ → CULMO??

PRODOTTI EDILIZI CON USO DI FIBRE

bio-mattoni

fibra di canapa e calce

utilizzare fibre di canna palustre

sperimentare possibile bio-mattone in calce - canna per tamponamento

LA SFIBRATURA

Durante la giornata del 17 Marzo 2019 ha inizio la prima parte della nostra sperimentazione, con l'aiuto consulenziale di Giuseppe Tecco, che in sudetta data ci ha fatto usufruire di alcune sue macchine da lavoro in azienda Agrindustria. Fino a quel preciso momento eravamo riusciti a reperire abbastanza materiale ricercando tra la biblioteca e i siti internet, ampliando un pò le conoscenze teoriche nei confronti di questo vegetale. Eravamo, dunque arrivati al confronto pratico su campo di quello che era stato lo studio fatto in precedenza, non nascondendo un pò di perplessità ed ansia nei confronti di ciò che avremmo potuto ricavare dalla collaborazione con questa azienda.

Nella nostra ottica di lavoro, era fondamentale riuscire a reperire del materiale convincente per passare alla fase seguente di questo esperimento, quindi abbiamo cercato, nei giorni antecedenti, di chiarire il più possibile che tipologia di fibre avremmo voluto ottenere. Analizzando infatti alcuni riferimenti di bio-mattone già prodotti ed in commercio, siamo arrivati alla conclusione che per avere la possibilità di realizzare qualcosa che vi assomigliasse, avevamo bisogno di una tipologia di fibra varia ma con una dimensione regolare che avrebbe potuto variare da 1 mm agli 8 mm.

Questa nostra volontà di ottenere la fibra di canna palustre, ci è pervenuta studiando alcuni elementi vegetali usati nella bio-edilizia, dove è risultato mancare proprio l'utilizzo delle fibre di questa pianta, anche perché l'uso in architettura attraverso i fasci, d'altro canto, si inedia già migliaia di anni fa.

Essendo quindi un pò pionieri rispetto all'idea di sviluppare un prodotto che fosse a base di fibre, il livello di fallimento o di insoddisfazione che avremmo potuto affrontare, nel caso di ripetute prove errate, era elevato. Difatti un pensiero ridondante, ancor prima di iniziare questa fase di sperimentazione, era riguardante il fatto, che aver scelto di utilizzare la parte fibrosa della pianta sarebbe potuta essere una forzatura poiché graminacee come la canapa ad esempio, sono strutturate in maniera diversa, basti pensare che vi è una presenza resinosa all'interno della pianta che crea un legante naturale. Dunque aver utilizzato negli ultimi anni il canapulo, nello specifico le fibre di quest'ultimo, per provare a creare componenti per la bio-edilizia, aveva senso e avvalorava l'utilizzo della pianta stessa.

Cercando in parte di sviluppare un concetto di filiera ed economia circolare dietro l'utilizzo della canna palustre, siamo comunque giunti alla conclusione che tentare l'uso delle fibre sarebbe stata sicuramente una sfida tanto lunga quanto però da portare avanti, poiché essendo una pianta infestante e con crescita spontanea in natura, in questo periodo storico dove si guarda sempre di più alle Green Technology, ci saremmo potuti imbattere in qualcosa di potenzialmente sorprendente, senza saperlo dall'inizio.

I MACCHINARI PER LA SFIBRATURA E LE TECNICHE

Il processo di sperimentazione ha come fine ultimo quello di giungere alla creazione di un bio-mattone composto da fibra di canna palustre e leganti di origine naturale. Il manufatto verrà impiegato per la definizione del pacchetto stratigrafico coibentante che sarà in seguito utilizzato nella stesura del progetto architettonico per la ricostruzione del caso studio.

La prima parte della fase sperimentale è stata svolta presso l'azienda Agrindustria di Giuseppe Tecco a Cuneo. Presso questa sede è stata fatta spedire la materia prima, un fascio di canne palustri grezze dal peso complessivo di **13 kg** per un costo di **22 €**, dall'azienda Lacep, una realtà che lavora il materiale per la produzione di manufatti in canna a Magione nella provincia di Perugia. Il fascio impiegato era composto da cannucciato vegetale coltivato nei territori del lago Trasimeno, uno dei pochi luoghi della Penisola in cui la crescita e lo sviluppo della canna non avviene interamente a livello spontaneo ma presenta aree dove attraverso un opportuno controllo è possibile ottenere una materia prima che rispetti le caratteristiche necessarie all'ottenimento di manufatti legati all'artigianato e all'edilizia. Altro aspetto importante che deriva dalla corretta attenzione che si pone nei confronti della crescita del vegetale è la capacità di garantire il mantenimento di un ambiente palustre che non subisca processi di atrofizzazione che porterebbero a variazioni negative legate all'ecosistema.

L'obiettivo della prima fase del processo di sperimentazione è stato quello di ottenere una **determinata quantità di fibre di canna palustre**, elemento principale per la realizzazione del nostro manufatto. Il tentativo iniziale è stato svolto tramite un **mulino a lame** (*figura n. 1*) tramite cui è stato possibile ottenere una tranciatura del materiale vegetale facendo passare manualmente i singoli steli attraverso un rullo tranciante (*figura n. 2*). Il risultato ottenuto non era tuttavia quello desiderato a causa della troppa irregolarità degli elementi ottenuti che presentavano alcune parti più simili a una polvere rispetto ai componenti sfibrati di cui necessitavamo. Di conseguenza abbiamo cercato di trovare un macchinario e una tipologia di lavorazione differenti che potessero garantire una sfibratura più regolare attraverso tempistiche maggiormente ridotte.

1

È stata individuata come scelta ottimale l'utilizzo di un **sfibratore a tamburo** utilizzato dall'azienda per trasformare differenti materie prime di origine vegetale tramite un procedimento di taglio e tranciatura. Gli steli di canna palustre sono dunque stati trasportati tramite nastro meccanico attraverso le lame taglienti del macchinario grazie al quale sono state ottenute fibre di pezzature eterogenee.

Successivamente per ottenere una separazione secondo scala granulometrica degli elementi ottenuti è stato impiegato un **vaglio meccanico vibrante** grazie al quale è stato possibile ottenere tre differenti granulometrie di fibra. Sono stati così ricavati **5,5 kg** aventi grandezza compresa tra 1 mm e 5 mm, **5 kg** di grandezza > 5 mm e infine **2,65** kg di grandezza < 1 mm. La ricerca legata all'acquisizione di tre differenti pezzature di fibra è stata effettuata per poter ottenere variazioni nella definizione dell'impasto per l'ottenimento del bio-mattone in quanto grazie a questa differenziazione delle componenti è stato possibile generare delle variabili di incidenza fisica e materica che hanno permesso alla nostra ricerca di individuare quali fossero i rapporti che generassero i risultati più performanti.

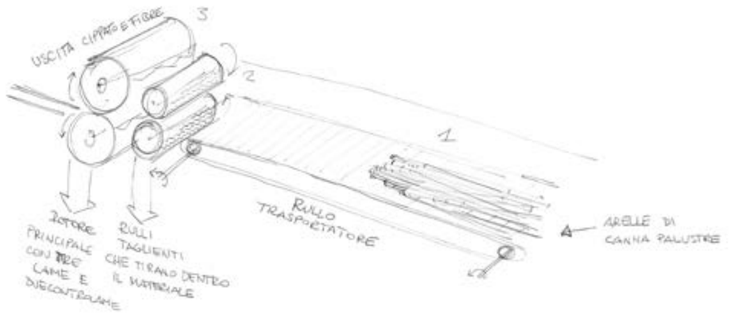
(foto a sinistra ed in basso del mulino a lame avente un rotore con composto da file di lame in acciaio molto appuntite che sfibrano fino ad ottenere pezzature minori di 1 mm.)

2

Sopra alcuni dei passaggi volti al trasporto del mulino a lame con un trattore, dal suo posto originario vicino ai sacchi di tutulo di mais, ad un area più aperta dove poter lavorare. Sotto il fascio di canne ancora inbustato e Francesco che lo porta nella sudetta area di lavoro.
A destra il sign. Giuseppe Tecco attende che la macchina sia pronta per essere utilizzata per iniziare a sfibrare qualche campione di canna palustre.

sfibratore a tamburo

Il macchinario in questione viene spesso utilizzato, industrialmente, per ricavare del cippato ligneo, utile alla produzione di biomassa in grande quantità, con lo scopo di utilizzare quest'ultima come combustibile per altri macchinari d'azienda. Lo sfibratore a tamburo si compone di una testata, dove il materiale viene appositamente appoggiato su di un nastro trasportatore, di seguito il materiale viene trasferito a due rulli taglienti che tirano quest'ultimo all'interno in un primo momento, prima di avviarle al rotore principale che, con tre lame e due controlame, produce fibre e cippato di diversa granulometria.
Rispetto alla pezzatura delle fibre, ci sono anche appositi sfibratori che sono tarati per eseguire un lavoro rispetto ad un preciso millimetraggio, secondo la volontà dell'utente o direttamente preimpostato di default dalla macchina stessa. Nel nostro caso il materiale sfibrato passava, in ultima fase, in un condotto apposito per la fuoriuscita delle fibre che si riversano in cariole pronte ad ospitare fino a 15-20 kg di materia cippata.



Sopra le arelle di canna palustre appoggiate sul nastro trasportatore pronte per essere sfibrate all'imbocco dei rulli taglienti.
Sotto, le due fotografie mostrano i risultati di tale sfibratura, durante la giornata si sono riempite quasi 3 cariole di fibre di diversa pezzatura che in un secondo momento sono state sottoposte al settaccio del vaglio meccanico vibrante.

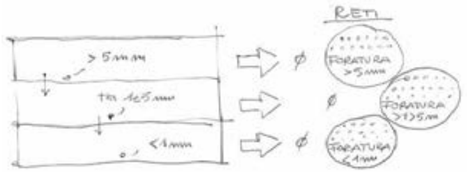
Foto delle canne all'imbocco dello sfibratore a tamburo, poggiate sul nastro trasportatore

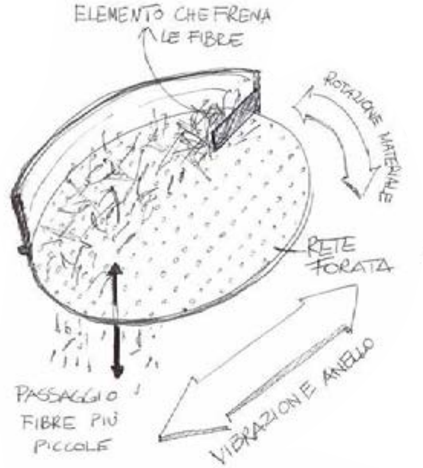
Foto panoramica a 360° del macchinario

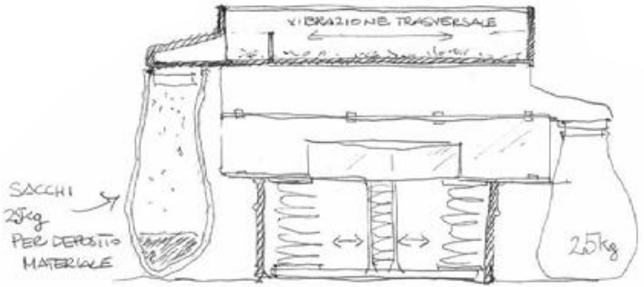
Foto della stanza dove vi è la fuoriuscita delle fibre, le quali vengono trattenute con una cariola

vaglio meccanico vibrante

Questa macchina utilizzata dopo aver ultimato i processo di sfibratura serve a sistemare, in sacchi appositi, le varie pezzature di fibre ricavate.
Il vaglio si compone di tre elementi che custodiscono tre diverse superfici metalliche a fori più grandi e più piccoli, atti a dover settacciare, rispetto alla granulometria, gli scarti della nostra lavorazione.
La macchina, utilizzata mediante energia elettrica, lavora seguendo movimenti rotatori e trasversali, che la inducono ad un senso di vibrazione, il quale serve a scuotere la materia posta sopra alle superfici micro-forate.
Durante questa fase, siamo intervenuti manualmente per gestire meglio le fibre che si trovavano in superficie, nel cassetto della macchina più in alto, poiché essendo davvero di molteplici grandezze, alcune erano molto grandi rispetto al foro della rete e si incastravano spesso in massa le fibre più sottili.
Dopo quasi un lavoro costante di 15 min, siamo stati in gardo di riempire i sacchi predisposti ad ospitare le diverse pezzature, notando una caratteristica che risaltava subito all'occhio: avere sfibrato il fascio di canne aveva anche **aumentato la densità di quasi 1 volta e mezzo.**
Questa informazione, difatti molto interessante, ha iniziato a farci pensare ai vari metodi di possibile utilizzo dlle fibre, sempre considerando l'ambito architetturale tecnologico, tra cui rivestimenti per la coibentazione esterna delle pareti verticali attraverso insufflazione.







A sinistra una foto del maglio meccanico vibrante con alcuni residui del setaccia di canna, troppo grandi per essere introdotti direttamente nei sacchi.
A sinistra il primo scarto di fibre, quelle più piccole e fini < di 1 mm dentro ad un sacco che deposita 25 kg di materiale.
Le fibre ottenute sono 2,65 kg.

A destra vi sono gli ultimi scarti di fibre della canna palustre con dimensione > 5 mm, poste all'interno del sacco da 25 kg. Ne abbiamo raccolte 5 kg anche se sono le uniche che sensibilmente non mantengono una regolarità, difatti si presentano molte di queste ben sopra la pezzatura prima citata.

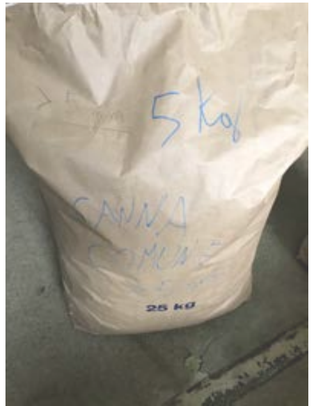
A sinistra una fotodella pezzatura di fibre di dimensione tra 1 e 5 mm dentro un sacco che contiene 25 kg di materiale.
Il quantitativo di materia raccolta dopo l'utilizzo dello sfibratore e del maglio meccanico sono 5,5 kg.
Queste inoltre rispetto alle altre si presentano più regolari e robuste.

TIPOLOGIA FIBRE ACQUISITE

FIBRE CORTE < 1 mm

FIBRE CORTE tra 1 e 5 mm

FIBRE CORTE > 5 mm



FIBRE LUNGHE PRESSATE

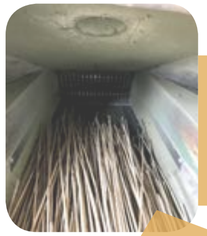
USO DELLA BIOMASSA

consumi energia primaria Mj/Kg

	approvvig.	trasporto	proc. produtt.	imballaggio	consumi totali
FIBRA DI CANAPA	9,36	1,83	2,84	1,06	15,00
SUGHERO IN GRANULI	1,02	0,03	0,80	0,31	2,16
CANNA PALUSTRE	0,15	0,12	0,20	0,07	0,54

canna palustre è un materiale legnoso costituito da lignina

produzioni brichetti da utilizzare come pellet come carburante per le macchine sapendo che il potere calorifero della canna è pari a **4,72 KWh/Kg**



uno sfibratore 80 Kwh → 8 litri di gasolio → 8 mc di metano = 6mc/h di fibre → **48mc/day di fibre**

1 LITRO DI GASOLIO → **10 Kwh** → **1 MC DI METANO**

CONSUMO SFIBRATORE

1 litro di gasolio x 10 ore di lavoro → 1 ton di fibra

sapendo che..

1 ettaro di terra coltivata → quasi 30 ton di canne → 30 ton di fibra

0,5 litri di gasolio consumati equivalgono 1,25 kg di pellet più o meno

e che il pellet..

1 litro di gasolio = 2,5 kg di pellet

2,5 kg pellet x 1760 ore lavorative dei macchinari = 4,4 ton fibra

all'anno servono... **4,4 ton di fibra su 30 ton ad ettaro**

RISPARMIO SFIBRATORE

su migliaia di litri di gasolio , o altrettanti Kwh che si consumano, si potrebbe utilizzare il 15% degli scarti totali di fibra per produrre pellet che farebbe lavorare le macchine

SFIBRATURA

fascio di canne da 13 kg
un totale di 1000 canne circa

produzione fibre

in un tempo di circa 15 min

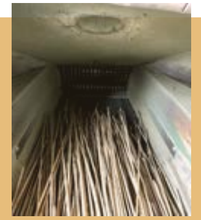
uso tot. 32,5 kw

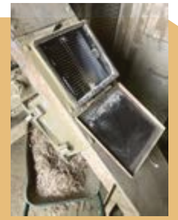
per un costo di 1, 35 Euro

3 pezzature di fibre

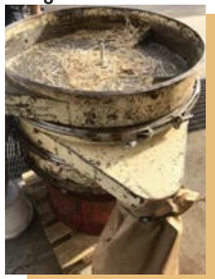
- **< 1 mm**
- **tra 1 e 5 mm**
- **> 5 mm**

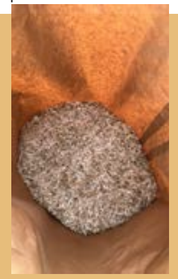
sfibratore a tamburo — 10 kw di potenza nominale — 3 min utilizzo macchina — 60 cent. Euro = 13 kg di fibre

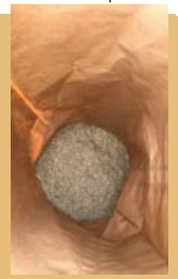




vaglio vibrante — 7 kw di potenza nominale — 12 min utilizzo macchina — 75 cent. Euro = 13 kg di fibre separate per granulometrie ed imbustate







PROVINO n. 1

In questo capitolo si è affrontata la seconda parte di sperimentazione, dove, dapprima da soli in via del tutto manuale, poi iniseme ai collaboratori di Giuseppe Tecco, abbiamo provato a creare il primo provino di mattone.

Offertaci gentilmente 500 g di lignina vegetale di alcune piante che si trovano nella Regione Piemonte, si è configurata la possibilità di utilizzare quest'ultima come legante per creare il composto, pioché come prima idea abbiamo tenuto conto di usufruire solamente di materie vegetali per la composizione di questo.

Dunque in un primo momento abbaimo lavorato con la materia sfibrata e la lignina vegetale al Castello del Valentino in un area aperta, cercando di svolgere un piccolo test con un cassero di metallo forato su due lati, trovato di fortuna nell'azienda Agrindustria s.r.l.

Altri elementi utili sono stati un misurino da cucina per definire i quantitativi di fibre, lignina e acqua, aggiungendo una cazzuola ed un secchio come contenitore e utensile per la mescola.

Subito dopo questa giornata di prova preliminare siamo tornati da Tecco, consapevoli di non essere riusciti ad ottenere il prodotto desiderato, domandandoci se il problema alla base fosse non essersi avvalsi di una macchina pressatrice diversa dall'uso del nostro peso corporeo per andare a compattare la miscela.

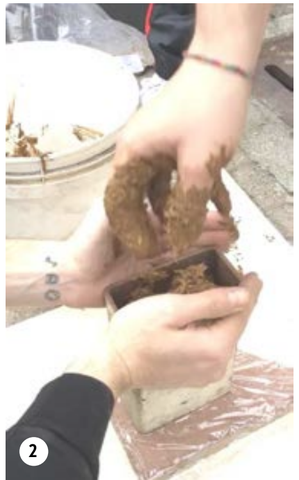
Questo perché sempre da Tecco avevamo visto dei mattoni composti di fibra di cocco che, solamente grazie all'uso di una pressa meccanica da 100 tonnelate riusciva a compattare le fibre in maniera incredibilmente solida, tanto da ottenere un composto che verosimilmente assomigliava ad un mattone di laterizio. Tornando in azienda, con un po di convinzione, siamo riusciti a chiedere al titolare se fosse possibile utilizzare il cric idrulico da 15 tonnelate per provare a fare la prova successiva.

Il risultato è stato soddisfacente perché nonostante, attuare questa prova, era dichiaratamente a discapito della volontà del titolare, insieme ai suoi meccanici siamo riusciti anche a costruire il sistema metallico con senza la quale sarebbe stato impossibile fare uscire il provino.

Muniti di tutta l'attrezzatura, come manovali, abbiamo cominciato a fare la mescola dentro il secchio utilizzando **100 g di fibre tra > 5 mm**, per avere un riferimento a cifra tonda dove, nel caso avessimo voluto variare le dosi, ad avanzamento lavoro, avremmo potuto proseguire per multipli o sottomultipli mischiando ad esse **400 g di lignina vegetale**, idratata appena con **200 ml di H2O**, avendo dunque un **rapporto di 1 : 4** tra materiale fibroso e polvere naturale.
La mistura dell'impasto è durato circa 3/4 minuti non di più (*figura n.1*) attraverso l'utilizzo della cazzuola in maniera decisa. Nonostante la miscela in un primo momento ci è sembrata leggermente troppo idratata e morbida, più andavamo avanti a mescolare, più sensibilmente sembrava unita.
Quindi siamo passati al momento della **casseratura nello stampo ferroso** trovato ad Agrindustria, dove con molta calma abbiamo depositato il composto vegetale all'interno cercando di avere un'aria discerta verso l'estreno dello stampo in modo da poterci inserire l'elemento ligneo usato per la pressatura (*figura n. 2*).

Subito dopo l'immisione del composto, Fabrizio ha iniziato a fare pressione verticale con tutto il suo peso corporeo per 5 minuti, al fine di eliminare in parte la quantità di acqua presente nella mistura come si può vedere in *figura n. 3*. Dopo essere stato a premere in maniera costante e aver appurato che parte di H2O era stata spurgata, si è deciso di far permanere sopra l'elemento ligneo della dimensione di un mattone, una mattonella di pietra che serve a tenere fissati a terra gli ombrelloni del Castello del Valentino.
La suddetta mattonella aveva un peso che si aggirava attorno ai 12/15 kg massimo e posta in equilibrio ha garantito un carico puntuale per 45 minuti abbondanti (*figura n. 4*).
Sperando quindi, dopo questo periodo di tempo,di poter vedere un minimo di risultato, abbiamo deciso di sollevare la mattonella e vedere che cosa ci si sarebbe configurato davanti (*figure n. 5 e 6*).
Il composto che abbiamo scasserato, è uscito inizialmente a fatica ma piuttosto integro, anche se purtroppo più andavamo avanti con questa operazione e più la materia iniziava a disgregarsi e ad uscire a pezzi.

1


2

3

4

Difatti quello che purtroppo ha decretato fallimentare questa prova, è stato essersi affidati unicamente alla lignina vegetale per legare e compattare il composto.
Sono però sorte domande a riguardo, ovvero, se é un prodotto vegetale come l'amido di mais con una buona proprietà resinosa al suo interno anche se in bassa percentuale, composto da una colla naturale mediamente forte, quale dei passaggi è stato realmente motivo di fallimento?
A questo proposito, dopo aver toccato più volte il composto, abbiamo provato a darci qualche risposta, vedendo come primo elemento negativo, sia la pezzatura di fibre usate che il quantitativo associato.
La scelta operata fin dall'inizio, utilizzare scarti fibrosi > 5 mm non garantiva al composto omogeneità durante l'impasto, creando all'interno delle fessure più o meno grandi.
Inoltre aver utilizzato 250 ml di H2O per idratare a fondo non è stata un'altra scelta felice, considerando quanto liquido ha spurgato durante la fase di pressatura costante.
La primissima prova quindi si era conclusa in maniera decisamente deludente, anche perché avendo toccato con mano per la prima volta la miscela, le possibilità di vedere ottimi risultati sarebbero state decisamente basse, data anche la nostra percentuale di incompetenza nei confronti di questi processi low-tech con materie naturali.

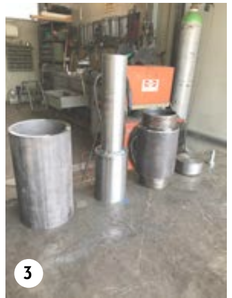
5

6

PROVE DI PRESSATURA

Successivamante ai risultati ottenuti dalla prova preliminare atta alla creazione del mattone in lignina e fibre di canna, risultava necessario trovare un metodo per ottenere un manufatto che si presentasse maggiormente compatto e che permettesse di mantenere tale caratteristica nel tempo. Ci siamo dunque recati nuovamente presso Agrindustria dove in collaborzione con il proprietario Giuseppe Tecco e due suo collaboratori, Re Claudio e Sansoldo Massimo, che si occupano della manutenzione delle componenti meccaniche dei macchinari, abbiamo cercato di capire se esistesse una possibiltà concreta di esercitare una pressione elevata al composto che permettesse di ottenere le caratteristiche ricercate. Non potendo disporre di una pressa meccanica che garantisse un esercizio elevato in termini di tonnellate, abbiamo optato per l'utilizzo di un cric idraulico caratterizzato da una capacità massima di spinta di 15 tonnellate. Risultava però necessario ideare una sede dove riporre il composto vegetale che riuscisse a sostenere un carico di spinta tale, un elemento di spinta in grado di entrare perfettamente nella sede e una superfice che opponesse resistenza fissa al carico di esercizio. Grazie alle competenze del collaboratore di Tecco è stato prodotto un supporto costituito da due elementi verticali e uno di chiusura orizzontale in grado di fornire la corretta resistenza rispetto alla spinta esercitata (*figura n. 1*). Per la realizzazione delle altre componenti ci siamo appoggiati all' Officina Meccanica snc di Giordano Luca , realtà che lavora l'acciaio per la produzione di silos, tramite cui sono stati ottenuti l'elemento di spinta e la sede dove inserire il composto (*figura n. 2 e 3*).

2


3

1

La lunghezza dell'elemento di spinta è stata successivamente ridotta nell'officina di Agrindustria per essere adattata ai rapporti dimensionali dell'insieme grazie a una **sega ad acqua** (*figura n. 4*). Anche altri componenti sono stati modificati per raggiungere il corretto equilibrio dimensionale attraverso utensili quali una **levigatrice** (*figura n. 5*) e un **trapano a colonna** (*figura n. 6*). Una volta verificato il corretto dimensionamento dei singoli componenti siamo passati alla realizzazione del composto da porre sotto pressione. Abbiamo utilizzato per la sua definizione **200 g** di fibra di canna avente pezzatura compresa tra **1 mm e 5 mm**, **150 g** di fibra con dimensione **< 1 mm**, **150 g** di lignina vegetale e **250 ml** di acqua. I componenti sono stati amalgamati manualmente fino ad ottenere un **impasto omogeneo** (*figura n. 7*)che in seguito è stato introdotto all'interno della sede metallica. Posizionato il tutto correttamente ha avuto inizio la fase di compressione (*figura n. 8, 9, 10*), fino al raggiungimento del suo limite massimo, durante la quale si è verificata una notevole fuoriuscita d'acqua. Il carico di esercizio è stato successivamente rimosso e il composto nonostante la forza a cui era stato soggetto ha iniziato ad incrementare il suo volume riducendo di compattezza (*figura n. 11*)

Questo effetto è stato causato dal valore elevato di elasticità delle fibre che non ha permesso l'ottenimento di un prodotto coeso come ci eravamo prefissati. Attraverso l'analisi del risultato ottenuto, siamo giunti alla conclusione che la lignina utilizzata come legante all'interno del composto non possedeva abbastanza capacità per mantenere insieme le fibre in seguito alla perdita di un determinato quantitativo di acqua.

Grazie ad un'attenta e approfondita analisi dei leganti di origine naturale presenti sul mercato edilizio la scelta è ricaduta sulla calce idraulica naturale, materiale dal forte potere coesivo in grado di fornire maggiore strutturalità al manufatto finale grazie alla sua componente minerale.

4

5

6

7

8

9

10

In merito a questa prova a pressione fatta in azienda, abbiamo cercato di delineare **conclusioni** più o meno specifiche riguardo al comportamento delle fibre bagnate. Nei confronti della loro elasticità, e forse anche la loro dimensione non siamo riusciti ad azzeccare i giusti dosaggi una volta unite alla lignina vegetale.
Anche se forse la cosa che più di ogni altra ci ha mosso a domanda, era lo sbagliato utilizzo di una pressione a 15 tonnellate, lì dove magari ne servivano 150 tonnellate.
Una semplice pressione meccanica di 200 ton, riusciva a produrre in stampi, mattoni di fibra di cocco, utilizzato per drenare l'acqua in eccesso dai campi coltivati.
Il risultato di quella pressione riusciva a produrre un oggetto molto compatto, poco friabile e di modeste dimensioni. Per questi motivi abbiamo pensato fosse necessario credere che una **tecnologia low-tech su questo prodotto** sarebbe stata di gran lunga la più efficace e controllabile. Anche perchè, come ultima spiaggia si era pensato di torvare una azienda che lavorava con termopresse ma l'utilizzo di macchine come queste non era di facile reperibilità sul territorio. Tanto più che potevano creare stampi appositi per termo-pressare il materiale con cui stavamo lavorando.
Perciò é stato davvero importante il **supporto dei meccanici dell'azienda Agrindustria**, senza i quali non avremmo potuto minimamente provare a fare delle prove cosi definite nella loro ingegneria.
Di sicuro era quanto meno appurato il fatto che la lignina da sola, nel nostro caso specifico, non poteva essere un legante che, a crudo, avrebbe compattato ed incollato le fibre utilizzate, causa probabilmente il fatto di non avere al suo interno la giusta percentuale di resinosità richiesta.
La dimensione delle fibre utilizzate se pur sbagliata, ci ha permesso di notare quanta elasticità possiedono, e di come sarebbe sicuramente interessante, in futuro, andare a studiare qualcosa di più specifico a riguardo, scoprendo magari dei requisiti che sono ottimi non solo ne campo dei materiali edili da costruzione.

A sinistra un particolare del mattone in fibre di cocco pressato meccanicamente con una pressa da 200 ton.
Dalla foto si può vedere come nonostante sia stato tagliato per far vedere una sezione, il prodotto finale sia decisamente compattato avente una granulometria finissima.

11

SECONDA FASE DI SPERIMENTAZIONE

IL BIO-MATTONE

Il giorno 25 aprile 2019 si comicia a lavorare sulla creazione di questo mattone, oggetto di studio da qualche mese, con l'utilizzo di calce e fibre di canna palustre per la maggior parte del composto.
Dapprima abbiamo creato appositi casseri in legno di stratificato di betulla, fatti ad hoc per produrre un oggetto della dimensione standar di un mattone pieno di argilla, ovvero **12 x 24 x 5,5** cm.
Appurato, nei giorni precedenti a queste prove, che l'utilizzo di sole materie vegetali per la realizzazione di questo composto, non riusciva a garantire strutturalità al prodotto finito, poichè non vi era un legante abbastanza forte per compattare il tutto, abbiamo ripiegato sull'utilizzo della calce idraulica naturale.
Questo perchè sono ormai qualche anno che **Pedone Working s.r.l.**, un' azienda situata in provincia di Barletta, lavorando con materiali naturali, ha brevettato un bio-mattone utilizzando **calce e canapa**, ottenendo un composto in grado di soddisfare dei requisiti importanti legati sia alla coibentazione sonora e termica, che di massa per trattenere l'umidità ed evitare condensa.
Studiando quindi, alcune delle componenti naturali che servono alla realizzazione, abbiamo iniziato a fare prove per decretare quanto quantitativo servisse in peso e volume di ogni singolo componente per arrivare a poter scasserare la malgama, avendo un composto abbastanza compatto.
Per le prove ci siamo forniti, oltre i casseri in legno, di una cazzuola, una bilancia da cucina, un misurino a tacche per alimenti e liquidi, un secchio vuoto di vernice da 7 litri usato per fare le mescole.

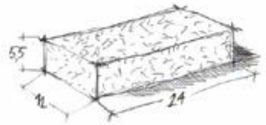
CEPRO 500

CE

Calce Scelta 1/60

Calce idraulica naturale bianca NHL 3,5

la calce idraulica naturale scelta è composta di calcare argilloso cotto ad una temperatura di 1000 °C. La classificazione è NHL 3,5, quindi con una purezza che non è del 100%.



Sapendo che questa idea di provare a realizzare un bio-mattone ci è pervenuta guardando quello che già esiste nel mercato edilizio, abbiamo confrontato delle aziende che producono e degli studi di architettura che lavorano con questi prodotti, al fine di capire se i feedback riguardo al tipo di benessere termoigrometrico che offrono alle persone sia realmente molto positivo.
Abbiamo selezionato alcuni estratti di scheda dalla brochure di Pedone Working, sul biomattone, rispetto ad alcuni parametri che ci interessava visualizzare come la **bassa conducibilità termica di 0,07W/mk** e un indice di **resistenza al vapore molto elevato di 4,50**. Un'altra scheda tecnica su cui ci siamo soffermati è quella di Bio Level dove abbiamo riscontrato ancora una volta che, parametri di conducibilità termica e resistenza al vapore sono molto bassi, ma in questo caso, anche le prestazioni di fonoassorbenza sono decisamente elevate. Presi questi riferimenti come spunto su cui lavorare, abbiamo elencato dei possibili parametri prestazionali da raggiungere rispetto al tipo di proprietà fisico-tecniche e i possibili usi che vorremmmo questo prodotto, da noi sperimentato, un giorno possa garantire.

POSSIBILI PARAMETRI DA RAGGIUNGERE:

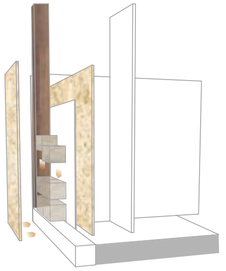
proprietà fisico-tecniche

- accumulo di calore e isolamento termico
- confort acustico e insonorizzazione
- regolatore di umidità ambientale
- materiale non immfiammabile
- assenza di emissioni tossiche
- riciclabile al 100%
- resistente a roditori e insetti nocivi
- antimuffa
- aperto alla diffusione del vapore

possibili usi ed applicazioni

- tramezze
- muri esterni di tamponamento
- muri isolanti di nuova costruzione
- protezione termica integrale di edifici
- isolamento interno di edifici esistenti
- sottofondi

ESEMPIO DI POSSIBILE STRATIGRAFIA:



i biomattoni potrebbero lavorare come prodotto di tamponamento all'interno di una struttura a telaio in legno.

BIO LEVEL
Building Green

ECOMATTONE BIO LEVEL sp.15 cm
SCHEDA TECNICA

CE

800 913703
www.biolevel.it info@biolevel.it
Bio Level - Building Green
Via Bainizza, 14 - 25128 Brescia

PROVA n° 1

La mattina ci siamo apprestati ad effetuare la prima prova di questo esperimento, collocati nel garage di casa Piva, consci del fatto che nonostante avessimo tutto il materiale per iniziare, una piccola, ma incisiva componente stocastica avrebbe accompagnato il nostro lavoro dall'inizio non essendo esperti nel campo delle tecnologie e realizzando il tutto adottando un approccio di produzione **low-tech**.

La prima fase era dedicata al reperimento dei dati inerenti al peso di ogni singolo componente da andare a mescolare e idratare con l'acqua.

Sensibilmente, visti anche i risultati perseguiti nella primissima prova svolta solo con materiale vegetale, abbiamo voluto definire e fissare una **soglia di unità di misura** al fine di semplificare in parte il lavoro di mescola. Considerando che, tra le varie ricerche fatte per capire come la mescoladi questi materiali avrebbero potuto portare ad un risultato concreto, abbiamo seguito il consiglio di un architetto che anni fa era riuscito in maniera low-tech a produrre un bio-mattone, eseguendo un semplice **rapporto di 1 a 2 di fibra con calce**.

Dunque si è deciso di procedere, per gli elementi solidi vegetali e minerali, utilizzando multipli e sottomultipli di **100 g**. mentre per gli elementi liquidi, abbiamo aggiunto H2O nel composto a livello più sensoriale, partendo sempre da una base di **250 ml**.

Fissate queste soglie, abbiamo iniziato con la prima mescola a mettere all'interno del secchio 200 g di fibre di canna palustre con pezzatura tra 1-5 mm, subito idratate con 100 ml di H2O, subito impastate con la cazzuola per un tempo di 1 minuto.

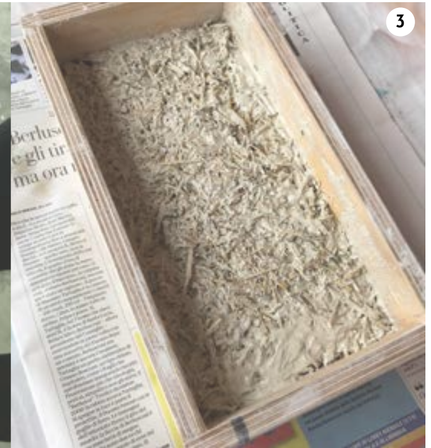
L' azione successiva è stata quella di depositare i primi 200 g di calce all' interno del composto già umido e inizare a rimescolare con decisione per un altro minuto.

Vedendo però che l'amalgama si era già molto rappresa e seccata, si sono aggiunti altri 250 ml di H2O continuando a miscelare per un minuto abbondante. Non convinti ancora del prodotto che toccavamo con mano abbiamo aggiunto, nel rispetto del rapporto 1 a 2 di fibre e calce, altri 200 g di elemento minerale, bagnandolo ulteriormente con altri 250 ml di H2O (*figura n. 1*).

Finito di impastare nel secchio, abbaimo depositato il tutto nel cassero andando di tanto in tanto ad esercitare una lieve pressione suoerficiale per livellare il composto (*figura n. 2*).

1

2


3

Una volta terminata la immissione della miscela nel cassero con una dovuta pressione costante finale di 70 kg per un tempo di 5 min, attraverso l'uso di uno sportello pensato ad hoc come fosse un coperchio, abbiamo lasciato essicare il tutto per 48 ore (*figura n. 3*).

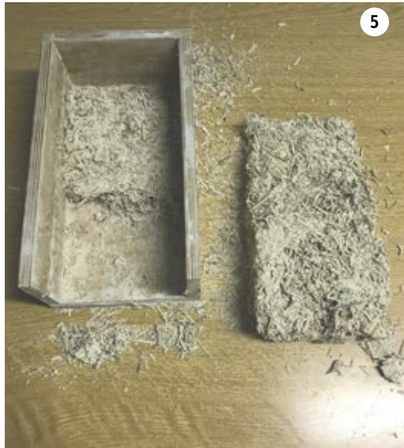
Prima della fase di essiccazione però, abbiamo avuto il sentore che il quantitativo fibroso fosse ancora tanto, quindi il pensiero che potesse seccare troppo una volta scasserato, già si configurava nella nostra mente.

Nella quarta fase abbiamo tolto uno degli sportelli del cassero per sentire se effettivamente, non essendo tutte le faccie del mattone state a contatto con l'aria, qualcuna di esse poteva essere rimasta umida tanto da poter disgregare il prodotto.

In realtà appena toccata quella superficie ci siamo resi conto di quanto farinoso era diventato il composto, probabilmente più di quello che ci si poteva immaginare per essere stata la prima prova (*figura n. 4*)

.Nel momento in cui si è provato a tirar fuori il mattone dopo 48 ore, il risultato è stato quello rappresentato in figura 5, ovvero grande disgregazione del mattone ed un composto secco e troppo carico di fibre.

4


5

Alcune **conclusioni** tratte dopo questa prima prova, sono state in merito alla ingannevole idea di casserare per due giorni la mescola, che forse non ha prodotto gli effetti sperati nei confronti del tipo di essicazione che sarebbe stata preferibile attuare, vedendo quindi un prodotto che fin da subito si poteva mettere a contatto con l'aria.

Un altro aspetto che forse ha danneggiato questo primo esperimento, è stata la conseguenza di aver rispettato un rapporto di 1 a 2 tra fibre e calce, facendoci lievemente intuire che forse il quantitativo di calce messa era ancora troppo poca.

Infine ultimo, ma forse il più importante degli elementi in gioco, il quantitativo d'acqua utilizzato non è riuscito a dare una spinta decisa in fase d'idratzione della mescola.

Per riepilogare sotto forma i punti, alcuni dei problemi riscontrati durante questo primo esperimento sono stati:

- **troppa quantità di fibre** - **errata messa in essicazione** -**poca H2O nell'impasto** = **MASSA SECCA E NON COMPATTA**

PROVA n° 2

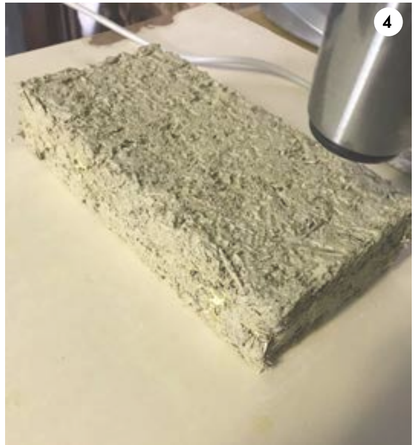
Con un pò di insoddisfazione, ma anche tanta tenacia, il giorno seguente al pessimo risultato ottenuto cercando di realizzare il mattone, ci siamo rimessi a lavorare in garage, convinti che da lì in poi non avremmo potuto che migliorare le prospettive di riuscita di questo prodotto.
Capiti poi, i punti dove la nostra prima prova è risultata fallimentare, abbaimo, di conseguenza, inziato a ragionare su uno spettro di possibilità realizzative un pò più ampio.
Difatti le fibre a noi pervenute il giorno della sfibratura ad Agrindustria non sono state solo di un tipo e di una pezzatura, ma anzi, ne abbiamo ricavate di molteplici.
Per questo motivo abbiamo iniziato a delineare un idea rispetto al **mixare** due tipolgie di pezzature fibrose diverse, per aumentare ed aiutare magari, in fase di mescola, la massa del composto, rendendola più solida e compatta a fine essicazione.
Abbiamo scelto di utilizzare per questa seconda prova, fibre **< 1 mm e tra 1 e 5 mm**.
Le prime pensate proprio per andare a legare di più con la calce ed evitare disgregazione e micro-foratura internamente al composto.
Si è iniziato a mettere all'interno del secchio un quantitativo di fibra tra 1 e 5 mm pari a **100 g** idratando per un minuto con **250 ml** di H2O. Il passo successivo è stato aggiungere i primi **100 g di fibra < 1 mm** all'impasto, andando nuovamente ad idratare con **250 ml** di acqua per cercare di amalgamare più intensamente il composto.
Subito dopo aver miscelato per un minuto e mezzo abbondante, si è addizionata la calce idraulica, con un quantitativo di **650 g,** alla quale è stata associata altra H2O per un totale di **750 ml** alla fine del processo di produzione.
Rendendoci conto che questi quantitativi non avevano ancora offerto un livello di compatezza voluta si sono dunque aggiunti altri **50 g** di fibra < 1 mm e altri **70 g** di calce.
Solo dopo questa ultima fase aggregativa ci siamo conviti che il dosaggio sarebbe stato performante e siamo passati alla fase di casseratura, che come già eseguito durante la prima prova, si è pressato lievemente il composto ogni qual volta aggiungevamo materia all interno del cassero.

1

2

3

Questa prova, rispetto alla precedente, è stata scasserata dopo 2 minuti dopo la compattazione del composto, sulla superficie rivolta verso l'esterno.
Il prodotto appena uscito dal cassero ha fatto uscire sui nostri volti un primo segno di gioia e contentezza nei confronti di quest'ultimo, poiché sembrava a tutti gli effetti un mattone molto più compatto di quello visto in precedenza.
Abbiamo scelto in un secondo momento di utilizzare un essicazione forzata attraverso l'uso di un asciuga capelli da 2000 watt per vedere se in un arco ragionevole di tempo fossimo stati in grado di ottenere un solido pronto per essere maneggiato, se pur in minima parte.
Asciugandolo su ogni singola faccia per un totale di circa 30 minuti, abbiamo ottenuto un discreto riscontro positivo, consci del fatto che riuscivamo a girare il mattone per far essicare la faccia contro il tavolato su cui era poggiato, senza troppi problemi. Aiutando quindi questo prodotto ad accellerare il suo stato di essicazione in un primo momento, lo abbiamo fatto riposare per 24 ore all'aria aperta, sul balcone di casa di Fabrizio.


4

5

Dopo aver atteso il tempo stimato per la definitiva essicatura, siamo rimasti molto sorpresi e contenti di come il mattone avesse perso abbastanza umidità interna e di conseguenza fosse diminuito in peso in maniera sensibilmente evidente.
Difatti si presentava compatto e solido, si era leggermente ristretto rispetto a quando era stato scasserato, ciò indicava che comunque il lavoro da noi svolto era stato sicuramente molto meno fallimentare rispetto al precedente. Questa vincente prova ha ovviamente dato ad entrambi, da quel momento in poi, un forte stimolo positivo e di buon auspicio per i seguenti esperimenti.
Conclusioni necessarie:
-**corretto bilanciamento di fibre e calce** -**giusto quantitativo di H2O per idratazione**
-**corretto scasseramento del prodotto** -**24 ore di essicazione potrebbero essere una corretta durata** = **BUONA COMPATEZZA E SECCHEZZA DELLA MASSA**

PROVA n° 3

Quello che ha scaturito le condizioni per ideare questa prova è stato il voler inserire all'interno del composto un legante naturale di origine vegetale che fosse contenuto all'interno della stessa canna palustre, la lignina.
Inizialmente abbiamo valutato l'utilizzo di questo materiale considerando le sue capacità di resistenza al fuoco, in quanto presenta buone proprietà grazie alla generazione spontanea sulla sua superficie, in caso di contatto diretto con le fiamme, di uno strato carbonioso che rallenta il loro propagarsi.
Altro aspetto che ha inciso sulla scelta è stata la scoperta delle sue capacità leganti di cui si serve l'azienda per la produzione di pellet.
In questo modo attraverso l'utilizzo di componenti differenti derivanti dalla stessa pianta si sarebbe potuto creare un biomattone caratterizzato nella sua totalità da elementi vegetali.
A differenza del pellet però il nostro manufatto non subisce un similare processo di pressatura ed è per questo motivo che, attraverso uno scambio di opinioni con il titolare dell'azienda Giuseppe Tecco, abbiamo optato per mantenere come componente legante principale la calce a cui addizionare un apporto minore di lignina con il fine di comprendere come si sarebbero potute modificare le caratteristiche a prodotto ultimato rispetto alle altre prove effettuate.
Inoltre l'utilizzo della lignina come unico elemento legante del composto avrebbe comportato costi elevati a causa della spesa necessaria per la sua estrazione, che non sarebbero andati in contro ai criteri di sostenibilità, intesi anche dal punto di vista economico, su cui si basa la nostra sperimentazione.

Siamo dunque passati alla realizzazione del manufatto fissando il quantitativo di calce a **800 g,** la componente vegetale con pezzatura compresa tra **1 e 5 mm a 400 g**, quella di dimensione inferiore a **1 mm a 200 g** e l'apporto derivato dalla **lignina a 150 g.**
Dopo aver posto all'interno del secchio **200 g di fibre** (1-5 mm) di canna palustre abbiamo aggiunto **200 ml** di H2O e lavorato il composto idratando completamente la componente vegetale.
Successivamente sono stati intergrati **100 g di lignina**, **400 g di calce** e **200 ml di H2O**, mescolando il tutto fino a raggiungere il corretto grado di amalgama.
In seguito abbiamo aggiunto **100 g** di fibre (< 1 mm), **200 g** di calce e i restanti **50 g** di lignina, idratando il composto attraverso **200 ml** di H2O.

Questa prova, rispetto alla precedente, è stata scasserata dopo 2 minuti dopo la compattazione del composto, sulla superficie rivolta verso l'esterno.
Il prodotto appena uscito dal cassero ha fatto uscire sui nostri volti un primo segno di gioia e contentezza nei confronti di quest'ultimo, poiché sembrava a tutti gli effetti un mattone molto più compatto di quello visto in precedenza.
Abbiamo scelto in un secondo momento di utilizzare un essicazione forzata attraverso l'uso di un asciuga capelli da 2000 watt per vedere se in un arco ragionevole di tempo fossimo stati in grado di ottenere un solido pronto per essere maneggiato, se pur in minima parte.
Asciugandolo su ogni singola faccia per un totale di circa 30 minuti, abbiamo ottenuto un discreto riscontro positivo, consci del fatto che riuscivamo a girare il mattone per far essicare la faccia contro il tavolato su cui era poggiato, senza troppi problemi. Aiutando quindi questo prodotto ad accellerare il suo stato di essicazione in un primo momento, lo abbiamo fatto riposare per 24 ore all'aria aperta, sul balcone di casa di Fabrizio.

PROVA n° 4

Dato l'esito negativo della prova n. 1 siamo passati alla modifica dei quantitativi relativi agli elementi di composizione del composto in quanto la tipologia di biomattone costituito da un'unica pezzatura di materiale vegetale sembrava essere quello che avrebbe potuto fornire i risultati migliori dal punto di vista della stabilità dimensionale, della velocità di essiccamento e del peso ad essicazione ultimata.
Siamo dunque passati alla modifica dei parametri utilizzati precedentemente scelgiendo di impiegare un quantitativo pari a **200 g**. per quanto riguarda la componente vegetale, di fibre di pezzatura tra 1 - 5 mm.
La componente minerale è stata fissata a **600 g** in quanto il grado di coesione riscontrato nella prova fallimentare non aveva raggiunto i livelli necessari per mantenere compatto il manufatto a causa probabilmente dell'eccessivo impiego di H2o. Di coseguenza abbiamo scelto di mantenere la dose di H2o al di sotto di quella adottata in precedenza pur restando una componente variabilea seconda delle esigenze durante la fase di amalgama (*figura n. 1*).
Siamo dunque passati alla realizzazione del composto ponendo inizialmente **100 g** di fibre vegetali all'interno del secchio aggiungendo successivamente **100 ml** di H2o.
Dopodichè abbiamo iniziato a mescolare le fibre e l'H2O cercando di garantire la totale idratazione degli elementi vegetali.
Una volta ultimato questo passaggio siamo passati all'aggiunta di **200 g** di calce e abbiamo lavorato il composto per circa un minuto cercando di amalgamare tutti gli elementi in modo tale da raggiungere la corretta omogeneità.
Abbiamo dunque aggiunto successivamente altri ulteriori **200 ml** di H2O in modo da aumentare la lavorabilità dell'impasto che mostrava già l'inizio della fase di presa.
Reso nuovamente lavorabile il composto abbiamo inserito i restanti **100 g** di fibre vegetali a cui sono stati successivamente aggiunti **200 g** di calce.

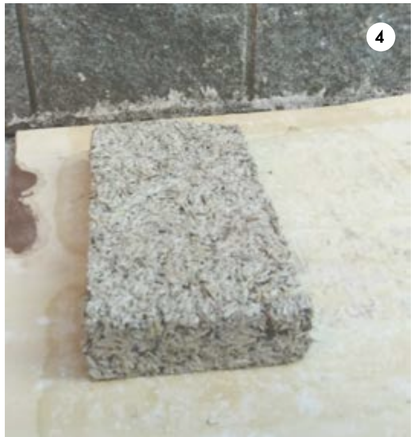
1

2

3

Dopo una miscelazione di circa un minuto sono stati aggiunti ulteriori **100 ml** di H2O e **200 g** di calce. Lavorando il composto ci siamo accorti che la consistenza e i rapporti tra gli elementi erano nettamente migliori rispetto alle sensazioni derivate dalla prova fallimentare, decretando performante e vincente il **rapporto 1:3 di fibra con calce**.
Terminata la fase di amalgama abbiamo posto la miscela all'interno del cassero poco alla volta(*figura n. 2*). L'immisione è stata divisa in tre parti intervallate da una leggera pressione, effettuata attraverso il coperchio del cassero, e dal livellamento della superficie attraverso l'utilizzo di una cazzuola. Una volta riempito il cassero abbiamo esercitato un'ulteriore pressione dopidichè a differenza del tentativo precedente abbiamo scasserato dopo circa 5 minuti il manufatto (*figura n. 3*).
Era possibile notare come la fase di presa ed essiccamento fosse iniziata dopo alcuni minuti di esposizione all'aria.

Il peso del prodotto a lavorazione appena ultimata è risultato pari a 1200 g.
Il manufatto è stato fatto asciugare naturalmente attraverso l'esposizione all'aria senza che l'incidenza dei raggi solari lo raggiungesse direttamente e dopo 48 h ha subito una notevole perdita di peso conseguentemente a una consistente e rapida perdita di H2o raggiungendo un peso pari a 883 g.
Il composto essiccato risultava compatto, senza fessurazioni e caratterizzato da una superficie omogenea.
Altro aspetto che era possibile notare, il corretto equilibrio relativo alla distribuzione dei componenti oltre alla riduzione del valore di fragilità a cui invece doveva far fronte il risultato fallimentare precedente.

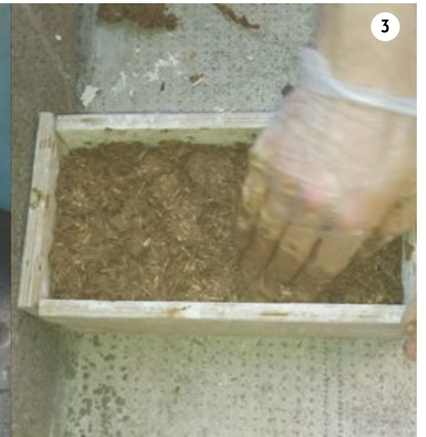

4

PROVA n° 5

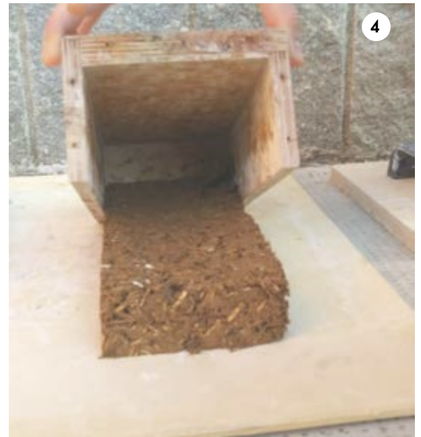
Dopo esserci recati presso la fornace Carena di Cambiano e dopo un prolungato colloquio con il titolare dell'azienda, Pier Luigi Carena, siamo giunti alla conclusione che un tentativo si sarebbe potuto attuare utilizzando come componente legante minerale naturale non la calce ma l'argilla.
L'dea ci è pervenuta costantando, durante una passeggiata nella cava dove viene estratto il materiale, la presenza di un piccolo canneto cresciuto spontaneamente nel terreno argilloso nei pressi di una conca generata dall'estrazione del materiale, riempita nel corso del tempo dall'acqua piovana. Quella vista ha subito generato in noi l'idea di provare a conciliare i due elementi, argilla e fibra di canna palustre, per la creazione di un nuovo manufatto spinti dalla curiosità di conoscere quali caratteristiche sarebbero andate a modificarsi utilizzando un differente legante naturale caratteristico dei territori della provincia di Torino.
Abbiamo dunque reperito il materiale gentilmente fornitoci dallo stesso Carena, riscontrando da subito una netta differenza di peso rispetto alla calce naturale.
Altro aspetto che sarebbe andato ad incidere sulla sperimentazione sarebbe stata la velocità di essiccamento in quanto l'argilla tende a rilasciare più lentamente il quantitativo di H2O interno al contrario del minerale utilizzato per le altre prove.
Siamo così passati alla realizzazione del manufatto fissando i parametri da utilizzare definititi anche grazie ai consigli di Carena.
Innanzitutto l'apporto del quantitativo di argilla doveva essere superiore rispetto a quello utilizzato mediamente per la calce poichè il grado di coesione fornito dal nuovo elemento minerale risultava più basso e meno capace di tenere aggregate le fibre vegetali. Al contrario il quantitativo di H2O doveva essere ridotto in quanto era già presente all'interno del legante naturale.
Abbiamo scelto di utilizzare dunque **1000 g** di argilla, **200 g** di fibre vegetali di pezzatura tra **1 - 5** mm e **200 ml** di H2o (*figura n. 1*).

1

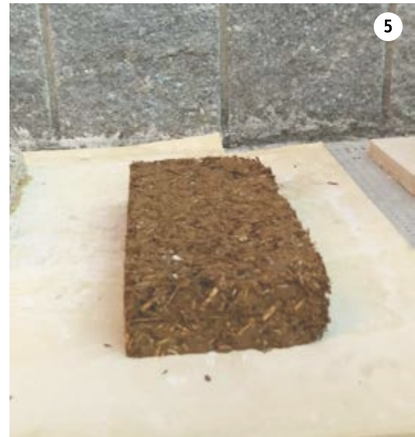
2


3

Il primo passaggio è stato quello di idratare i primi **100 g** di fibre, una volta inserite all'interno del secchio, attraverso **100 ml** di H2O.
Dopo aver mescolato il tutto siamo andati ad aggiungere l'argilla, in un quantitativo pari a **500 g**, che a contatto con l'acqua presente ha mostrato da subito un comportamento nettamente differente rispetto a quello della calce utilizzata per le altre prove. Il grado di coesione del minerale si è dimostrato molto elevato andnado a formare dei grumi argillosi .
Di conseguenza siamo andati ad apportare una modifica riguardo la velocità di lavorazione per cercare di far integrare al meglio il minerale e le fibre prima che si creassero quasi a livello spontaneo degli agglomerati di solo materiale minerale.
La lavorabilità dell'impasto inoltre non poteva essere aumentata attraverso ulteriore aggiunta di H2O a causa della facilità di disgragazione dell'argilla che avrebbe compromesso irriparabilmente la compattezza dell'impasto. Siamo così passati all'aggiunta dei rimanenti **100 g** di fibre e dopo aver miscelato il composto per circa un minuto e raggiunto il giusto grado di omogeneità abbiamo integrato con **250 g** di argilla.


4

Di seguito, sono stati addizionati all'interno della miscela, **50 ml** di H2O ed il composto è stato lavorato per circa due minuti cercando di eliminare i grumi che si andavano a formare (*figura n. 2*). Successivamente sono stati inseriti all'interno della miscela **50 ml** di H2O e il composto è stato lavorato per circa due minuti cercando di eliminare i grumi che si andavano a formare.
Il passaggio seguente è stato porre gli ultimi **250 g** di argilla e **50 ml** di H2O raggiungendo attraverso mescola la consistenza desiderata.Abbiamo così posto nel cassero (*figura n. 3*) il conglomerato e anche in questo caso l'immisione è stata divisa in tre parti intervallate da una leggera pressione, effettuata attraverso il coperchio del cassero, e dal livellamento della superficie attraverso l'utilizzo di una cazzuola. Una volta riempito il cassero abbiamo esercitato un'ulteriore pressione dopidichè il manufatto è stato scasserato e lasciato asciugare naturalmente per 2 minuti circa (*figure n. 4 e 5*). Il mattone è stato poi pesato e il risultato è stato pari a **1400 g**.
Dopo 48 h di esposizione all'aria è stato nuovamente pesato ed è stato possibile riscontrare come a differenza delle prove effettuate con la calce, la velocità di evaporazione dell'H2O e la conseguente diminuzione di peso fossero decisamente minori in quanto il valore raggiunto è stato pari a **1348 g**


5

RIASSUNTO DELLE PROVE IN TABELLA

Di seguito alla serie di prove svolte, si sono catalogati i dati in una Tabella (figura sottostante il testo) per confrontare alcuni parametri base sulla quale poter ragionare e decidere quale tra queste prove, sia sensibilmente sfruttabile considerando il minor uso di acqua e materie sia vegetali che minerali, per la produzione di un singolo manufatto.
Constatato che più o meno l'umidità presente nel mattone appena scasserato è **diminuita di circa il 20%** a compiuta essicazione, non ci vuole poco a capire che nella prova **numero 5** abbiamo ottenuto il prodotto più leggero con una **differenza di quasi 2 kg** rispetto ad un mattone pieno in argilla.
Durante le prove, teniamo a sottolineare, che solo in una di queste vi è stato applicato, in minima parte, un trattamento di essicazione forzata con l'uso di un'asciuga capelli. Per il restante tempo si è seguito un tipo di processo naturale, sotto il sole e a contatto con l'aria, di essicamento low-tech, dandoci dei risultati finali sul prodotto che possono incentivare positivamente chi sperimenta in questo campo a non utilizzare macchinari per velocizzare la produzione di un oggetto edilizio. Questo per noi è un concetto abbastanza importante, poichè fa parte di un pensiero di economia circolare che cerca di **evitare consumi di CO2 improduttivi**.
Secondo la logica con cui abbiamo lavorato infatti, i risultati più convincenti li abbiamo ottenuti operando con mano, quasi fossimo artigiani in grado di produrre unicum.

Minimo uso e quantitativo di fibre tra 1 - 5 mm e minimo quantitativo uso di calce idraulica di 600 g, danno modo alla prova 5 di essere la più performante in termini di risparmi di materiale.
Presi singolarmente i provini subiranno in un secondo momento test utili a descrivere che tipo di resistenza a compressione e conducibilità termica riescono a garantire.
Inoltre un altro fattore importante verrà analizzato al fine di capire se il lavoro low-tech con un minimo di componente stocastica può comunque essere un alternativa all'utilizzo di sole macchine impastatrici: il controllo ed il ritiro dimensionale.
Abbiamo chiaramente individuato che il mattone con il peso maggiore è quello a base di due pezzature di fibre, la calce e la lignina il quale, al termine della scasseratura, ancora umido, pesava **1990 g** riducendosi fino a **1491 g** dopo avvenuta essicazione.
Ultimo ma non meno importante, citiamo il mattone miscelato con una base di una pezzatura di fibre tra 1 - 5 mm e 1 kg di argilla non in polvere. Notiamo come rispetto ad un comune mattone pieno il peso sia decisamente inferiore, causa ovviamente l'annessione di un componente fibroso all'impasto che oltre ad aumentarne la massa ne ha, ipoteticamente, implementato i valori di conducibilità e di resistenza a compressione.

	Fibre 1 - 5 mm	Fibre < 1 mm	Calce NHL 3,5	Argilla	Lignina	Guar	H2o	Peso	Peso 48h
PROVA 1	200 g	-	400 g	-	-	20 g	750 ml	-	-
PROVA 2	100 g	150 g	700 g	-	-	-	750 ml	1630 g	1384 g
PROVA 3	150 g	100 g	750 g	-	-	-	750 ml	1670 g	1424 g
PROVA 4	400 g	200 g	800 g	-	150 g	-	750 ml	1990 g	1491 g
PROVA 5	200 g	-	600 g	-	-	-	400 ml	1117 g	883 g
PROVA 6	200 g	-	-	1000 g	-	-	200 ml	1591 g	1348 g

TERZA FASE DI SPERIMENTAZIONE

TEST DI COMPRESSIONE IN FORNACE CARENA

La fase finale della sperimentazione ha avuto come obiettivo la determinazione della resistenza a compressione e della conducibiltà termica dei provini. I valori si rifeririscono alle caratteristiche dei materiali dopo il passaggio di 30 giorni dalla realizzazione dei maufatti.

La stipulazione di tali valori è stata condotta presso la Fornace Laterizi Carena Srl con sede a Cambiano in provincia di Torino grazie al supporto del titolare Pier Luigi Carena e del tecnico, Bruno Chiara, che si occupa di verificare il rispetto delle normative vigenti dei prodotti in laterizio commercializzati dall'azienda.

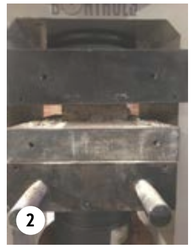
Il test a compressione è stato effettuato attraverso una pressa digitale CONTROLS(*foto in basso n.1 ed 1.1*) in grado di esercitare una **pressione massima di 2000 KN**.

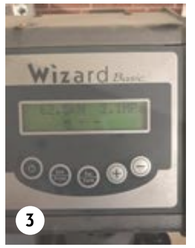
I provini sono stati sottoposti al carico di esercizio fino al raggiungimento del punto di disgragazione, ovvero il valore limite a cui non risulterebbero in grado di garantire la corretta distribuzione dei carichi.

Deve essere necessariamente considerato che la prova è stata effettuata su manufatti crudi, di conseguenza prima della disgregazione i differenti provini hanno subito un abbassamento e una conseguente diminuzione di volume prima di opporre la resistenza necessaria al rilevamento del valore da parte del sensore del macchinario. Altro aspetto da considerare è la non perfetta omogeneità del manufatto dovuta alle differenze presenti all'interno dell'impasto che potrebbe aver portato all'ottenimento di un valore che non può essere giudicato come univoco per l'interezza del campione.

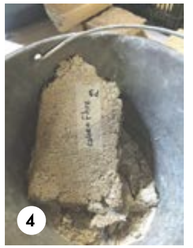
1

1.1

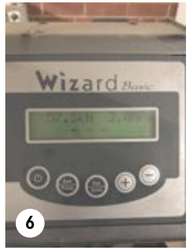

2



3

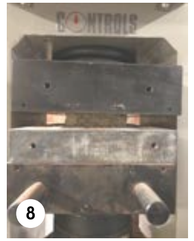

4

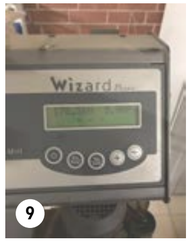
5



6

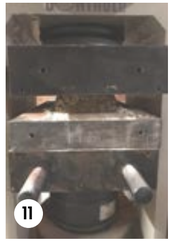
7

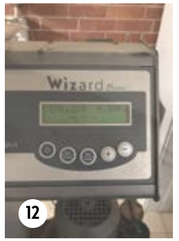

8



9

10


11



12

13

Siamo passati dunque alla realizzazione del test partendo dal rilevamento innanzitutto dell'area riferita all'oggetto, valore che deve essere manualmente fornito alla pressa per poter condurre la prova, per poi successivamente sottoporre i differenti provini alla sforzo di compressione del macchinario.

Abbiamo notato come effettivamente dal momento in cui la pressa ha iniziato esercitare la compressione, tutti i provini hanno presentano un abbassamento iniziale dovuto alle caratteristiche dei materiali utilizzati per la loro definizione fino a giungere a un principio di disgregazione dove il manufatto iniziava a presentare una notevole dilatazione laterale. In quel preciso momento veniva bloccata la pressa e venivano registrati i valori ottenuti.

Attraverso la lettura dei risultati è emerso come i provini 3 e 4, contenenti un determinato quantitativo di fibre con pezzatura inferiore a 1 mm, presentassero valori di resistenza pari rispettivamente a **2,1 MPa** e **2,0 MPa** (*figure n. 2, 3 e 4*).

I provini 5 e 6 ovvero quelli contenenti un'unica componente di fibre di demensione compresa tra 1 e 5 mm, nonostante la presenza di leganti differenti (calce naturale per quanto riguarda il provino 5 e argilla per il provino 6), hanno presentato valori di resistenza maggiori pari rispettivamente a **5,9 MPa** e **4,8 MPa** (*figure n. 8,9 10, 11, 12 e 13*).

La presenza della fibra di pezzatura inferiore probabilmente ha fatto si che i manufatti raggiungessero il punto di disgregazione anticipatamente rispetto agli altri. Abbiamo inoltre misurato l'abbassamento dei singoli provini successivamente alla prova di compressione testimoniando così un valore medio di 1 cm circa esculso il provino numero 4 che essendo composto da un quantitativo maggiore di materiale ha subito una variazione pari a 0,2 cm.

TABELLE RIASSUNTIVE I TEST

Per poter ottenere una lettura più accurata dei risultati ottenuti attraverso il test a compressione, abbiamo definito quale fosse la percentuale di incidenza delle differenti componenti necessarie per la creazione degli impasti (tabella n. 1) in modo tale da comprenderne i rapporti. Il calcolo è stato effettuato senza considerare l'apporto di acqua, essendo questo un valore relativo variabile utile semplicemente ad aumentare la lavorabilità e la coesione dell'impasto.

In seguito siamo passati alla determinazione del peso specifico di ciascun componente attraverso la creazione di un cubo di carta dal volume pari a 1 cm3. Questo è stato riempito con i differenti materiali e grazie all'utilizzo di una bilancia di precisione da cucina è stato pesato il quantitativo determinando il valore ricercato espresso in g/cm3, poi convertito in kg/m3 (tabella n. 2).

Dopodichè siamo passati alla determinazione della massa volumica dei singoli manufatti inserendo i valori percentuali di incidenza delle singoli componenti e il loro peso specifico all'interno di un foglio di calcolo utilizzato dall'azienda, attraverso cui è stato possibile determinare il valore.

I risultati ottenuti espressi nella tabella n. 3, differenziati in carico limite di esercizio e la resistenza a compressione per 30 giorni, sono stati utili per comprendere parte del comportamento dei singoli manufatti ipotizzando una loro possibile messa in opera e un possibile periodo di utilizzo.

MATERIALI	Peso specifico
Fibre 1 - 5 mm	250 Kg/m3
Fibre < 1 mm	230 Kg/m3
Calce NHL 3,5	590 Kg/m3
Argilla	1800 Kg/m3
Lignina	400 Kg/m3

Tabella n. 2

	Carico lim. di esercizio	Res. a compressione (30 gg)
PROVA 3	62,2 KN	2,1 Mpa
PROVA 4	57,3 KN	2,0 Mpa
PROVA 5	170 KN	5,9 Mpa
PROVA 6	136 KN	4,8 Mpa

Tabella n. 3

	Fibre 1 - 5 mm	Fibre < 1 mm	Calce NHL 3,5	Argilla	Lignina	H2o	Peso 30 gg	Volume	Massa volumica
PROVINO 3	15%	10%	75%	-	-	750 ml	1089 g	1400 cm3	778 Kg/m3
PROVINO 4	28%	14%	57%	-	1%	750 ml	1134 g	1400 cm3	810 Kg/m3
PROVINO 5	25%	-	75%	-	-	400 ml	749 g	1400 cm3	535 Kg/m3
PROVINO 6	16%	-	-	84%	-	200 ml	1012 g	1400 cm3	723 Kg/m3

Tabella n. 1

ECONOMIA CIRCOLARE SUL PRODOTTO

LAVORAZIONE LOW-TECH

BIOMATTONE

Calce idraulica NHL 3,5
25 kg - 16 euro

Fibre canna palustre
granulometria 1-5 mm
5 kg- 60 cent. euro

biomattone
Peso: 800 gr. Circa
200 gr di fibra
600 gr di calce
400 ml H2O
▶ 0,41 cent. euro

POSSIBILI USI IN EDILIZIA

- Tamponamento vert-orizz.
- Isolamento termico
- Isolamento acustico

TERMINE VITA UTILE PRODOTTO

MATTONE ARGILLA

Prezzo sul mercato edilizio di un mattone pieno in argilla si aggira intorno ai 0,38-0,59 cent di euro

-RIUTILIZZO DELLE COMPONENTI PER CREARE NUOVI PRODOTTI DI SECONDA MANO.
-RICICLO DEL MATTONE PER CREARE ALTRI PRODOTTI PER L'EDILIZIA.

ECONOMIA DELLA PRODUZIONE

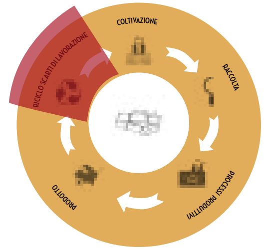
1 mattone= 0,024 cent euro+ 0,384 cent euro= 0,40 cent euro

Con un sacco da 25 kg di calce
servono 8,2 kg di fibre
Per ottenere 41 mattoni= 16,82 euro

Utilizzando materie naturali dall'impatto ambientale molto basso quasi vicino allo zero.

La lavorazione low-tech permette di poter creare anche in cantiere i prodotti desiderati per dimensione e forma

La produzione viene ultimata solo dopo 48 ore di essiccazione del prodotto



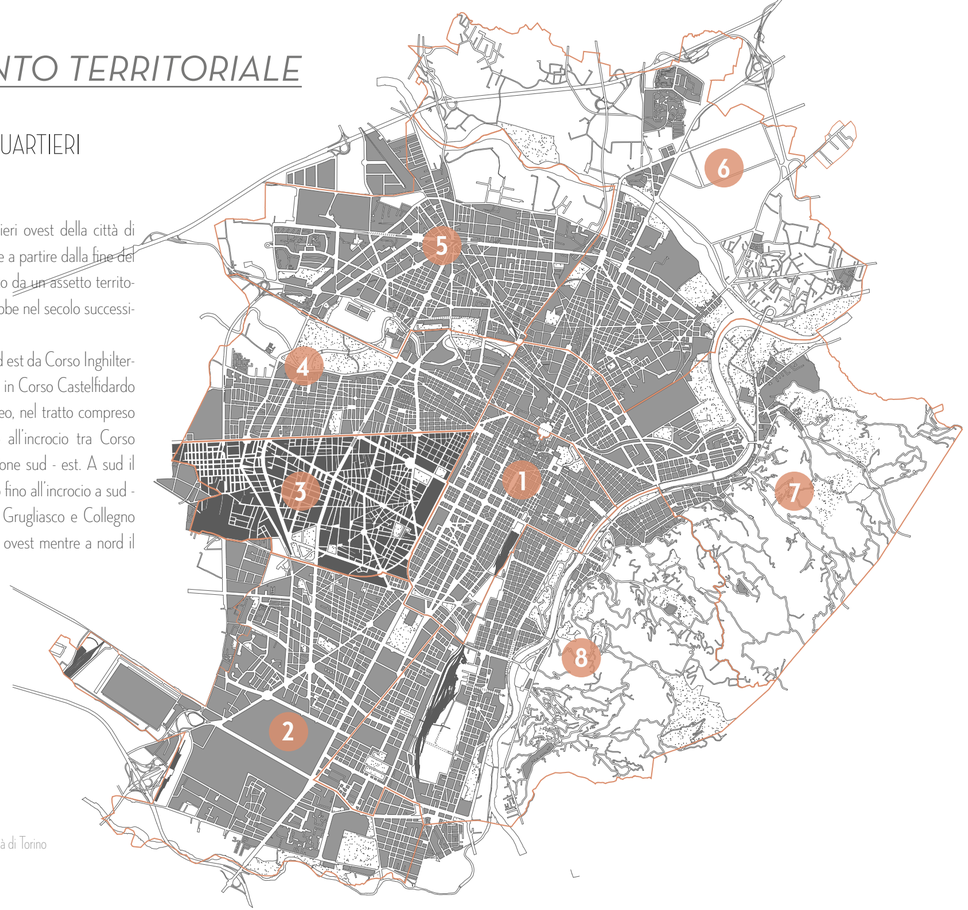
IL PROGETTO

IL PROGETTO

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

LA CIRCOSCRIZIONE ED I QUARTIERI

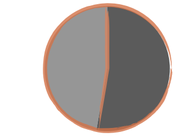
La Circoscrizione 3 comprende i quartieri ovest della città di Torino, che si svilupparono gradualmente a partire dalla fine del XIX sec. Caratterizzata fino all'Ottocento da un assetto territoriale prettamente agricolo, la zona conobbe nel secolo successivo un forte sviluppo industriale.
L'area della Circoscrizione è delimitata ad est da Corso Inghilterra, che procedendo verso sud si tramuta in Corso Castelfidardo e successivamente in Corso mediterraneo, nel tratto compreso tra Corso Francia, posto a nord, fino all'incrocio tra Corso Mediterraneo e Corso Rosselli in direzione sud - est. A sud il limite territoriale è fornito da Via Tirreno fino all'incrocio a sud - ovest con Via Mazzarello. Il confine di Grugliasco e Collegno delimitano l'area della Circoscrizione ad ovest mentre a nord il confine è definito da Corso Francia.



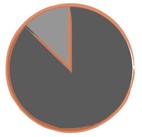
Confine circoscrizioni comunali

Planimetria derivata dalla Carta Tecnica della città di Torino

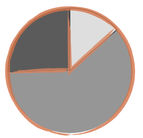
Analisi demografica Circoscrizone 3 (dati di sviluppo 2017/2018 - Commissione quartiere Pozzo strada)



Residenti per genere (F): 66844
Residenti per genere (M): 59454

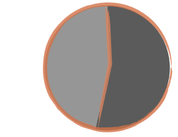


Residenti italiani: 110669
Residenti stranieri: 15629



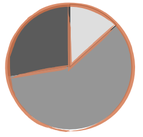
Anziani 64 anni e oltre: 32853
Età attiva 15-64 anni: 78610
Minori 0-17 anni: 17677

Analisi demografica quartiere Pozzo Strada (dati di sviluppo 2017/2018 - Commissione quartiere Pozzo strada)



Residenti per genere (F): 30094
Residenti per genere (M): 26458

Residenti italiani: 50432
Residenti stranieri: 6120



Anziani 64 anni e oltre: 15870
Età attiva 15-64 anni: 34174
Minori 0-17 anni: 7836

Il lotto d'intervento è situato in Via Vipacco all'interno del quartiere Pozzo Strada. L'intero sistema di quartieri si sviluppò a partire dalla fine del XIX secolo.

Pozzo Strada: Il nucleo originale di Pozzo Strada affonda le sue origini in epoca romana, essendo questa zona attraversata dalla strada che dalla Porta Segusina raggiungeva la Valle di Susa e le Gallie. Nel Medioevo venne edificato un priorato gerosolimitano che comprendeva la chiesa romanica e un annesso ospizio per viaggiatori. Prevalentemente rurali fino alla prima metà del XX sec., Pozzo Strada e le sue borgate satelliti Aeronautica e Borgata Lesna hanno ospitato alcune importanti industrie.

San Paolo: La zona cominciò a popolarsi successivamente alla costruzione della chiesa di San Bernardino e in seguito al Piano regolatore del 1901. Nella zona s'insediarono importanti industrie. La popolazione ebbe un notevole incremento demografico e nel territorio si manifestò una trasformazione edilizia che cancellò per sempre il precedente assetto rurale e le numerose cascine che lo caratterizzavano. Tra gli anni '60 e la fine del secolo quasi tutte le fabbriche chiusero o si trasferirono fuori città e il quartiere conobbe un'incisiva trasformazione urbana e sociale.

Cenisia/Cit Turin: In dialetto piemontese Cit Turin significa "Piccola Torino", ed effettivamente tra la fine del XIX secolo e l'inizio del Novecento questo ampliamento del territorio cittadino era considerato una piccola città in miniatura. La piazza su cui prospetta la chiesa costituisce il centro urbanistico del quartiere caratterizzato da numerosi edifici a destinazione residenziale che rappresentano esempi di arte Liberty.

Attraverso l'analisi demografica riportata è possibile notare come sia presente un sostanziale equilibrio per quanto riguarda i dati relativi al territorio della Circoscrizione (superficie totale 8,8 kmq) e il territorio del quartiere in esame (superficie totale 4,2 kmq). Nonostante la popolazione appartenente alla fascia compresa tra i 15 e i 64 anni sia quella con i valori numerici maggiori, traspare che una consistente parte degli individui totali abbiano un' età uguale o maggiore di 64 anni.

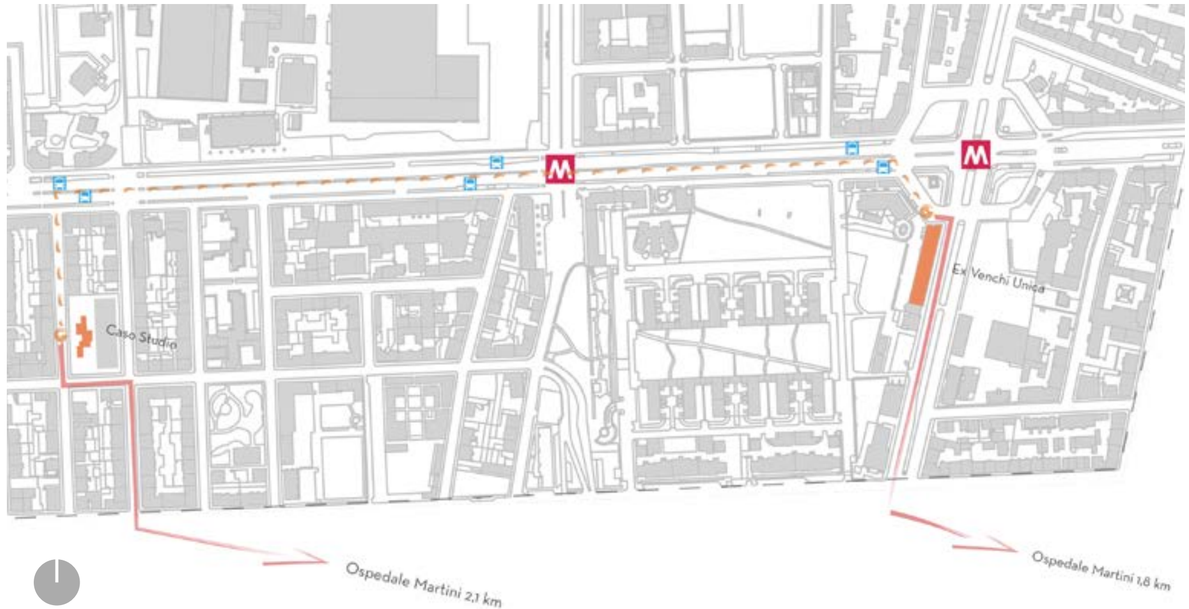
IL LOTTO D'INTERVENTO:
ACCESSIBILITA', DESTINAZIONI D'USO ED EVOLUZIONE STORICA

Strade principali a flusso veicolare elevato

Strade principali a flusso veicolare medio-elevato

Strade secondarie a flusso veicolare limitato

L'area di progetto è situata nella parte nord-ovest del quartiere e l'isolato di cui fa parte è definito spazialmente da Corso Francia a nord, che insieme al vicino Corso Marche e Via Francesco De Sanctis costituiscono strade a percorrenza carrabile caratterizzate da un forte flusso di passaggio medio veicolare giornaliero, Via Vipacco ad ovest, Via Val Lagarina a sud e infine Via Rieti ad est, il cui passaggio veicolare risulta essere mediamente contenuto. Il lotto d'intervento si trova in una posizione strategica per quanto riguarda la possibilità di essere raggiunto poichè sono presenti numerose fermate di autobus, tram e metro lungo il vicino Corso Francia. Questo aspetto permette dunque di avvalorare la scelta di condurre un progetto in un' area che rappresentava il fulcro del quartiere per una parte dei suoi abitanti. Inoltre la sede del nostro caso studio attualmente è situata in Via Francesco De Sanctis nei pressi di Piazza Massua, in quelli che erano alcuni locali appartenuti al complesso industriale della Venchi Unica. Sarebbe così possibile la creazione di due poli comunicanti in cui gli utenti potrebbero svolgere attività differenti attraverso la fruizione di servizi offerti da sedi separate, la cui distanza pari a circa 1 km, sarebbe facilmente percorsa grazie utilizzo degli adiacenti servizi di trasporto pubblico. Essendo il caso studio un' opera a destinazione pubblica è rilevante sottolineare che l'ospedale più vicino al sito si trova in via Tofane a circa 2 km di distanza.



Confine urbano di analisi

Tragitto di collegamento tramite servizio di trasporto pubblico

Percorso mezzi di soccorso

Fermata bus

Fermata metropolitana

Esempio di tragitto tipo tramite mezzi pubblici

Caso Studio — fermata n. 855 — fermata n. 2654 — Ex Venchi Unica

Durata totale : 7 min

Tempo a bordo : 3 min

Tragitto a piedi : 330 m

L'analisi condotta permette di individuare le principali destinazioni d'uso appartenenti agli edificati che caratterizzano i differenti lotti del tessuto urbano torinese in esame. Nello specifico il caso studio è situato all'interno di un quartiere che nel XX secolo vide il fiorire di numerose industrie tra cui la Lancia, la Bertone e la Viberti. L'unione in quegli anni del rione Pozzo Strada e dell'adiacente Borgo San Paolo venne dunque a formare un unico borgo industriale che portò alla sviluppo di vaste aree in cui poter innestare i poli abitativi dei lavoratori delle industrie vicine. La più alta concentrazione funzionale riguarda le aree ad uso misto in cui nella maggior parte dei casi si trovano tipologie edilizie composte da più piani fuori terra in cui al piano stradale sono presenti esercizi di tipo commerciale e ai piani superiori gli spazi ospitano le unità abitative. I lotti a destinazione mista prevedono un rapporto piuttosto equilibrato in termini di metratura dedicata tra le residenze e i casi adibiti a terziario/commercio. A nord rispetto al lotto d'intervento è presente ancora una vasta area dedicata al settore industriale.

Area pubblica
Residenza
Terziario
Misto
Area d'intervento

Analisi effettuata riferendosi al PRG dela Città di Torino

Dati derivati dal Geoportale del Comune di Torino

All'interno dei lotti urbani aventi una distanza massima non superioriore ai 300 m rispetto all'area d'intervento, sono presenti numerosi edifici scolastici e la chiesa principale del quartiere. Attraverso una lettura di questi dati l'area in cui andremo ad intervenire in fase progettuale risulta fortemente caratterizzata da una presenza demografica la cui fascia di età varia indicativamente tra gli 0-17 anni e al di sopra dei 64 anni. Questa risulta essere una tra le motivazioni principali per cui la posizione dove era situato il precedente centro d'incontro era fortemente vissuta nel corso della quotidianità da parte degli abitanti del quartiere.

Chiesa
Scuole
Edificato urbano
Area d'intervento

1979

Documentazione fotografica derivata dal Geoportale del Coumne di Torino

Nel corso degli anni '80 - '90 l'area in esame era caratterizzata dalla presenza di numerosi fabbricati a destinazione industriale. Nello specifico si può notare come il lotto in cui sorge il nostro caso studio era sede di un complesso industriale. Il resto della trama urbana era pressochè invariata rispetto a quella odierna dove la presenza di edifici residenziali a più piani fuori terra costituiva come oggi la tipologia costruttiva più impiegata.

Area d'intervento

125

2010

Documentazione fotografica derivata dal Geoportale del Coumne di Torino

Dal documento fotografico proposto, risalente al periodo precedente l'incendio, risulta come il lotto d'intervento abbia subito alcune mutazioni rispetto al 1978, in quanto è possibile notare come il fabbricato industriale adiacente alla stessa area progettuale sia stato demolito nell'intervallo temporale intercorso tra i due periodi. Inoltre è possibile osservare alcune modiche apportate agli edifi industriali posti a nord rispetto al lotto d'interesse.

Area d'intervento

2018

Documentazione fotografica derivata dal Geoportale del Comune di Torino

La fotografia aerea permette di individuare con chiarezza il vuoto urbano causato dall'incendio del 2010. Dopo l'avvenimento l'area coinvolta è stata lasciata in stato d'abbandono fino ad oggi. Nel corso degli anni passati si sono succeduti numerose proposte progettuali per risanare il lotto senza però che ci fossero gli interventi sperati.

Area d'intervento

TESSUTO URBANO

Nella Circoscrizione 3 sono presenti aree densamente abitate, poichè quasi a ridosso della periferia della città, con costruzioni che non superano i 10 piani fuori terra di altezza, anche se non è così tanto costruita come potrebbe sembrare, anzi vi é una buona alternanza di aree verdi destinate al pubblico più o meno ampie che compensano e allo stesso tempo spezzano e ritmano il sussegursi di architetture e importanti arterie di collegamento della città.

Nella nostra specifica zona di intervento abbiamo, attraverso un analisi con il GeoPortale del comune di Torino, identificato il costruito con prevalenza di destinazione d'uso residenziale, con fabbricati eretti tra gli anni '60 e '70 del Novecento, alcuni dei quali erano inizialmente destinati ad un uso industriale medio-piccolo.

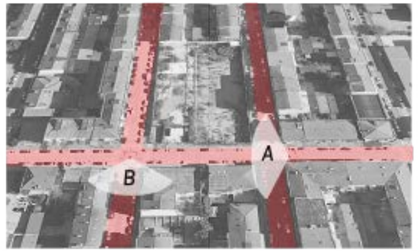
Infatti l'area è mediamente definita da manufatti ad un piano, massimo due, fuori terra, per tutte quelle fabbriche che negli anni '80 erano depositarie di una cultura industriale abbastanza di spessore, che si era riversata nelle zone della città limitrofe, quasi al confine con la perifera.

In secondo luogo sono state analizzate, questa volta attraverso l'uso di foto derivate dalle mappe 3d di Google Earth, le altezze delle costruzioni che affacciano sul lotto di intervento, per cercare di studiare il linguaggio architettonico in facciata dei singoli edifici e magari trovare delle caratteristiche stilistiche che li connotano fortemente. Inoltre andare a definire le altezze delle costruzioni circostanti, ha come valore aggiunto, l'ottenimento di un parametro decisamente rilevante: l'ingresso della luce solare diretta.

sezione stradale via Val Lagarina...

cono ottico A

sezione stradale e altezza edifici di interesse



...via Vipacco

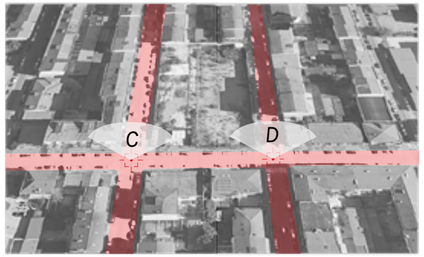
cono ottico B

sezione stradale e altezza edifici di interesse

sezione stradale via Vipacco...

cono ottico C

altezza edifici di interesse



...via Rieti

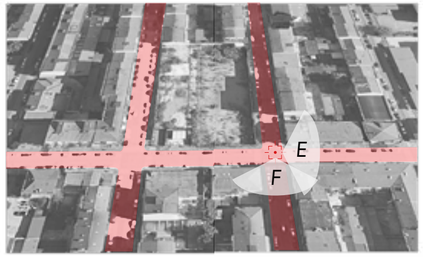
cono ottico D

altezza edifici di interesse

sezione stradale via Rieti...

cono ottico E

altezza edifici di interesse



...via Val Lagarina

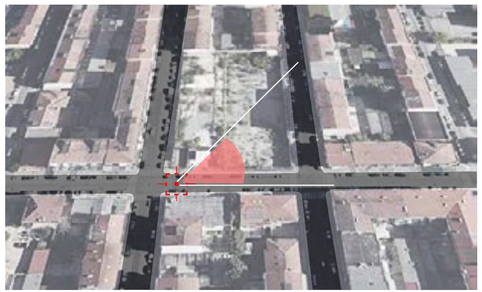
cono ottico F

altezza edifici di interesse

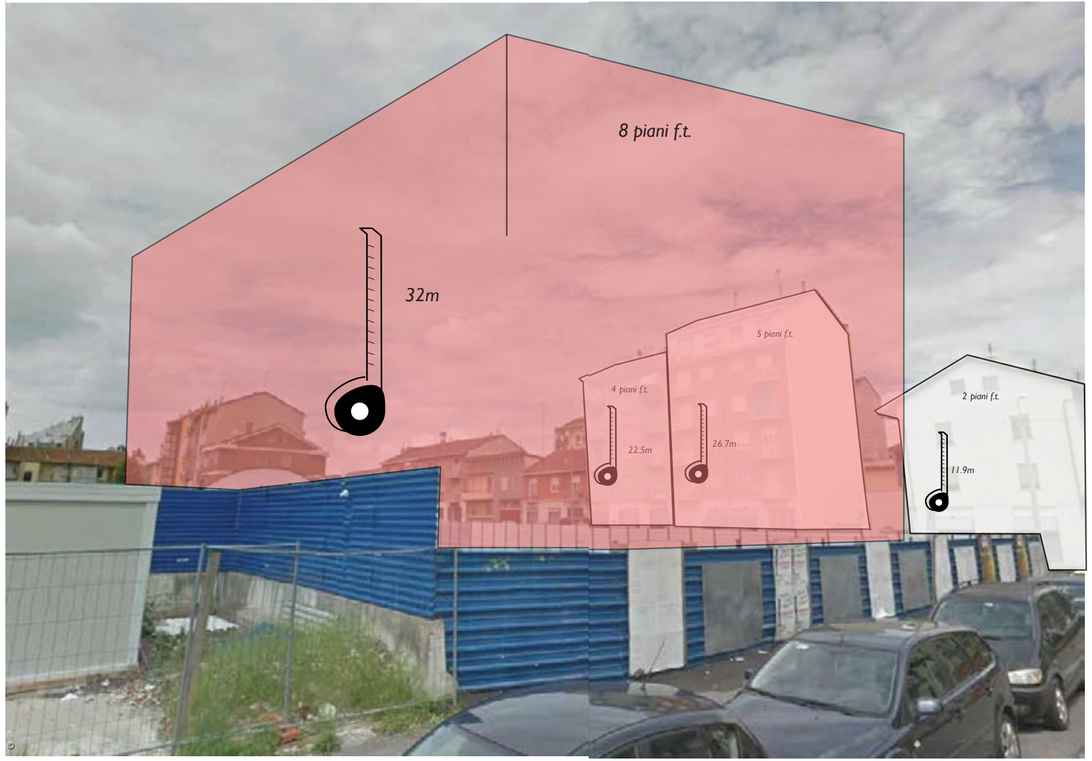
INTERVENTI FUTURI NEL LOTTO

ALTEZZA EDIFICIO E CRITICITA'

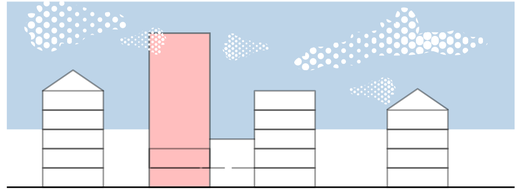
Proprio adiacente al lotto dove sorgeva l'ex centro di incontro di via Vipacco, oggi è presente lo scavo delle fondazioni del cantiere che sta costruendo un edificio ad uso residenziale di ben 8 piani fuori terra, definito anche da una importante e spessa massa volumica.
Parlando quindi di altezze e sezioni stradali non si può non tener conto di quest' opera in costruzione dalle medie dimensioni che però allo stesso tempo risulta essere anche la più imponente nei 3000 mq di area sottintesi ad uno studio preliminare.
Questo aspetto, se pur in minima parte da alla nostra tesi la possibilità di confrontarci con dei caratteri progettuali piuttosto tecnici e limitanti, dall'altra ha motivato sensibilmente il nostro atteggiamento critico nei confronti dell'edilizia in città, facendo sì, ancora una volta, che tende sempre a dare spazio e valore a progetti a fine privato lasciando meno fortuna a quelli con fine pubblico.
Articolare un' idea architettonica in presenza di questo futuro manufatto è senza dubbio una piccola sfida che noi abbiamo accolto a braccia aperte, cercando di sfruttare a pieno le nostre capacità.



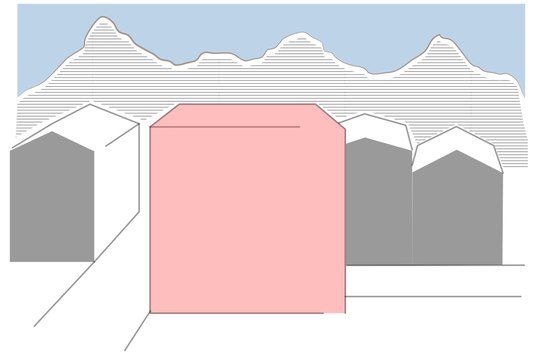
keyplan con cono ottico che guarda il lotto da via Val Lagarina



edificio di futura costruzione di otto piani fuori terra accanto al lotto di intervento



rispetto alle altezze odierne dell'edilizia residenziale che si trova in quartiere, è prevista una costruzione decisamente impattante di 8 piani fuori terra che inciderà molto sul lotto in particolare inciderà rispetto ad un minoramento del fattore luminoso sui palazzi vicini.



il progetto risulta cosi alto per garantire una vista sulle montagne privilegiata in quella zona di Torino

trittico di foto dello scavo del cantiere dove sorgeranno residenze in un fabbricato alto 8 piani

STUDIO DELLA LUCE SOLARE

OMBRE ED OSTRUZIONI

Compreso il fatto che nel lotto adiacente a quello dove si trovava il centro d'incontro vi è in progetto una costruzione di ben otto piani fuori terra, sorge dunque il problema legato all'ingresso della luce solare poichè non è l'unico palazzo alto presente nell'area di progetto.
Infatti proprio di fronte al lotto sottinteso alla ricostuzione del centro d'incontro, si erge uno stabile di 2 piani fuori terra che purtroppo in alcune ore mattutine dell'inverno, genera un ombra abbastanza lunga, tanto da oscurare non poco parte del lotto d'intervento.
Per questo motivo, si deve cercare una soluzione progettuale che tenga conto di questo importante fattore negativo, cercando di utilizzare al meglio le pareti vetrate, cecrando sia di far permeare una buona odose di luce naturale nel quotidiano, sia riuscire, attraverso l'elemento luce, ad ottenere un minimo di distribuzione del calore interna all'involucro che permetta agli utenti di stare in uno stato termo-igrometrico comfrotevole durante il periodo invernale.
Allo stesso tempo, questo fattore, può essere rilevante nel periodo estivo e allo stesso trasformarsi in un arma a doppio taglio, dato il calore che si genera all interno dell involucro nelle ore calde delle giornate.

Bisogna quindi soppesare le scelte rispetto all'ingresso di luce naturale in uno spazio, sopratutto, se lo spazio in questione è di destinazione pubblica, nello specifico, dedicata ad un utenza che in media ha tra i 68 e 85 anni.
Sicuramente avere un luogo pensato con materiali naturali e colori interni che non siano di disturbo all'occhio umano non basta per ottenere un buon risultato, per questo la luce del sole dà un apporto fondamentale all'ottenimento di valori e requisiti specifici per un utenza piuttosto delicata come quella del progetto.
A conoscenza di tutti questi fattori, la progettazione del lotto deve riuscire a soddisfare esigenze di natura fisico-tecnica, ambientale e sopratutto appagare il bisogno di un economicità data anche dalla semplice fruizione dei suoi utenti.
Quest' ultimo requisito potrebbe essere incentivato sicuramente dall' attuazione di una progettazione partecipata, utilizzando interviste ai diretti usufruitori e più specificatamente a chi è il responsabile dell' associazione e tutte le manovalanze che dovrebbero stare dietro alla manutenzione di un manufatto ex-novo.

keyplan con cono ottico che guarda l'edificio da via Val Lagarina

A sinistra ed in centro unafoto del cantiere in costruzione durante il periodo di Maggio

Nella foto di fianco a sinistra, scattata agli inizi di Maggio 2019, vi è raffigurato l'edificio sotto la cantierizzazione, il quale vede già 4 piani fuori terra strutturalmente definiti.
Nella pagina precedente invece si riesce a scorgere come vi sia un buon margine di non costruito tra il lotto da progettare e quello in costruzione.
Un segno piuttosto positivo perché permette di poter lavorare in maniera leggermente più semplificata riguardo ai parametri di luce naturale che vogliamo ottenere all'interno del nostro involucro.
Difatti si avrebbe anche la possibilità di creare zone verdi limitrofe al lotto adiacente che potrebbero creare metri utili di distacco da esso,al fine di raggiungere tali parametri di illuminazione naturale.

keyplan con cono ottico che guarda il lotto da via Val Lagarina

SIMULAZIONE PERCORSO SOLARE

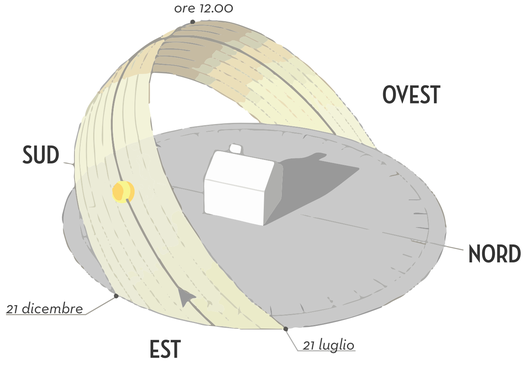
Compreso il fatto che nel lotto adiacente a quello dove si trovava il centro d'incontro vi è in progetto una costruzione di ben otto piani fuori terra, sorge dunque il problema legato all'ingresso della luce solare poiché non è l'unico palazzo alto presente nell'area di progetto.

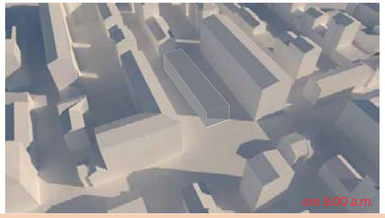
Infatti proprio di fronte al lotto sottinteso alla ricostruzione del centro d'incontro, si erge uno stabile di 2 piani fuori terra che purtroppo in alcune ore mattutine dell'inverno, genera un ombra abbastanza lunga, tanto da oscurare non poco parte del lotto d'intervento.

Per questo motivo, si deve cercare una soluzione progettuale che tenga conto di questo importante fattore negativo, cercando di utilizzare al meglio le pareti vetrate, cecrando sia di far permeare una buona odose di luce naturale nel quotidiano, sia riuscire, attraverso l'elemento luce, ad ottenere un minimo di distribuzione del calore interna all'involucro che permetta agli utenti di stare in uno stato termo-igrometrico comfrotevole durante il periodo invernale.

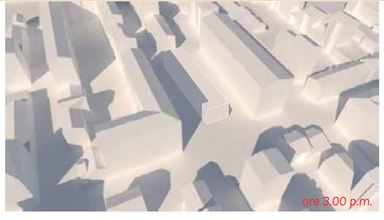
Allo stesso tempo, questo fattore, può essere rilevante nel periodo estivo e allo stesso trasformarsi in un arma a doppio taglio, dato il calore che si genera all interno dell involucro nelle ore calde delle giornate.

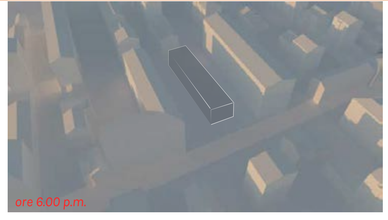
Riuscire a ponderare l'uso della luce diretta, volgendo lo sguardo sia all'accumulo di calore interno all involucro in periodi freddi, sia evitandolo in determinati momenti dell'anno più caldi, è quindi una nostra volontà, che potrebbe concretizzarsi usando degli oscuranti o dei vetri performanti all'ottenimento di questo parametro. Considerati dunque i solstizi e gli equinozi delle varie stagioni che si susseguono, con l'aiuto del software Sketchup Pro 8, utilizzando un plug-in specifico per le analisi sulla luce solare, abbiamo digitalmente simulato i risultati di illuminazione che si avrebbero in determinate ore del giorno, guardando quindi come è esposto l'ipotetico involucro per gli anziani del quartiere.

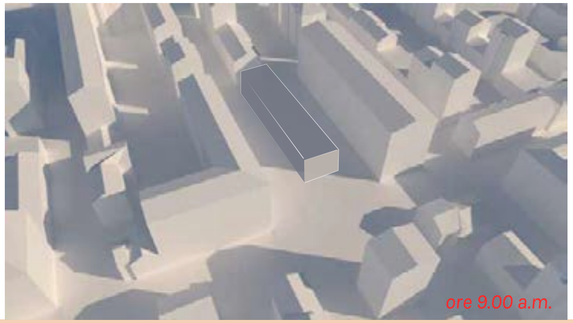




Solstizio d'inverno *Equinozio di primavera*

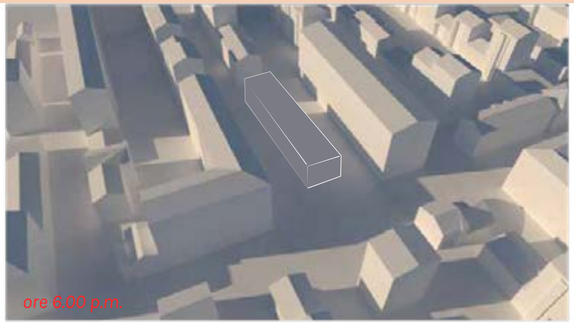


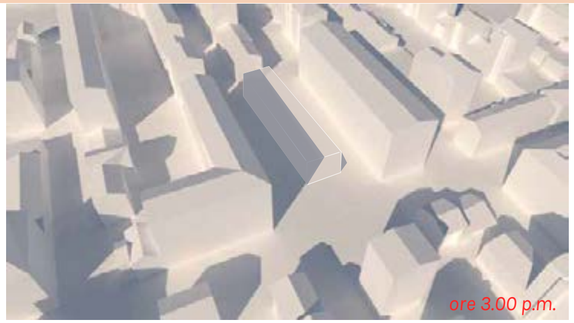


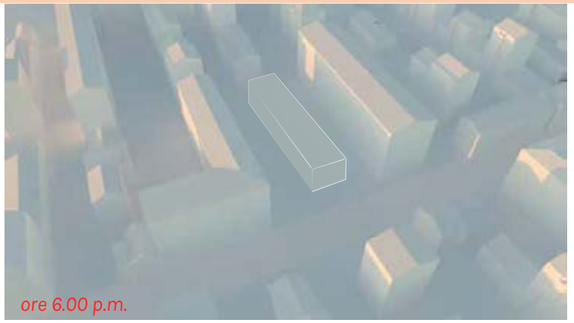


Solstizio d'estate

Equinozio d'autunno







CASO STUDIO

L'INCENDIO DI VIA VIPACCO

24 / 05 / 2010

Il Consiglio comunale di Torino ha approvato una mozione che chiede la riapertura del Centro d'incontro di via Vipacco 15 a Torino, distrutto da un incendio lo scorso 2 aprile. Si cercherà di individuare dei locali idonei per consentire il proseguimento delle attività sociali, sportive e aggregative del Centro.
(Uff. Stampa Comune di Torino - Consiglio Comunale)

26 / 04 / 2010

L'incendio del 2 aprile scorso in via Vipacco 15 a Torino ha letteralmente distrutto il circolo anziani del quartiere Pozzo Strada.
Un volantino del Gruppo Consiliare Nuova Sinistra per Torino lamenta il fatto che al posto dell'ex centro si voglia costruire nuovi palazzi.
Vediamo alcuni passaggi del comunicato (le parti in corsivo sono riportate fedelmente):

"Da una prima ricostruzione dei fatti gli operai che manovravano una saldatrice avrebbero innescato un focolaio e quindi un incendio".

In attesa di sapere se l'incendio sia di origine dolosa...

"chi pagherà i danni e chi è il responsabile?".
"...si sbaglia chi, speculando sull'incendio, pensa da una parte di vendere e dall'altra acquistare l'area del centro d'incontro per consentire la realizzazione di altri palazzi".
"Il centro d'incontro va ricostruito in via Vipacco 15 e basta..."

02 / 04 / 2010

Da qualche minuto stanno accorrendo in via Vipacco a Torino numerose forze dell'ordine, ambulanze, vigili del fuoco.

Una grande nuvola di fumo si sta alzando sul quartiere Pozzo Strada, vicino a corso Francia. Sembra che a prendere fuoco sia un centro sportivo e d'incontri della zona.

Non si conoscono al momento le cause, né tantomeno se all'interno della struttura ci sia qualcuno.

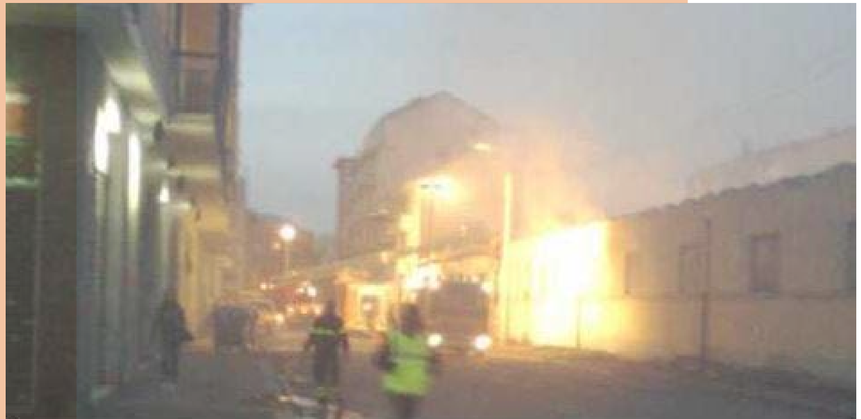
Aggiornamento (ore 20.30): sono ancora sul posto i vigili del fuoco, ormai al lavoro dalle ore 14 circa. Come si può vedere dalle foto riportate sotto, il tetto dell'edificio non esiste più.

A quanto pare, secondo alcuni testimoni, dalla struttura sita all'angolo tra via Vipacco e via Val Lagarina il fuoco si è poi spostato nella palestra che si trova al fianco del Centro. Oltre la palestra c'è una palazzina di due piani, dove una signora, vedendo avvicinarsi le fiamme e il fumo, si è sentita male.

Per fortuna nessun ferito ma il Centro d'incontri del quartiere è completamente distrutto. Ora non rimane che verificare l'entità dei danni e la natura dell'incendio: doloso o incidente?"

estratto da EcodiTorino.org

foto presa dal sito http://www.ecoditorino.org/incendio-in-via-vipacco-a-torino-nuvola-di-fumo-sul-quartiere.htm



PHOTOGALLERY DEL CENTRO DOPO L'INCENDIO

L'incendio che nella notte del 24 aprile 2010 è stato artefice di gravi danni all'ex centro d'incontro di via Vipacco, non ha leso solamente un architettura con una sua funzione ed una sua destinazione d'uso, ma allo stesso tempo ha fatto venir meno alcune quotidiane certezze di un pubblico per lo più anziano, che da tanti anni era solito vivere quel luogo, tanto quanto una casa.

Questo perché tutti i luoghi a destinazione pubblica, nel tempo, lasciano un'impronta marcata, a volte pregna di storia e valore, nel cuore degli abitanti, o nel cuore della città stessa, diventando spesso dei veri e propri simboli.

Il caso studio che noi andiamo ad affrontare ha molte caratteristiche di connotazione umanistica che lo compongono, poiché per quasi 40 anni di storia ha visto sicuramente l'alternarsi di cambi generazionali e di politiche cittadine che inconsapevolmente hanno mutato il quartiere ed i suoi abitanti.

Le foto, reperite grazie all'Ing. Berra della circoscrizione 3 di Torino, narrano e descrivono alcuni giorni dopo il fatidico incendio.

Tramite queste, siamo riusciti a convincerci meglio delle lesioni che questo edificio ha subito quella notte in quanto ha riportato gravi danni a parti strutturali portanti, come la muratura e la copertura lignea, che oltre ad essere bruciata era caduta in parte all'interno dell'involucro.

Non vi era rimasta quasi più traccia degli elementi d'arredo se non di un paio. Le aperture, pur non essendo di gran numero a livello quantitativo, per la maggior parte son andate distrutte così come i serramenti degli infissi.

Pochi giorni dopo l'incendio, visti i gravosi danni creati da quest'ultimo, sono riusciti, pompieri e agenti del comune, a rimuovere e smantellare l'edificio in maniera rapida ma lo stesso non si é potuto dire per i lavori che avrebbero dovuto portare ad una nuova nascita l'area.

Per sette anni, infatti, la buca su cui poggivano gli edifici distrutti è rimasta circondata da recinzioni che periodicamente venivano divelte, abbandonata all'incuria di chi la usava come discarica improvvisata e libera di riempirsi di piante spontanee.

UN NUOVO CENTRO D'INCONTRO PER VIA VIPACCO

l'incontro con gli anziani

Il giorno 13 Maggio, grazie alla Circoscrizione 3 di Torino e alle entità che lavorano al centro d'incontro Ex Venchi Unica siamo riusciti ad andare a trovare gli anziani che vivono il luogo orami da anni, intervistandoli e cercando di capire cosa fosse stato, sotto un loro sguardo, il vecchio centro d'incontro di Via Vipacco e quali sono le loro esigenze odierne nonostante essersi radicati all'interno di un altro edificio distaccato dal vecchio lotto.

Siamo stati dunque invitati dall'ultimo Presidente del centro d'incontro, il signor Giuseppe Quartulli, che per quasi 7 anni è stato un membro molto rilevante all'interno dell'apparato burocratico della Circoscrizione 3.

Il nostro incontro ha avuto luogo nel nuovo edificio che ricopre la destinazione d'uso di centro d'incontro: l'Ex Venchi Unica in (*foto a destra n.1*).

Quest'opera, ex fabbrica di cioccolato con uffici, di 100 mila metri quadri, fu acquisita dal Comune e rimase per vent'anni un rudere spettrale, occupato da sbandati e senza tetto. Grazie però all'impegno della Circoscrizione 3 sono riusciti a riqualificarla annettendo all'interno del progetto, spazi adibiti agli anziani, caratterizzati da du grande sale polivalenti da 90 metri quadri l'una.

Qui i servizi offerti dal progetto comunale sono similari al vecchio centro d'incontro, aggiungendo alla lista un programma di palestra leggera la mattina presto ed il pomeriggio dopo pranzo reso tale dai ragazzi che operano volontariato con gli anziani in sede.

Alla base della nostra intervista ci stava una domanda importante alla quale volevamo far fronte: vi era veramente necessità di costruire un nuovo centrod'incontro, visto il polo creato già da tempo oramai nella Ex Venchi Unica?

Grazie all'ex Presidente del centro, ora responsabile della gestione delle attività, ci è stato riferito che nel nuovo edificio sono iscirtti più di 150 anziani e settimanalmente viene usufruito da più di 500.

Però, nonostante questi numeri, alcune delle persone che erano solite frequentare via Vipacco data la vicinanza alla propria abitazione, si ostinano a assediare i giardini limitrofi all'ex centro d'incontro per le solite partite a carte pomeridiane. In basso a destra una foto di Fabrizio con i responsabili del centro (*foto n.2*).

1

2

Difatti, dopo averci fatto fare un giro dell'edificio, andnando a scoprire quali stanze erano adibite a scopi ludici e non, abbiamo riflettuto sulla metratura quadrate disponibile dagli utenti, sapendo comunque che si alternano giorni con grande effluenza a giorni con scarsa frequentazione. Nella foto riportata in basso (*foto n.3*) ci stavano spiegando l'importanza che ha una sala lettura con un giusto quantitativo di libri attui a ricoprire parte del tempo utile alla lettura, poiché l'utenza lo richiede.

Serviva pensare ad un luogo abbastanza illuminato dalla luce diretta del sole, ma considerando la possibilitadi avere schermature e frangisole per proteggersi dalle ore più clde in estate evitando anche un discomfort illuminotecnico.

Ad oggi nella ex Venchi Unica la sala è grande 10 metri quadrati, dove sono collocati 2 tavoli con annesse sedute e due librerie mobili.

3

4

Uno degli spazi che, nella riproposizione del vecchio centro andato a fuoco, non deve mancare è sicuramente quello dedicato al gioco delle carte che al momento, a discrezione degli anziani che quotidianamente si ritrovano li per giocare, non è sufficientemente spazioso durante i giorni festivi, causa anche la propensione di questi ultimi ad organizzare tornei proprio durante il fine settimana.

La superficie calpestabile rimane comunque ottimale con 18 metri quadrati, e il quantitativo di illuminazione che entra dalle 3 aperture vetrate della stanza permette durante le stagioni più calde un utilizzo di luce naturale conforme alle ore di gioco che si susseguono dalla mattina alla sera.

Unico problema di questa stanza, che abbiamo fotografato in alto, a detta degli utenti, è la vicinanza ai bagni, che non permette di avere un grado di performance acustica utile alla concentrazione durante il gioco. In alto una foto che ritarae qualche utente concentrato durante una partita di carte (*foto n.4*).

Uno degli spazi più utili alla gestione di alcune attività ricreative come la palestra dolce, la meditazione ed eventi culturali, é proprio la sala polivalente nella ***foto sottostante n. 5***.
Come già accennato in precedenza, vi sono due sale identihe in superficie calpestabile intorno ai 90 metri quadrati, molto illuminate ed appositamente oscurate da sistemi brisoleil.
Queste due sale possono contenere fino ad un centinaio di persone al massimo della capienza e sono provviste di tavoli e sedie a seconda del tipo di attvità che si opera.
A detta dell'ex Presidente del centro, questo luogo andava sicuramente riproposto nel progetto ex novo, di dimensioni più ridotte poichè nella Venchi Unica vi sono già tanti metri quadrati di superficie adibiti.

La sala polivalente, se pur ridimensionata, sarà uno spazio rilevante nel nostro progetto, tale da garantire agli usufruitori una alternativa concreta allo sviluppo di attività comuni, per aumentare un senso di convivialità anche con persone di differenti età, dai bambini agli adolescenti.
"E' importante avere uno spazio dove una tantum, ci si può ricordare di appartenere ad una famigilia, una famiglia di terza età a volte disgregata, ma pur sempre una famiglia", queste sono state le parole dell'ex Presidente G. Quartulli, che in merito alla realizzazione di uno spazio polivalente ci ha ricordato come la possibilità di condividere, anche ad un età avanzata, emozioni e pensieri sia qualcosa da valorizzare, poiché spesso, vivere bene vuol dire solo sentirsi a casa.

5

6

7

8

Una questione decisamente rilevante è legata alla presenza degli anziani nel giardino Italo Calvino che si affaccia su via Val Lagaraina distante solo 340 metri dall'ubicazione dell'ex centro d'incontro.
Qui la presenza degli anziani la definiremmo quasi massiva, abbiamo contato in un solo pomeriggio 54 persone intente a giocare a carte.(***foto n.6, 7, 8***)
Sono proprio loro che ci hanno confermato che la maggior parte degli anziani presenti nel nuovo centro non erano tutti soci del vecchio, bensì il cambio di locazione ha permesso che si creasse questo disagio. Difatti tutte le persone con cui si è chiacchierato, erano solite andare all'ex centro d'incontro e rimanerci quasi tutto il giorno.
Il loro disappunto sta tutto negli speranzosi 9 anni passati di attesa, aspettando che qualcuno dal comune potesse ridare dignità a quel luogo dopo l'incendio.
In questo quartiere le dinamiche sociali sono varie, essendo questo un luogo di passaggio tra la periferia e il confine della città ed oltre ad essere saturo di edifici a destinazione residenziale sono presenti scuole per bambini, quindi per assurdo, trovarsi in quel giardino carico di anziani in mezzo ai giochi per gli infanti ha arrecato molto scalpore.
D'altro canto ci hanno confermato, sia nei fatti che a parole, come uno spazio per giocare a carte sia fondamentale, ben illuminato e arieggiato. Allo stesso tempo ci hanno manifestato grande approvazione nell'avere la posibbilità di scendere da casa durante le stagioni calde e stare all'aria aperta sotto l'ombra degli alberi a giocare, se non fosse che lo si può fare 4 mesi l'anno.

AFFLUENZA DURANTE LE ORE DELLA GIORNATA NEL GIARDINO ITALO CALVINO

Secondo le ore che si susseguono nella giornata abbiamo schematizzato grazie all'aiuto degli anziani presenti nel giardino le affluenze. Per la maggior parte del tempo è occupato dagli uomini sopratutto nelle ore pomeridiane, mentre la mattina vi è anche una forte componente femminile.

Il centro anziani bruciato verrà raso al suolo

Il risarcimento dopo l'incendio non verrà usato per la ricostruzione

La storia

"il nostro trasferimento nell'ex Venchi Unica doveva essere temporaneo, invece ora diventerà permanente." cit. Sergio Zamberardi, pres. centro anziani.
"Gli spazi per le associazioni nella nostra Circoscrizione sono insufficienti." cit. Mattia Maggiora, coordinatore alla commissione

Circoscrizione 3/ Porta Susa

Cantiere in via Rieti "Così l'area rinascerà a 7 anni dall'incendio"

Reportage

Alcune testimonianze dell' incendio accaduto nel 2010 appese all'ingresso del nuovo centro d'incontro, informano come dietro questo fuoco, non é mai stato chiaro cosa fosse successo, se il fatto fu di natura dolosa o meno.
L'unica cosa certa è che le testate giornalistiche parlano di come purtroppo dopo tanti anni dall'accaduto non ci sia stata una proposta progettuale degna di essere sviluppata in comune, bensì dopo 7 anni da quella fatidica notte, dichiarano come l'area dove sorgeva il centro d'incontro di via Vipacco, ad oggi non è altro che un cratere di rovine trasformato in discarica dove gettare rifiuti, dagli abitanti del quartiere.
Vista dai nostri occhi, l'area, durante il sopralluogo non era tenuta a discarica, ma come un lembo di terra semi-asfaltato che avesse avuto una voce avrebbe potuto gridare: "non lasciatemi così!"
Realtà come quelle dell'ex centro d'incontro di via Vipacco ne sono piene le città e senz'altro, riuscire a lavorare su un tema di reale problematica burocratica urbana ha dato modo al nostro progetto di provare a risolvere alcune questioni.

CONCLUSIONI PER DEFINIRE IL PROGETTO

Nuova collocazione del centro d'incontro alla ex Venchi Unica

giardino Italo Calvino

400 m2 circa → **8 sale** → capienza → **150/200 persone**

8 sale → **2 sale polivalenti, 1 sala carte e 1 sala lettura**

150/200 persone → **154 soci tra i 90/100 ingressi quotidiani**

700 m2 circa → **medio ampi spazi verdi** → capienza → **40/60 persone**

medio ampi spazi verdi → **zone collettive usate a scopo ludico**

40/60 persone → **grande affluenza nei periodi primaverili ed estivi**

ESIGENZE PROGETTUALI

- **ricostruire centro d'incontro di dimensioni più piccole**
- **creare zone di collegamento tra interno ed esterno per le diverse stagioni**
- **spazi interni abbastanza ampi che collaborino, con una sala lettura, una per il gioco carte e una sala informatica**
- **utilizzare il suolo pubblico per realizzare aree verdi**

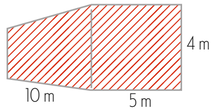
IL PROGETTO ex NOVO

Il progetto architettonico proposto è frutto della collaborazione fornitaci dalla Circoscrizione Comuale 3 della città di Torino e da gruppi di cittadini che vivevano in prima persona i servizi e le attività che venivano svolti all'interno del precedente centro d'incontro.
Sono state raccolte le esigenze di utilizzo e fruizione dei singoli utenti, cercando di farle convivere all'interno del progetto. Questo è stato possibile grazie agli interrogativi a cui abbiamo sottoposto i fruitori dell'attuale centro d'incontro collocato negli ambienti della Ex Venchi Unica e una parte di persone che hanno individuato come nuovo punto di ritrovo i giardini attrezzati adiacenti a via Vipacco. Dalle loro testimonianze e necessità è emerso un forte senso di appartenenza rispetto a quella che prima era la sede del centro, fulcro di centralità del quartiere.
Il progetto ha la finalità di ricostruire dal punto di vista architettonico e sociale l'edificio, patrimonio pubblico assente dal 2010, e restituirlo alla città con un'identità e una funzione pubblica di partecipazione e condivisione di spazi.
Il progetto rimane aperto a qualsiasi proposta, interazione, suggerimento e arricchimento che può giungere dalla città: è stato pensato in modo da essere flessibile ed espandibile e per essere realizzato con budget ridotto attraverso l'utilizzo di tecnologie architettoniche sostenibili a basso impatto ambientale.
Le attività ripristinate dal nuovo centro d'incontro si integrano con la vita del quartiere e potrebbero rappresentare nuovamente un servizio aggiuntivo per la città, rispondendo a esigenze cui aggregazione, confronto e rappresentanza civica e civile.

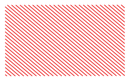
Attraverso una lettura dimensionale degli spazi risulta che l'intervento progettuale si svolge all'interno di un'area urbana la cui metratura, pari a circa 1200 mq, è inserita all'interno di un contesto cittadino fortemente caratterizzato dalla presenza di edifici multipiano la cui altezza media varia dai 2-3 piani fuori terra fino a raggiungere i 7-8. Per definire il rapporto che intercorre tra il volume del fabbricato e gli spazi esterni del lotto in esame, siamo partiti dalla creazione di una griglia planimetrica. Quest'azione ha permesso di distribuire in modo funzionale le aree valutando innanzitutto il flusso di utenza di picco giornaliero, circa 100 persone, dell' attuale centro d'incontro della Ex Venchi Unica, dato che corrisponde in linea generale al bacino di utenza che usufruiva del precedente centro.
Riferendoci a questi valori abbiamo scelto di proporre un edificio capace di accogliere un massimo di 100 persone contemporaneamente, attraverso una Slp pari a 325 mq. Il fabbricato è stato sviluppato definendo come base di partenza l'unità tipologica costruttiva di un modulo 5m x 10m il cui dimensionamento è dipeso dall'ottimizzazione delle scelte tecnologiche successivamente adottate.
Il modulo previsto è stato in seguito ripetuto e adattato a seconda delle necessità progettuali giungendo così alla realizzazione di un fabbricato in cui la modularità distributiva è stata resa comunicante definendo di conseguenza un unico sistema volumetrico d'insieme che si sviluppa in altezza su un unico piano fuori terra in modo da favorire e facilitare l'accessibilità ai vari ambienti considerando in primis l'utenza futura. Inoltre la struttura risulta rialzata di 40 cm rispetto alla linea di terra in quanto la tecnologia utilizzata non prevede la realizzazione di uno scavo invasivo di fondazione ma la realizzazione di un elemento metallico "putrella" fuoriterra su cui sono ancorati gli elementi strutturali.
Questo aspetto ha permesso inoltre di realizzare senza alcun inconveniente le rampe di accesso per disabili secondo i criteri stabiliti dalle normative vigenti. Successivamente è stata condotta un'analisi relativa all'incidenza della radiazione solare giornaliera cercando di garantire il corretto apporto termico attraverso l'orientamento dei singoli moduli e degli ambienti funzionali che li caratterizzano.

CONCEPT DI PROGETTO

dimensione modulo di riferimento

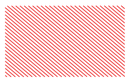


6 unità modulari da 5x10 m



1 unità modulare da 5x5 m

7 MODULI per 7 FUNZIONI



sala polivalente sala carte sala lettura

bagni e spogliatoi reception sala infermeria

sala informatica

LEGENDA:

area modulo

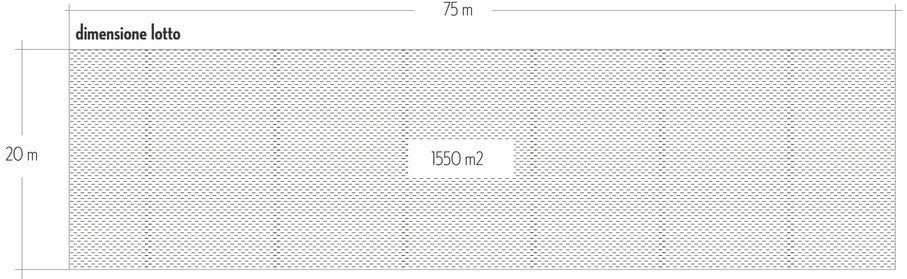
area pergolato

area verde

area carrabile e parcheggi

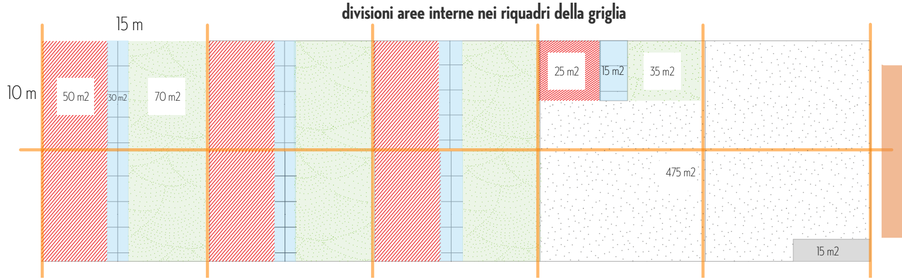
area pedana di collegamento

dimensione lotto



divisione lotto con griglia 15x20 m

divisioni aree interne nei riquadri della griglia



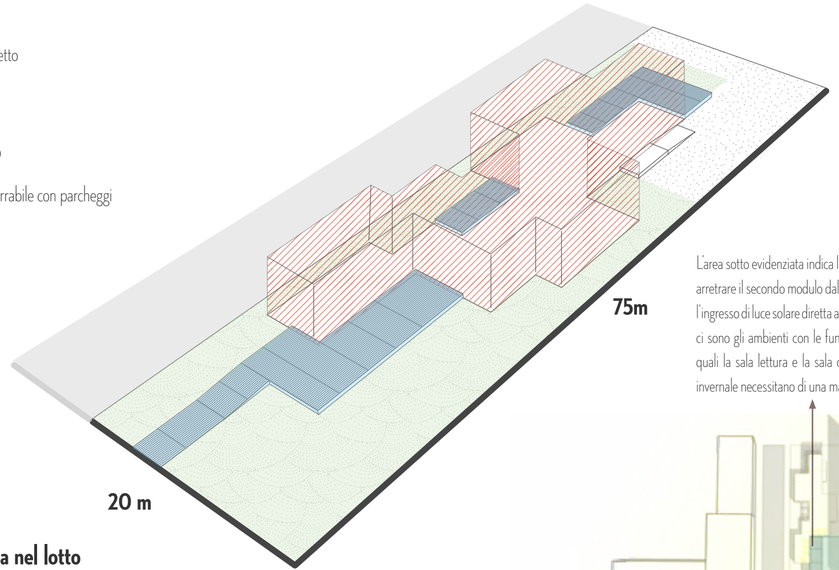
LEGENDA:

325 m2 involucro di progetto

500 m2 area verde

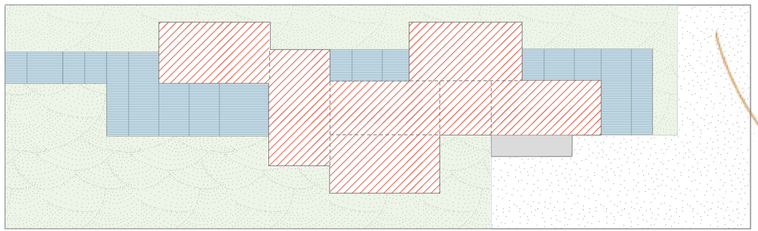
200 m2 pergolato esterno

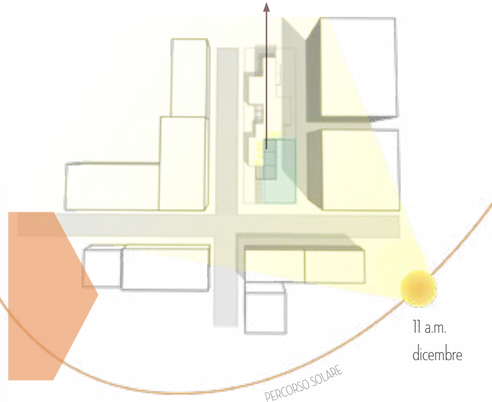
475 m2 strada ingresso carrabile con parcheggi



L'area sotto evidenziata indica la volontà progettuale di voler arretrare il secondo modulo dal filo della facciata per favorire l'ingresso di luce solare diretta all'interno dell'involucro, i dove ci sono gli ambienti con le funzioni più vissute dagli utenti quali la sala lettura e la sala carte, che durante il periodo invernale necessitano di una maggiore entrata di luce solare.

Aree di pertinenza nel lotto





IL MASTERPLAN

Il lotto in cui è stato definito il progetto presenta l'accesso principale a sud in corrispondenza di via Val Lagarina dove, tramite una rampa pedonale di accesso esterna, si giunge direttamente all'ingresso del centro d'incontro.

L'area esterna del centro è pensata in modo tale da riuscire ad intergrare al lotto urbano di pertinenza una consistente metratura di spazio adibito a verde che viene interrotta longitudinalmente dalla presenza del fabbricato e della pavimentazione esterna in cui si è cercato di fornire una lettura caratterizzata da un forte senso di continuità d'insieme.

Inoltre è stato assicurato un ingresso secondario ad ovest per i mezzi di soccorso tramite la progettazione di una rampa carrabile con accesso direttamente da via Vipacco. L'idea e l'obettivo di fondo del progetto sono stati quelli di pensare gli spazi creando soluzioni accessibili a tutti i cittadini in particolar modo ponendo una dovuta attenzione a quelle che sono le esigenze dei principali possibili utenti del centro di incontro in cui la media demografica risulta essere composta da persone con età superiore ai 60 anni.

Sulla base di queste premesse, gli ambienti interni del centro sono caratterizzati da una distribuzione che permetta di far convivere attività differenti attraverso la realizzazione di spazi facilmente permeabili, capaci di comunicare attraverso le differenti attività quotidiane previste.

Grazie alle informazioni reperite nel corso degli incontri effettuati sono state previste funzioni differenti, in particolare una reception, in cui sarà possibile accogliere le persone garantendo un giusto grado di sicurezza grazie ad una corretta gestione numerica dei flussi giornalieri, uno spazio adibito a guardaroba, una sala carte, una sala lettura, una saletta informatica, una sala polivalente ovvero un ambiente in cui sia possibile organizzare attività di differente natura come attività ginniche e più in generale attività di aggregazione e infine due spogliatoi con annessi i servizi igienici, differenziati in base al sesso.

Masterplan contestualizzazione urbana

Masterplan pianta architettonica

Accesso

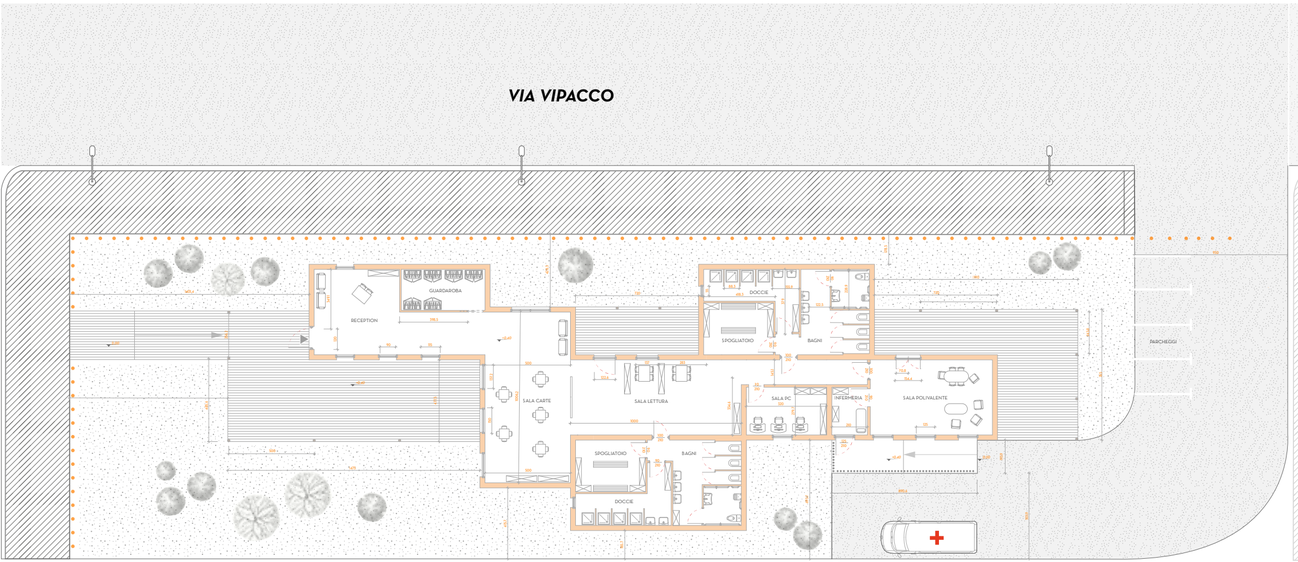
Accesso mezzi di soccorso

Reception
Guardaroba
Sala carte e lettura
Infermeria
Spogliatoio e bagni
Saletta informatica
Sala polivalente

Metratura quadrata delle funzioni

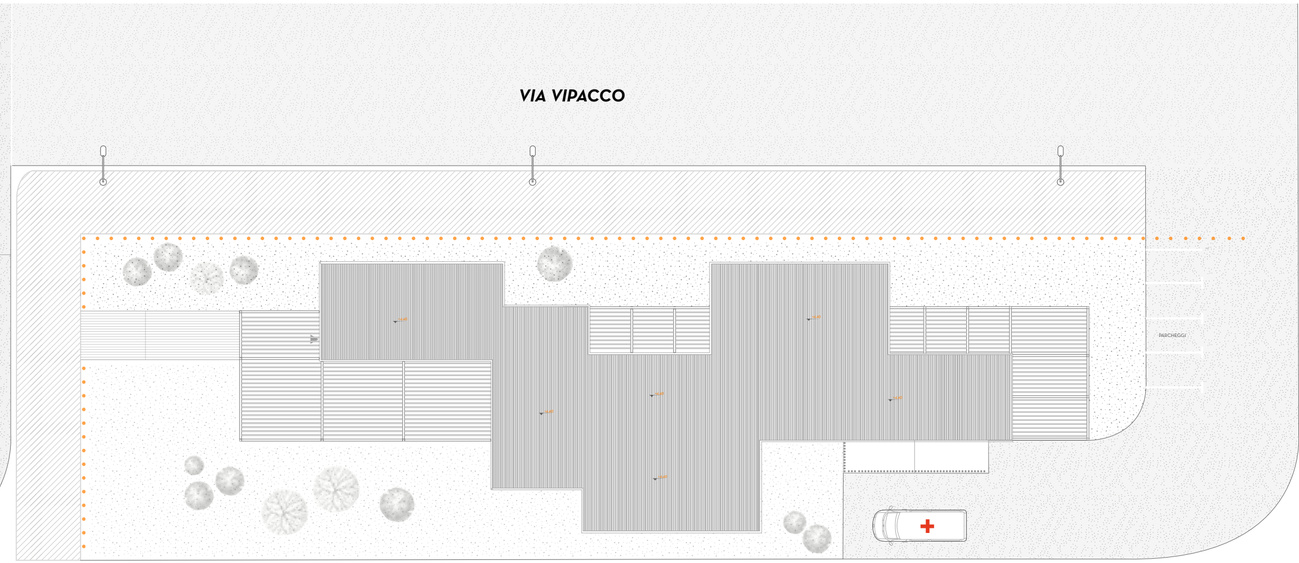
Masterplan funzioni

PIANTA DEL CENTRO D'INCONTRO

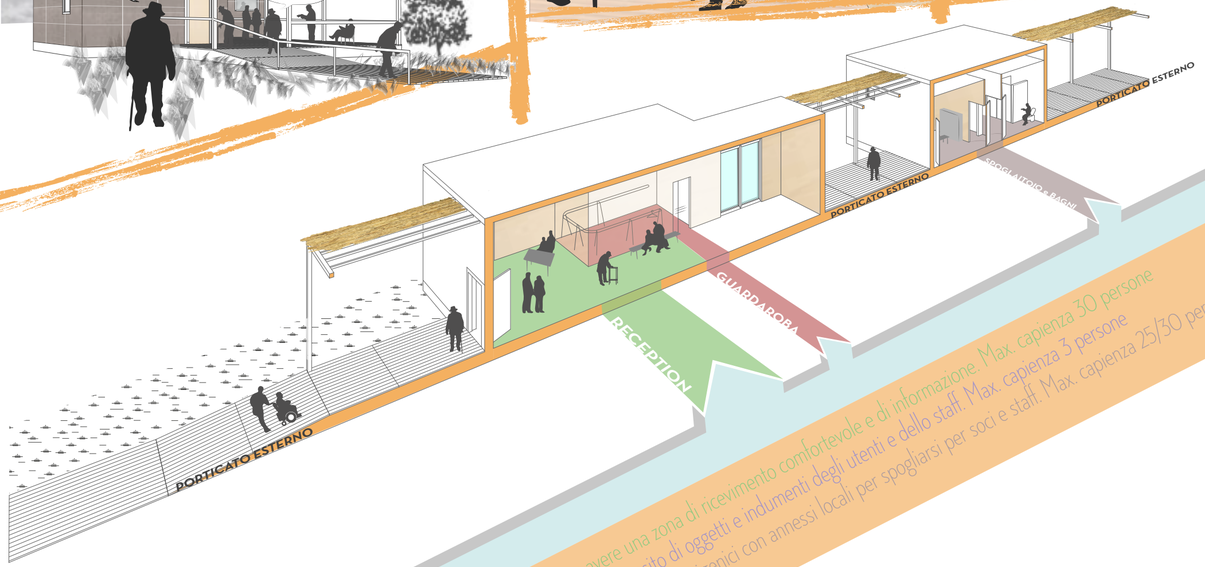


0 5
2 10

Pianta delle coperture

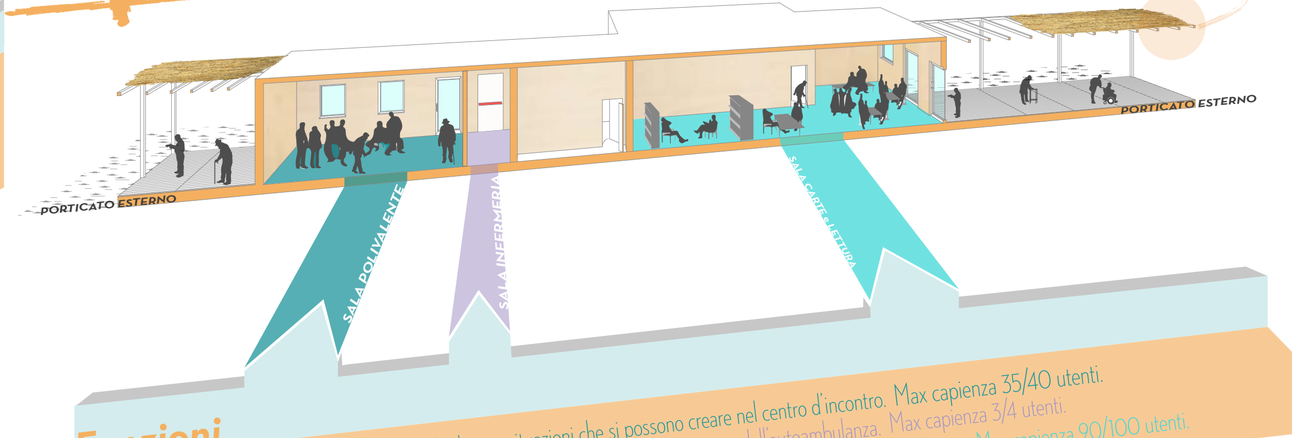


0 5
2 10



Funzioni

Reception: 40 m2 per avere una zona di ricevimento comfortevole e di informazione. Max. capienza 30 persone
Guardaroba:10 m2 per il deposito di oggetti e indumenti degli utenti e dello staff. Max. capienza 3 persone
Spogliatoio e bagni: 50 m2 di servizi igenici con annessi locali per spogliarsi per soci e staff. Max. capienza 25/30 persone

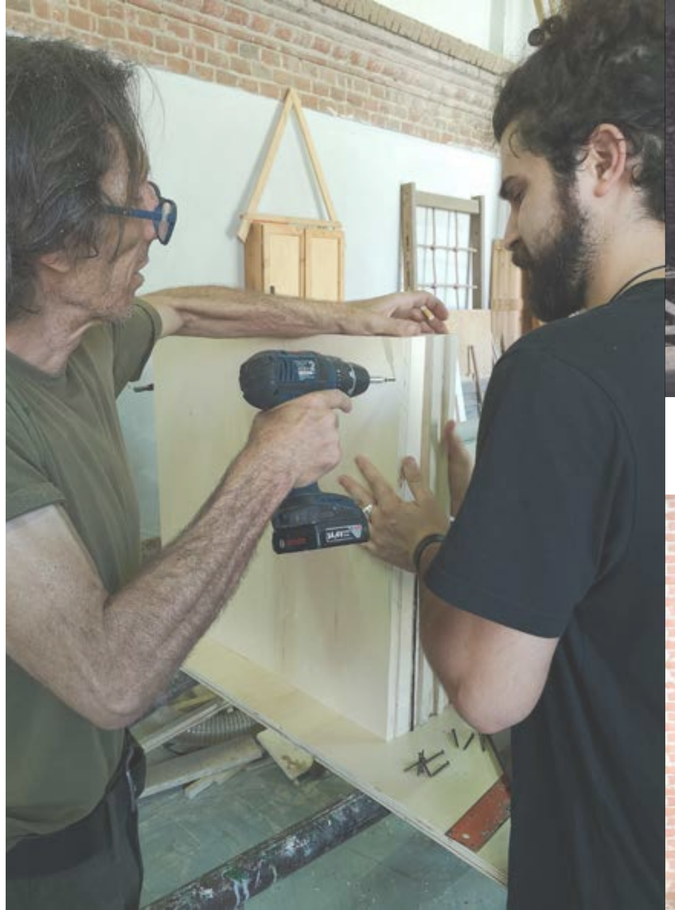


Funzioni

Sala polivalente: 50 m2 per le diverse situazioni che si possono creare nel centro d'incontro. Max capienza 35/40 utenti.
Sala infermeria: 10 m2, utilizzata in caso di problemi ad utenti in attesa dell'autoambulanza. Max capienza 3/4 utenti.
Sala carte e lettura: 100 m2,sarà la sala più frequentata del progetto, per appassionati di carte e lettura. Max capienza 90/100 utenti.

LA TECNOLOGIA

Perseguendo la volontà di poter realizzare in contesto urbano come quello della città di Torino, dove principalmente si é insediata nel tempo un'edilizia caratterizzata dal comune uso del cemento armato e del mattone, si propone una tecnologia per l'architettura del progetto per la Circocrizione 3 che rispetti le caratteristiche di sostenibilità, innovazione e rispetto per l'ambiente.
La scelta tecnologica è ricaduta su materiali naturali che ben si prestano ad un tipo di progettazione architettonica durevole, con ridotto qualitativo di voc, facilmente canteirizzabile data la posa a secco dei materiali utilizzati, facilmente assemblabile e smontabile.
Questo modello é stato sperimentato durante la progettazione e la seguente realizzazione del modulo abitativo autosufficiente per cicloturistie camminatori (MAACC) realizzato dal Politecnico di Torino attraverso un team studentesco.
Abbiamo dunque utilizzato materiali similari a quelli del modulo, per motivi legati a importanti cicli di LCA di ogni singolo componente, partendo dall'OSB, passando per il sughero, arrivando ai pannelli di pioppo per le pannellature del rivestimento interno.
Alcuni di questi materiali hanno ottime proprietà fono e termoisolanti, che li rendono molto appetibili sul mercato.
Difatti utilizzare materiali naturali per comporre stratigrafie non convenzionali in contesto urbano é la sfida più interessante che proponiamo per la progettazione di un edificio pubblico, cercando di far risaltare come in alcune scelte architettoniche partendo dall'estetica fino ad arrivare all'economia, possano essere più gradevoli ed efficenti a discapito delle comuni e tradizionali metodologie di costruzione edile.



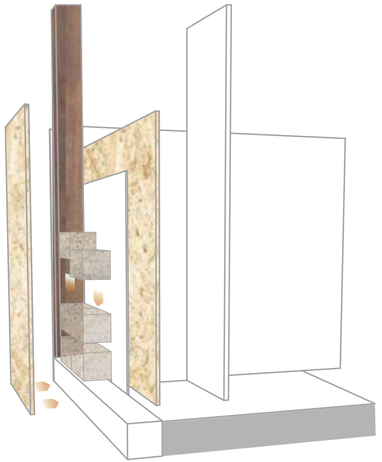
In alto una foto serale del MAACC modificata da un membro del team vincitore del workshop dove si enfatizza la scritta e la porta in facciata con la bici prodotta col l'utilizzo di stampanti al taglio laser del legno. Sotto una foto del team studentesco durante il giorno dell'inaugurazione.

UNO SPUNTO PROGETTUALE: il MAACC

Francesco Gini negli utlimi due anni di università ha preso parte ad un progetto che ha coinvolto 12 ragazzi del Politecnico di Architettura, che hanno formato un team studentesco chiamato RECYCLO, il quale ha vinto un finanziamento per progettare un modulo ecosostenibile per cicloturisti e camminatori(MAACC).
L'esperienza fatta nell'arco di questo tempo ha visto coinvolte aziende e professionisti operanti nel mondo dell'architettura che hanno collaborato per la realizzazione fisica di questo modulo.
Durante le fasi di progettazione ci ha supportato anche la startup di Be Eco del Politecnico di Torino che vede come co-fondatore il prof. Guido Callegari, il quale era anche lui all'interno del team con il ruolo di professore responsabile dello sviluppo tecnologico del modulo.
Tramite il professore e altre realtà come Tecnosugheri s.r.l. e Panguaneta abbiamo difatti scoperto nuovi modi di progettare con materiali naturali, riuscendo ad avere delle ottime performance termoigrometiche all'interno dell'involucro.
Da qui é nata la volontà di riproporre, dopo la costruione e l'inaugurazione del modulo, una tecnologia che si compone di alcuni degli elementi già utilizzati durante l'esperienza del MAACC poiché sopratutto rispetto alla possibilità di ridurre i tempi di cantierizzazione e il montaggio quasi tutto a secco dei vari materiali, abbiamo notato come anche usare un sistema a telaio Suteki, può generare progetti ad alta efficenza energetica, esteticamente disegnati con linee semplici e pure e con costi non tanto lontani dall'edilizia comune.
Per questi motivi riuscire a riproporre un'idea vincente, che rispetta la natura e che per molti versi tiene conto di un possibile riuso dei materiali secondo un etica di economia cicrolare del prodotto, é spesso sintomo di credibilità e questo riesce a dare valore al lavoro che si crede essere stato già in passato, un buon lavoro.

BIO-MATTONE DI CALCE E CANNA PALUSTRE

Il nostro esperimento dunque, si riversa nell'area sottointesa alla tecnologia, utilizzando il mattone di calce e canna palustre come prodotto di tamponamento che per analogia potrebbe lavorare molto bene come abbattitore di umidità interna all'involucro opaco e potrebbe garantire anche buoni livelli di termoisolamento comenel caso del bio-mattone di calce e canapa.
Questo elemento va ad inserirsi all'interno della stratigrafia nello spessore murario sottinteso tra i due pannelli di OSB e la luce dei due pilasti di legno lamellare del sistema a telaio Suteki.



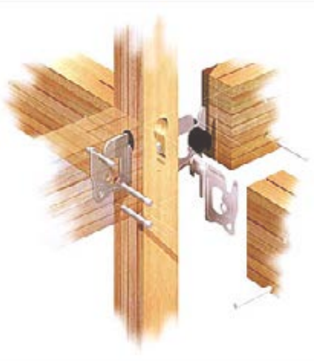
Nella rappresentazione a sinistra, uno schema del posizionamento e della posa a secco che si potrebbe attuare in vita di una costruzione con intelaiatura lignea.

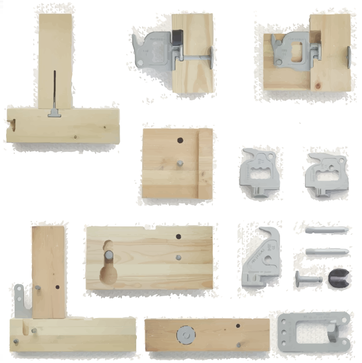
Nella foto sopra il mattone appena scasserato contenente più del 90% di umidità.

Nella foto sottostante, il mattone seccato dopo 2 giorni all'aria ed al sole.

SISTEMA A TELAIO SUTEKI

Il sistema a telaio utilizzatoper il progetto è il Suteki Wood System il quale è composto da travi e pilastri GL 24, con certificazione JAS - Standard giapponese per le costruzioni in legno lamellare.
La struttura è stata testata in Giappone per le sue prestazioni antisismiche, resistendo ad un terremoto superiore il disastroso terremoto di Kobe (7.2 scala Richter).
La struttura è inoltre certificata PEFC™ - per la provenienza del legno da foreste gestite in modo sostenibile. Suteki Wood System è un sistema di costruzione rapido.
Un'unità abitativa monofamiliare di 2 piani con una superficie complessiva di 260 m² può essere montata da una squadra di 4 persone in 3 giorni.
Costruzioni ultra leggere in legno lamellare ad alta resistenza, tenute insieme da connettori e perni in acciaio al carbonio





http://www.suteki-europe.be/references/

TECNOSUGHERI

Nella facciata del progetto si è scelto l'utilizzo del sughero tostato faccia a vista della ditta Tecnosugheri s.r.l. per le sue alte proprietà termoisolanti e la ottima durabilità nel tempo.
Inoltre per avere un tipo di facciata che potesse rievocare la natura nella sua fisicità e conferisse all'oggetto architettonico un'estetica dichiaratamente diversa dai palazzi nel contesto urbano, lo abbiamo scelto poiché meglio riesce a esplicare questa volontà progettuale.
"Il pannello in sughero é il **CORKPAN MD FACCIATA**.
Questo pannello ha delle caratteristiche tecniche decisamente rilevanti tra cui:

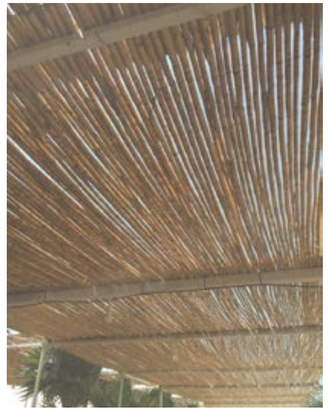
- Insensibile ad acqua e umidità
- Inattaccabile da agenti atmosferici e piogge acide
- Elevata resistenza meccanica
- Auto-estinguente in caso di fuoco
- Senza limiti di durata (Dichiarazione di Durabilità)
- Non contiene collanti chimici e sintetici
- E' certificato da natureplus e ANAB | ICEA per la bio-architettura

Il pannello di sughero espanso e autocollato CORKPAN, nelle sue versioni ICB (110kg/m) e 3CORKPAN MD FACCIATA (130kg/m), è un isolante termo-acustico di tipo cellulare,- dimensionalmente stabile, inalterabile nel tempo, 100% ecologico, riciclabile, proveniente da materia prima 100% rinnovabile e ottenuto senza aggiunta di colle.CORKPAN è il risultato di un processo termico di tostatura dei granuli, che permette il rilascio della suberina - contenuta nella corteccia della quercia - per una naturale agglomerazione del pannello".

CORKPAN MD FACCIATA
Dimensioni: 50 x 100 cm
Spessore: da 50 a 250 mm
Densità: 130 kg/m³
Conducibilità termica dichiarata a 10°C: λ_D=0,043 W/mK
Calore specifico: 1900 J/KgK
Permeabilità al vapore: μ=20
Assorbimento di acqua: ≤ 0,3 kg/m²
Resistenza al fuoco: Euroclasse E | Euroclasse D su richiesta
Rigidità dinamica (per 50mm di spessore): ≤126 MN/m³
Resistenza alla flessione: σ_f≥130 kPa
Resistenza alla compressione: σ_m ≥180 kPa
Resistenza alla trazione: σ_m ≥50 kPa

CARATTERISTICHE

CARATTERISTICHE	MD FACCIATA	CORKPAN	NORMA
Lunghezza	1000 mm	1000 mm	NP EN 822
Larghezza	500 mm	500 mm	NP EN 822
Spessore	40-240 mm	20-320 mm	NP EN 823
Assorbimento di acqua	< 0,3 kg/m²	< 0,5 kg/m²	NP EN 1609
Conducibilità termica λ_D	0,043 W/mK	0,039 W/mK	EN 12667
Resistenza alla compressione	≥ 180 kPa	≥ 100 kPa	EN 826
Reazione al fuoco	Euroclasse E	Euroclasse E	EN 13501-1

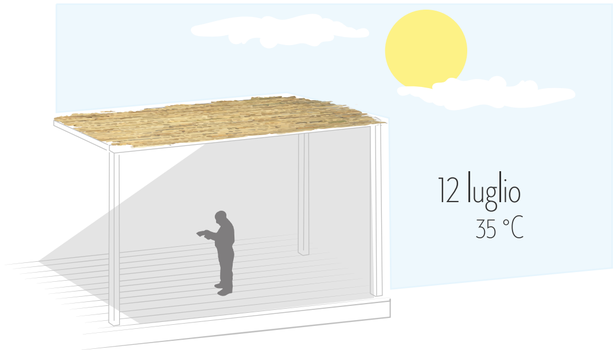


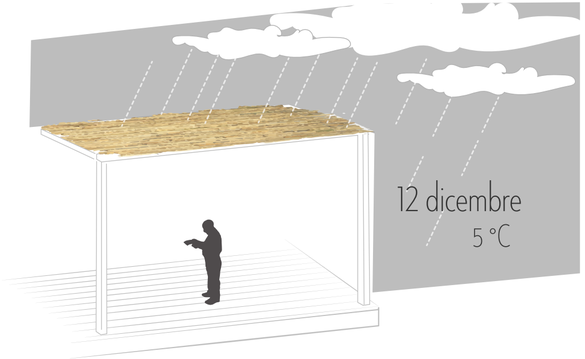
particolare di un pergolato con appoggiate arelle di canne palustri

fascio di canne di L.A.C.E.P. usato per la sperimentazione del bio-mattone

CANNICIATO IN CANNA PALUSTRE

Nel progetto vi è un pergolato esterno all'involucro che copre una medio ampia metratura quadrata, usufruibile dagli utenti sia durante le stagioni fredde che in quelle più calde, al fine di potersi configurare in uno spazio esterno che possa mettere in collegamento l'interno con il verde pubblico.
Per la copertura di questo pergolato, abbiamo scelto di utilizzare le stuoie di canniciato palustre che oltre a proteggere dalle intemperie in caso di pioggia, crea un ottima schermatura solare durante l'estate, garantendo all'utenza delle zone d'ombra in determinate ore del giorno.
Inoltre utilizzare il materiale con cui abbiamo sperimentato il bio-mattone serve ad avvalorare la nostra volontà di avvicinare questa materia vegetale a progetti di scala urbana, magari nelle costruzioni con destinazione d'uso pubblico, al fine di poter far conoscere tecniche come quella sotto descritta, utili al riparo dell'uomo in diverse circostanze e che si portano dietro anche una gradevole estetica che incrementa il valore architettonico di un'opera.





LA STRUTTURA

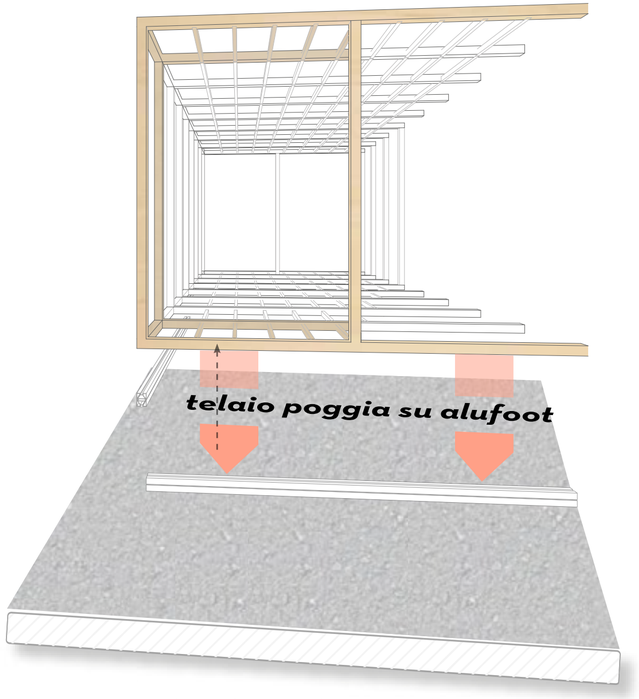
ATTACCO A TERRA

Si é deciso di utilizzare un profilo di alluminio Alufoot per risolvere il problema dell'attacco a terra poiché le tecniche tradizionalmente utilizzate allo scopo - cordoli di rialzo in calcestruzzo armato e/o travi radice in legno di larice - presentano diverse problematiche: eccessive imprecisioni geometriche di costruzione, difficoltà a realizzare attacchi staticamente efficienti e durevoli, schiacciamento ortogonale alle fibre del legno, ridotta durabilità della fondazione e della struttura a causa di risalita di umidità, difficoltà a realizzare impermeabilizzazioni e isolamenti termici per la fondazione.
ALUFOOT utilizza una trave radice realizzata con un profilo estruso di alluminio. Speciali guide realizzate sul profilo permettono di vincolare rapidamente ed efficacemente le piastre di ancoraggio delle pareti.

A sinistra il tipo di profilo estruso in alluminio 6060, di dimensioni 120x150 mm, dotato di guarnizione in EDPM ad incastro e protetto con verniciatura epossidica che si è scelto.

A sinistra il dettaglio tecnologico dell'attacco utilizzato dalla azienda con le piastre di metallo imbullonate sul profilo e nella trave.

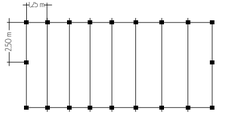
http://alufoot.com/it/dati_tecnici/prodotti.html

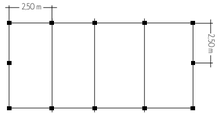


NON essere a diretto contatto con il terreno per questo tipo di struttura a telaio garantisce l'ottenimento di due requisiti molto importanti ai fini di una corretta progettazione:
-evitare la **risalita dell'umidità** a pavimento;
-evitare che il **Radon**(gas molto tossico e nocivo all'uomo) entri a contatto con l'utente all'interno dell'involucro

http://alufoot.com/it/descrizione.html

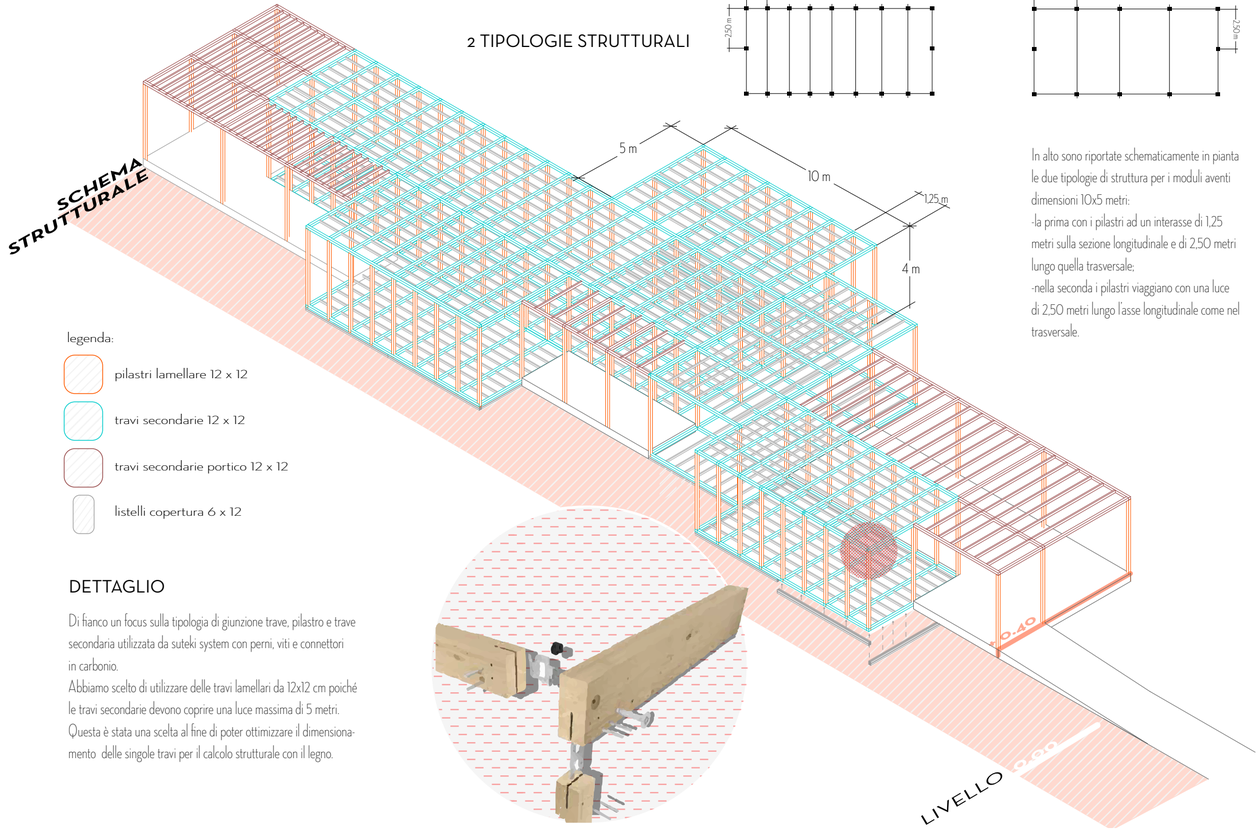
2 TIPOLOGIE STRUTTURALI





In alto sono riportate schematicamente in pianta le due tipologie di struttura per i moduli aventi dimensioni 10x5 metri:
-la prima con i pilastri ad un interasse di 1,25 metri sulla sezione longitudinale e di 2,50 metri lungo quella trasversale;
-nella seconda i pilastri viaggiano con una luce di 2,50 metri lungo l'asse longitudinale come nel trasversale.

SCHEMA STRUTTURALE



legenda:

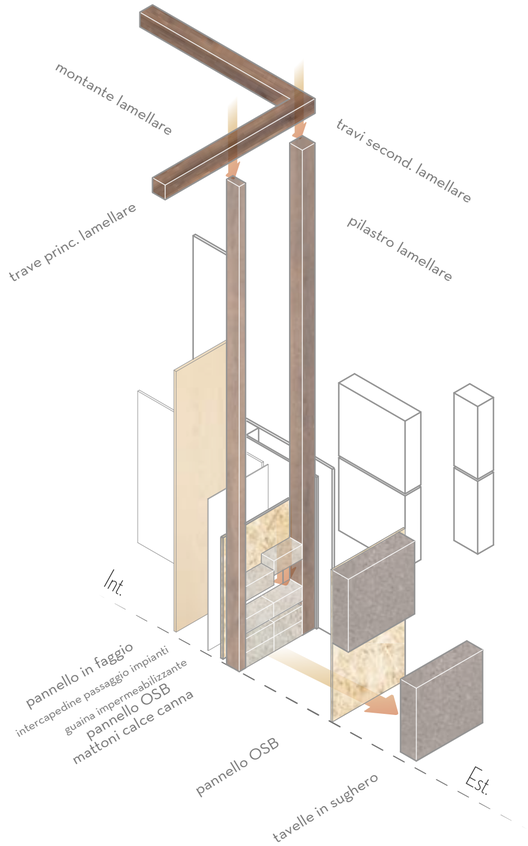
- pilastri lamellare 12 x 12
- travi secondarie 12 x 12
- travi secondarie portico 12 x 12
- listelli copertura 6 x 12

DETTAGLIO

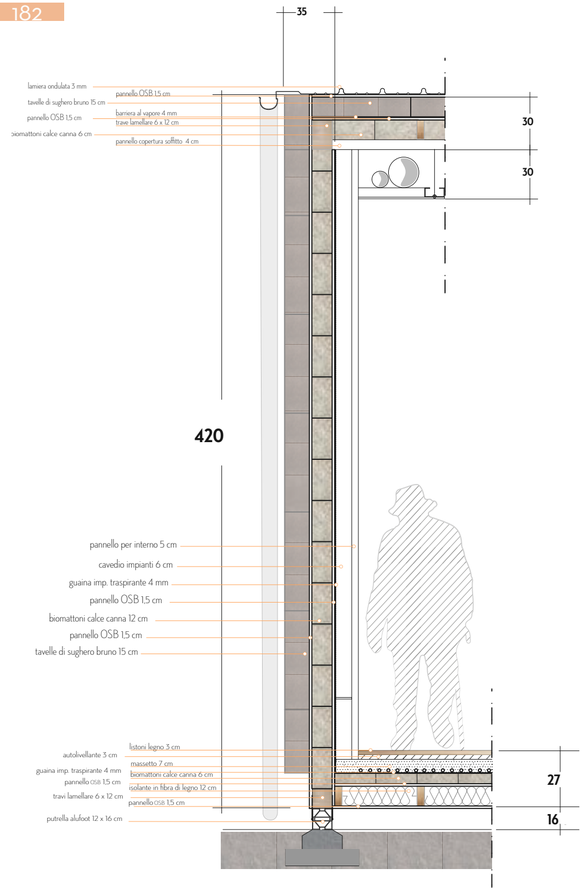
Di fianco un focus sulla tipologia di giunzione trave, pilastro e trave secondaria utilizzata da suteki system con perni, viti e connettori in carbonio.
Abbiamo scelto di utilizzare delle travi lamellari da 12x12 cm poiché le travi secondarie devono coprire una luce massima di 5 metri. Questa è stata una scelta al fine di poter ottimizzare il dimensionamento delle singole travi per il calcolo strutturale con il legno.

ESPLOSO ASSONOMETRICO INVOLUCRO OPACO

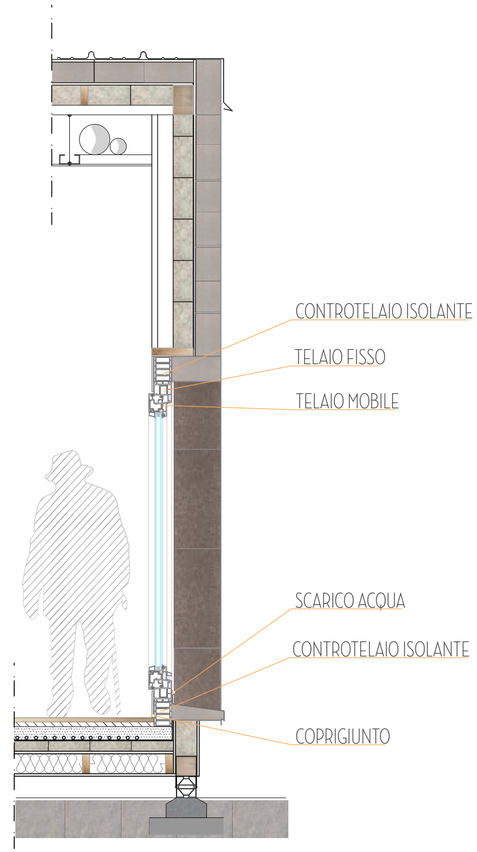
In questo disegno vengono descritti i vari componenti della stratigrafia da noi utilizzata nel progetto.
Partendo dall'esterno si sono utilizzati pannelli in sughero bruno tostato da 15 cm di spessore, al fine di aumentare lo strato di coibentazione della parete, aumentando i livelli di conducibilità allo stesso tempo.
Questi, vengono fissati ad un primo pannello OSB da 1,5 cm di spessore. I pannelli che si vogliono utilizzare, per quanto possibile, potrebbero essere quelli di scarto, grazie alla scarsa presenza di voc all'interno, al fine di abbassare ulteriormente le emissioni di inquinanti nell'aria.
Questi vengono inchiodati ai pilastri del sistema a tealio Suteki.
Nella zona di intercapedine tra i pilastri e i pannelli OSB che lavorano come un sandwich, troviamo i mattoni di calce e canna che vengono disposti ad una testa, usati per tamponare l'involucro opaco.
Subito dopo i mattoni torviamo una guaina impermeabilizzante da 4 mm che aiuta ulteriormente a non disperdere umidità oltre quel preciso punto della stratigrafia.
si inchioda quindi di nuovo ai pilastri in lamellare un altro pannello di OSB, che chiude lo spessore di stratigrafia dove sono presenti i bio-mattoni.
Prima del pannello di rivestimento interno in faggio, sono previsti 6 cm di intercapendine per il passaggio degli impianti.
Dall'esploso si evince anche parte della struttura, composta di pilastri in legno lamellare con una luce di 1,25 m e con un montante il legno lamellare che si trova a 62,5 cm di distanza da un pilastro e l'altro.
Le travi principali e secondarie sono incastrate grazie all'uso di perni in acciaio al carbonio, le quali conferiscono il definitivo assetto strutturale del telaio.



STRATIGRAFIA TECNOLOGICA INVOLUCRO OPACO scala 1:2

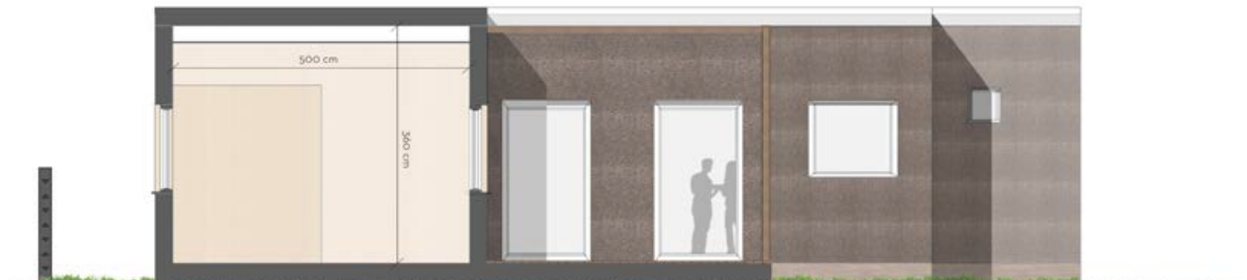

35
lamiera ondulata 5 mm
tavelle di sughero bruno 15 cm
pannello OSB 1.5 cm
biomattoni calce canna 6 cm
pannello OSB 1.5 cm
barriera al vapore 4 mm
trave lamellare 6 x 12 cm
pannello copertura soffitto 4 cm
30
30
420
pannello per interno 5 cm
cavedio impianti 6 cm
guaina imp. traspirante 4 mm
pannello OSB 1.5 cm
biomattoni calce canna 12 cm
pannello OSB 1.5 cm
tavelle di sughero bruno 15 cm
autolivellante 5 cm
guaina imp. traspirante 4 mm
pannello OSB 1.5 cm
travi lamellare 6 x 12 cm
putrella alufoot 12 x 16 cm
listoni legno 3 cm
massetto 7 cm
biomattoni calce canna 6 cm
isolante in fibra di legno 12 cm
pannello OSB 1.5 cm
27
16

90
60
90
60
120
210

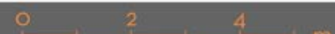

CONTROTELAIO ISOLANTE
TELAIO FISSO
TELAIO MOBILE
SCARICO ACQUA
CONTROTELAIO ISOLANTE
COPRIGIUNTO

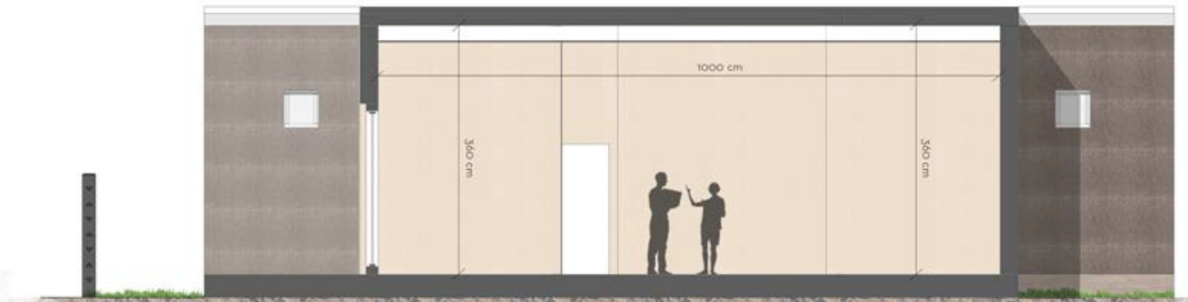
ELABORATI GRAFICI: LE SEZIONI ARCHITETTONICHE

Sezione A-A'



Sezione B-B'





Sezione C-C'

0 1 2 3 4 5 m

Sezione D-D'

0 1 2 3 4 5 m

Sezione E-E'

0 1 2 3 4 5 m

VIA VIPACCO

PROSPETTI

Prospetto Sud

Prospetto Ovest

Prospetto Est

Prospetto Nord

VISTA PROSPETTICA DELL'INGRESSO

PROSPETTO DELL'INGRESSO

Vista sul pergolato dell'ingresso

VISTA CON PERGOLATO COPERTO

Vista sul pergolato dell'ingresso

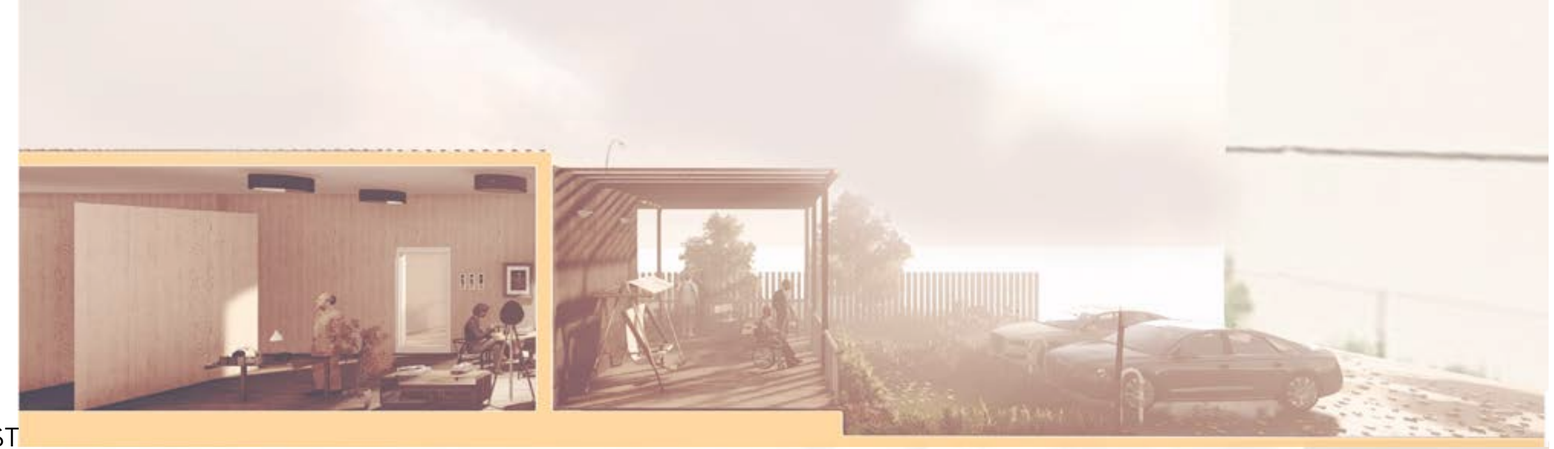
VISTA CON PERGOLATO SCOPERTO

PROSPETTO EST

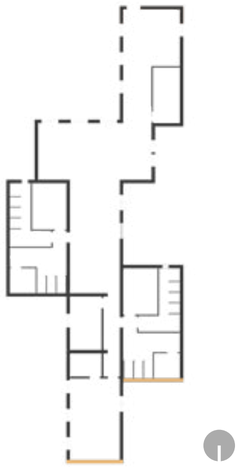
Sezione longitudinale lato est

PROSPETTO EST

SEZIONE LATO EST

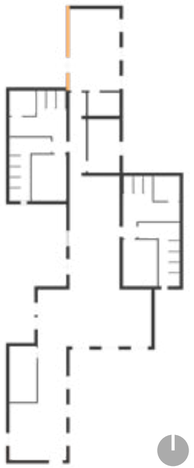


PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD

PROSPETTO OVEST



PROSPETTO OVEST

PROSPETTO OVEST

SALA CARTE E GIOCHI

SCORCIO SALA CARTE

SALA LETTURA

INTERNO-ESTERNO SALA POLIVALENTE

SALA POLIVALENTE

CONCLUSIONI

A conclusione di questo lavoro di tesi possiamo dirci soddisfatti delle esperienze che si sono susseguite sin dal primo viaggio intrapreso.
Le collaborazioni con le differenti realtà aziendali presenti sul territorio nazionale ci hanno permesso di comprendere quali siano i reali passaggi di cui necessita la produzione di un semplice elemento edilizio. Soprattutto gli aspetti più importanti risultano essere la figura umana dietro l'azienda, l'empatia che si instaura tra professionisti per mirare ad un obiettivo comune e l'impegno e il rispetto reciproco sul posto di lavoro.
Per questi motivi ringraziamo i titolari delle aziende che ci hanno supportato, avvalorando il nostro percorso facendoci scoprire quanto effettivamente duro e stimolante possa essere la professione di architetto.
Durante le fasi preliminari di sperimentazione infatti abbiamo focalizzato la nostra attenzione sulla tipologia di consigli forniti, facendoci mutare idea ad ogni incontro ma allo stesso tempo migliorando la nostra visione volta alla realizzazione dell'elemento che si voleva ottenere.
Guardando a posteriori il risultato perseguito, aver dunque realizzato più provini di bio-mattoni con materiali minerali e la fibra di canna palustre, siamo certi di poter affermare che:
- L'utilizzo dei macchinari industriali predisposti per sfibrare e trinciare materie vegetali è necessario per passare alla seconda fase del lavoro
- Aver prodotto secondo una tecnologia low-tech un elemento come un mattone, permette di incentivare il possibile apporto che deriva da una lavorazione manuale.

Siamo riusciti, dopo aver creato un buon quantitativo di provini, a compiere i test a compressione che ci hanno permesso di comprendere in via preliminare il comportamento dei singoli manufatti in una possibile ottica di futura messa in opera.
In questo modo siamo riusciti a prendere maggiormente coscienza di come l'elemento realizzato, viste le buone proprietà meccaniche di resistenza a compressione, si potesse inserire all'interno di una stratigrafia tecnologica come oggetto di tamponamento. Infine, tornando dunque a sottolineare quanto sia per noi importante credere in un'architettura sostenibile anche all'interno di un contesto urbano, essere riusciti a presentare un progetto per la Circoscrizione 3 di Torino utilizzando principalmente materiali naturali, ci ha dato modo di far conoscere un elemento vegetale quale la canna palustre.
Ci auguriamo che in un prossimo futuro il pubblico, sensibilizzato da questa conoscenza, possa prendere in considerazione la possibilità di incentivare l'utilizzo di questa pianta in architettura e prendersene cura a livello agrario, visti i benefici che si possono trarre.
La nostra tesi si conclude con l'applicazione di questo esperimento all'interno di una stratigrafia muraria di un progetto ex novo volto al rifacimento di un centro di incontro per anziani, lasciandoci la possibilità di ragionare su futuri sviluppi per avviare una reale produzione della tipologia di bio-mattone da noi proposta:
- Eseguire una marcatura CE del materiale canna palustre che permetta di ottenere i requisiti necessari a rientrare nel Regolamento (UE) n. 305/2011 che stabilisce che ogni prodotto, materiale e kit stabilmente inglobato in una costruzione è un prodotto da costruzione.

- Eseguire un analisi LCA approfondita sul prodotto al fine di trovare una valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati al prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita. Trovare, quindi, una caratteristica che lo possa rendere appetibile sul mercato economicamente rispetto a prodotti similari.

- Eseguire test a piastra calda per ottenere valori di conducibilità termica in modo tale da riuscire a comprendere quali siano i comportamenti del materiale nei confronti di un flusso termico incidente e riportare valori tabellari che definiscano e rendano ufficiali tali comportamenti.

- Ricercare in quali altri impieghi tecnologici la fibra di canna palustre possa essere impiegata per ottimizzare le performance di un involucro architettonico sostenibile studiando e sviluppando soluzioni alternative all'utilizzo del bio-mattone quali per esempio l'insuflaggio diretto delle fibre singole o addittivate a leganti naturali all'interno delle intercapedini di pareti, solai e coperture.

- Comprendere quali siano i possibili scenari di dismissione e recupero del materiale, sviluppando inoltre uno studio legato alle possibilità di riuso e riciclo delle componenti del biomattone focalizzandosi sull' opportunità di re-impiegarle per l'attuazione di un nuovo ciclo produttivo.

RINGRAZIAMENTI

Un atto di riguardo al termine di questo lavoro di tesi deve essere concretamente volto al ringraziamento di alcune persone.
Citiamo in primis il nostro relatore, il Professore Orio De Paoli, per aver dimostrato professionalità rispetto alla gestione del lavoro che si è definita con il tempo, giungendo alla definizione di una collaborazione simbiontica con i nostri voleri progettuali.
In particolare lo ringraziamo per aver dato fiducia ad un tema di sperimentazione improntato sull'utilizzo di risorse naturali, trovando formativa l'idea di sensibilizzare le persone nei confronti di una pianta ancora da studiare rispetto il suo utilizzo in architettura.
Ringraziamo affettuosamente la nostra correlatrice, la Professoressa Danila Voghera, che ci ha permesso di lavorare su un progetto pubblico proponendo il nostro esperimento quale una tecnologia innovativa per la città di Torino., mettendoci in relazione con gli enti comunali della Circoscrizione 3. Questo è stato possibile grazie a un caso studio direttamente proposto dalla Professoressa che richiedeva uno studio progettuale per la riedificazione del centro d'incontro per anziani di via Vipacco.
Altri ringraziamenti vanno alle aziende che hanno fornito la loro disponibilità per permetterci di usufruire dei macchinari e delle conoscenze dei titolari e dipendenti che ci lasceranno un bel ricordo dell' esperienza collaborativa.
Nello specifico ringraziamo: Giuseppe Tecco e i dipendenti della Agrindustria S.r.l., Pier Luigi Carena e il tecnico dell' azienda Bruno Chiara della Fornace Carena, l'azienda L.a.c.e.p. S.r.l. di Magione sul lago Trasimeno.
Un ringraziamento particolare va anche alla Professoressa Michela Toni del Dipartimento di Architettura di Ferrara che possiamo definire come la prima persona che ha consigliato e consolidato la nostra idea di lavorare sulla canna palustre in quanto è stata una delle prime persone a scrivere ed occuparsi di questo materiale sul territorio italiano.

Ringraziamo infine le nostre famiglie che ci hanno supportato nel percorso universitario restando sempre un punto di riferimento nei momenti di difficoltà e di gioia, le nostre compagne, Elena e Giulia, che con tanto amore e pazienza hanno sopperito ai momenti più grigi passati durante la tesi.
Ringraziamo il Politecnico e la città di Torino perchè durante questi anni, anche tra mille difficoltà, sono stati e sono tuttora luoghi che possiamo chiamare "casa".

Da Francesco: ringrazio nonno Adriano che ha creduto molto in questo progetto universitario a Torino e ha spinto i miei genitori a crederci insieme sperando di farmi provre un'esperienza che in un futuro potrà darmi grandi soddisfazioni.

Da Fabrizio: ringrazio infinitamente i miei nonni che mi hanno cresciuto e accompagnato nei tanti percorsi intapresi, affiancandomi e supportandomi in qualsiasi scelta. Li ringrazio per aver reso possibili giorni come questi che senza il loro aiuto non sarebbero stati possibili.

BIBLIOGRAFIA

-Un materiale e il suo ambiente : utilizzo della canna palustre nelle costruzioni / Michela Toni
foto Michela Toni
Toni, Michela
Firenze : Alinea ; 2012

-Werner Schmidt architekt : ecology craft invention = ökologie Handwerk Erfindung /Andrea Bocco Guarneri ; with a preface by Gernot Minke
Bocco Guarneri, Andrea ; Minke, Gernot
Vienna : Ambra/V ; c2013

-Sustainable Water Management and Wetland Restoration Strategies in Northern China
Ott, Konrad ; Felix Kobbing, Jan ; Thevs, Niels ; Brusetti, Lorenzo ; Kerschbaumer, Lilin ; Li, Liping ; Borruso, Luigimaria ; Baratieri, Marco ; Hochmuth, Henrike ; Patuzzi, Francesco ; He, Ping ; Zerbe, Stefan ; Tommaso Cirella, Giuseppe
bu.press ; 2014

-Heinrich Tessenow : pensiero utopico, germanità, architettura / Manuel Garcìa Roig ; a cura di Mara De Benedetti
Tessenow, Heinrich ; Roig, Manuel Garcìa ; De Benedetti, Mara
Roma ; Bari : Laterza ; 1997
ISBN: : 9788842051763 | PoliTO (OPAC)

-I prodotti per l'edilizia sostenibile : la compatibilità ambientale dei materiali nel processo edilizio /Roberto Giordano
Giordano, Roberto
Napoli : Sistemi Editoriali ; c2010
ISBN: : 978-88-513-0615-1 | PoliTO (OPAC)

-Normativa tecnica per l' architettura : (aggiornata al 1 gennaio 1989) / Daniela Bosia, Roberto Marchiano ; responsabile della ricerca Giovanna Guarnerio
Bosia, Daniela ; Marchiano, Roberto ; Guarnerio, Giovanna
Torino : Politecnico ; 1989
CDU No. 69.002 | PoliTO (OPAC)

-L'opera di Giuseppe Ciribini /Daniela Bosia
Bosia, Daniela
Milano : Angeli ; c2013
ISBN: : 978-88-204-4359-7 | PoliTO (OPAC)

-Il nuovo manuale europeo di bioarchitettura /curatore Ugo Sasso
Sasso, Ugo
Roma : Mancosu ; copyr. 2008
ISBN: : 88-87017-54-9 | PoliTO (OPAC)

-Architettura bio-ecologica /Maurizio Corrado e IIDEA mediterranea
Corrado, Maurizio ; IIDEA mediterranea
Milano : DVE Italia ; c2000
ISBN: : 88-412-7209-0 | PoliTO (OPAC)

-Dottorato di ricerca in Valorizzazione e Gestione delle Risorse Agro-Forestali (28°ciclo) La coltivazione della Canna comune (Arundo donax L.)in suoli marginali. Accrescimento e produttività in ambiente Mediterraneo.)
rel. Fagnano, Massimo
Cenvinzo, Vincenzo
Napoli, Aprile 2017

-Campi di cemento. Verso un'economia circolare: agricoltura locale per la tutela e la valorizzazione del territorio
Negrello, Maicol
Incipit Editore S.r.l. ; 2018

-Economia Circolare: principi guida e casi studio
Fabio Iraldo ; Irene Bruschi
GEO - Green Economy Observatory, Bocconi University ; 2015

-L'Economia Circolare in Italia
Elisabetta Bottazzoli ; Fabio Iraldo ; Francesco Testa ; Natalia Marzia Gusmerotti ; Alessandra Borghini ; Filippo Corsini ; Gaia Pretner

-MAST - Mattoni in Argilla con Scarti Tessili: eco-prodotti edilizi verso un' economia circolare
Giusto, Laura
dicembre 2018

-Legno e durabilità in architettura : ricerca e progetto dei nodi costruttivi per i sistemi a telaio e cross laminated timber (CLT) / Paolo Ferrero ; rel. Davide Maria Giachino
Ferrero, Paolo
Torino ; 2017

TESI ed ARTICOLI

-Holzhausbau, la griglia come strumento progettuale applicata al modulo sperimentale MAACC
Alvaro, Rocco
Torino; dicembre 2018

-La passivhaus mediterranea: riscontri progettuali / Erica Palmieri
rel. Orio De Paoli
Palmieri, Erica
Mondovì ; settembre 2008

-Paglia : un'alternativa sostenibile per l'involucro /Domenico Palazzo
rel. Orio De Paoli ; correl. Danila Voghera
Palazzo, Domenico
Torino ; 2017

-Architettura low cost-low tech : concetto e sviluppo di un sistema di costruzione a basso costo
rel. Pollo, Riccardo; Bonvecchi, Liliana
Prandi, Maria Soledad
dicembre 2015

SITOGRAFIA

https://tesi.cab.unipd.it/42635/1/Saetta.pdf

http://www.parcolura.it/pagina.php?id=45

https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/acqua/ra/ra_acquereflue.pdf

http://www.fratticci.com/produzione/sezione.htm

https://spanish.alibaba.com/product-detail/lignin-binder-118314308.html

http://www.fedoa.unina.it/id/eprint/11774

http://www.acustica-aia.it

http://www.suteki-europe.be/references/

https://www.edilportale.com/prodotti/tecnosugheri/pannello-per-facciata-in-sughero-fono-termoisolante/corkpan-md-facciata_252303.html

https://www.tecnosugheri.it/applicazione/cappotto-sughero-faccia-a-vista-a-colla/

http://alufoot.com/it/dati_tecnici/prodotti.html

http://alufoot.com/it/descrizione.html