



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Scuola di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile, Ambientale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile - Architettura

L'USO DELLE MATERIE PRIME SECONDARIE NELLE OPERE DI COSTRUZIONE:

APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO DI EDILIZIA SOCIALE

Relatore: prof. ing. R. Paparella

Laureanda: Silvia Sauro

Correlatore: arch. L. Marconato

Anno Accademico 2014-2015

*“Procurate di lasciare il mondo
un po’ migliore di come lo avete trovato “*

B.P.

Indice

| | |
|--|----|
| Indice | I |
| 0. Premessa | 1 |
| 1. Introduzione | 3 |
| 2. Il riciclo nel settore delle costruzioni | 5 |
| 2.1 I concetti di riuso e riciclo | 5 |
| 2.2 Il riciclo nella storia | 6 |
| 2.3 Il riciclo in edilizia oggi | 6 |
| 3. Il quadro normativo | 9 |
| 3.1 Il rifiuto e il materiale riciclato nelle costruzioni..... | 9 |
| 3.2 Le materie prime secondarie | 12 |
| 3.3 Gli interventi a livello europeo..... | 13 |
| 3.4 Rifiuti da demolizione | 19 |
| 3.5 Tabella riassuntiva del quadro normativo | 20 |
| 4. Il criterio del riciclo nelle fasi del processo edilizio..... | 23 |
| 4.1 Le fasi | 24 |
| 4.2 The Building Life Cycle..... | 27 |
| 5. LIFE: un progetto finanziario per l'ambiente | 29 |
| 6. Casi studio | 33 |
| 6.1 Recy house | 33 |
| 6.1.1 Tecnologia Costruttiva | 36 |
| 6.2 Sede SAVNO a Conegliano Veneto..... | 46 |
| 6.2.1 Prodotti e tecnologie utilizzate | 49 |
| 6.3 Casi studio "estremi" | 54 |
| 6.3.1 Phoenix Commotion..... | 54 |
| 6.3.2 Rural Studio..... | 57 |
| 6.3.3 R4House | 58 |
| 7. Il sistema tecnologico..... | 61 |
| 7.1 Catalogo prodotti | 67 |

| | |
|---|-----|
| 8. I materiali principali e le problematiche | 71 |
| 8.1 Il Calcestruzzo | 71 |
| 8.1.1 Scorie da industrie metallurgiche..... | 73 |
| 8.1.2 Calcestruzzo con inerti riciclati provenienti da demolizioni..... | 78 |
| 8.1.3 Calcestruzzi con ceneri volanti | 88 |
| 8.1.4 Le problematiche sull'utilizzo | 91 |
| 8.2 Acciaio | 92 |
| 8.3 Il legno | 93 |
| 9. Pareti perimetrali verticali..... | 95 |
| 9.1 Elementi in calcestruzzo vibrocompresso con inerti riciclati | 95 |
| 9.2 Papercrete e Paracrete ^[q] ^[r] | 95 |
| 9.3 Mattoni polimerici..... | 101 |
| 10. Infissi interni verticali | 103 |
| 10.1 Il PVC..... | 103 |
| 10.2 Alluminio | 108 |
| 11. Il caso studio..... | 113 |
| 11.1 Inquadramento territoriale | 113 |
| 11.2 Inquadramento urbanistico..... | 114 |
| 11.3 Idee progettuali..... | 117 |
| 11.3.1 Tipologie di appartamenti | 119 |
| 11.3.2 Gli spazi esterni | 123 |
| 12. Criteri per la valutazione del contenuto di riciclato nei prodotti..... | 125 |
| 12.1 LEED® - Leadership in Energy and Environmental Design..... | 125 |
| 12.1.1 Struttura e livelli di LEED | 126 |
| 12.1.2 Credito MR 4.1 / 4.2 – Contenuto di materiale riciclato | 128 |
| 12.1.3 GBC (Green Building Council) Italia | 131 |
| 12.1.4 La certificazione dei materiali sostenibili ICMQ ECO | 132 |
| 12.2 Protocollo ITACA – Istituto per l'innovazione e la trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale | 133 |

| | |
|---|-----|
| 12.2.1 Protocollo per edifici residenziali..... | 134 |
| 12.2.2 La scheda criterio B.4.6 – Materiali riciclati/recuperati..... | 137 |
| 12.3 Scelta del metodo | 141 |
| 13. Criteri e strumenti utilizzati per la verifica..... | 143 |
| Soluzioni tecnologiche | 145 |
| 13.1 BIM (Building Information Model) e sostenibilità..... | 148 |
| 13.1.1 Modellazione in Revit e computo dei materiali | 149 |
| 13.2 Valutazione energetica | 153 |
| 14. Conclusioni | 155 |
| Allegati | 157 |
| Bibliografia | 265 |
| Sitografia | 266 |
| Ringraziamenti | 268 |

0. Premessa

Obiettivo principale del presente lavoro di tesi è quello di dimostrare come sia possibile concepire e progettare, allo stato attuale delle conoscenze tecniche, un edificio sostenibile sulla base del criterio dell'uso di prodotti contenenti una percentuale apprezzabile di materiali provenienti da riciclo. Obiettivo secondario è focalizzare l'attenzione sull'importanza dell'utilizzo di tali prodotti per il conseguimento di un maggior punteggio nei sistemi di certificazione ambientale LEED e ITACA.

Contemporaneamente, nella proposta progettuale elaborata, si è tenuto conto anche delle prestazioni energetiche adeguate agli standard richiesti della Direttiva 2010/13/UE per gli edifici aperti al pubblico e che saranno in vigore dal 2018.

Il lavoro di tesi è organizzato in tre fasi successive; nella prima l'attenzione è posta alle definizioni di riciclo e materia prima secondaria ed alla ricerca di eventuali progetti realizzati.

Nella seconda, con riferimento alla norma UNI 8290 relativa al sistema tecnologico, si è elaborato un catalogo non esaustivo dei prodotti presenti nel mercato e che attestino di avere una precisa percentuale di materiale proveniente da riciclo.

Nella terza i prodotti del catalogo sono infine inseriti in un progetto esemplificativo con lo scopo di determinare una percentuale di riciclato sul volume totale dei prodotti costituenti l'edificio.

1. Introduzione

Il Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 Marzo 2011 fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione; nell'Allegato I, dove vengono elencati i requisiti di base delle opere da costruzione, al punto 7, si fa riferimento ad un uso sostenibile delle risorse naturali. L'uso delle risorse, secondo tale regolamento, deve garantire il riutilizzo o la riciclabilità delle opere da costruzione e dei materiali, la durabilità delle stesse e l'uso delle materie prime e secondarie ecologicamente compatibili.

In Italia, così come in Europa, la produzione di rifiuti è andata progressivamente aumentando, in conseguenza del progresso economico e dell'aumento dei consumi.

La diversificazione dei processi produttivi ha inoltre generato la diversificazione delle tipologie dei rifiuti con effetti sempre più negativi per l'ambiente. Le considerevoli quantità di rifiuti prodotti in aumento unite alle difficoltà di smaltimento e alla crescita dei costi relativi, hanno determinato un sempre maggior interesse verso il riciclaggio, la possibilità cioè di recuperare alcune frazioni dei rifiuti, reinserendoli nei cicli produttivi sotto forma di materie prime seconde.

Il riciclo è alla base dello sviluppo sostenibile e consente di ridurre il costo dello smaltimento di rifiuti nelle discariche o negli inceneritori.

La stessa Comunità Europea con la direttiva 2008/98/CE, nell'intraprendere una nuova strategia per una più razionale politica e gestione del rifiuto, ha attribuito una notevole importanza, oltre che alla prevenzione ed allo smaltimento sicuro dei rifiuti, alle azioni volte ad aumentare il riciclaggio ed il riutilizzo^[a].

Agli stati membri viene chiesto di impegnarsi affinché i materiali riciclabili non finiscano in discarica e in tal modo si vuole che entro il 2020 il riciclaggio dei rifiuti urbani dovrà essere cresciuto almeno del 50% in peso. Secondo Legambiente, se in Italia dalla raccolta differenziata arrivano timidi segnali positivi, principalmente concentrati nel Nord Italia (come mostrano i dati Istat con il Trentino Alto Adige e il Veneto nelle prime posizioni¹), il dato complessivo è ancora molto lontano da quanto era previsto nei diversi disposti normativi (45% al 2008).

¹ Dati forniti dai grafici regionali su: <http://www.istat.it/it/ambiente-ed-energia>

Nella definizione di un ciclo produttivo si dovrebbe includere tra i diversi parametri anche il riutilizzo e la possibilità di riciclare un materiale per un nuovo utilizzo come materia prima o come energia.

In questo modo gli standard costruttivi possono considerare un parametro che definisce una percentuale ammissibile di materiali non riciclabili che possono essere presenti nella costruzione e il progettista ha un importante ruolo nello scrivere le specifiche tecniche e nel definire il livello di prestazione atteso; tale livello deve essere compatibile con l'uso dei prodotti basati sulle materie prime secondarie^[1].

In letteratura si trovano facilmente dibattiti riguardo la necessità di prevenire e di ridurre quanto più possibile, attraverso dei nuovi principi costruttivi, l'importo di rifiuti prodotti per la costruzione, la manutenzione e la demolizione di un edificio.

Questi nuovi principi costruttivi devono prevedere prima di tutto la ridefinizione delle singole fasi (progetto, costruzione, uso e demolizione), per prevedere il quantitativo di rifiuti previsti, e un'attenzione particolare alla demolizione selettiva.

Con il seguente elaborato non ci si vuole focalizzare solo sull'importanza della prevenzione dei rifiuti nel ciclo di vita di una costruzione, ma anche su come sia possibile riutilizzare prodotti, provenienti da altri cicli produttivi (**materie prime seconde**), all'interno di un edificio sia nel nuovo costruito che nel recupero.

Con tale scopo si è redatto un progetto esemplificativo di *social housing* e si è analizzato più nello specifico un edificio. Sono stati applicati i materiali catalogati al fine di stimare una percentuale, sul volume complessivo dell'immobile, di materiale provenienti da riciclo.

2. Il riciclo nel settore delle costruzioni

2.1 I concetti di riuso e riciclo

I termini riuso e riciclo vengono spesso usati indifferentemente, ma analiticamente indicano due concetti distinti.

Il primo indica un nuovo uso a cui è destinato un prodotto dismesso, mentre il riciclo indica l'attività di riutilizzo dei materiali di scarto all'interno di un processo produttivo, eventualmente dopo averli sottoposti ad adeguate azioni preparatorie all'impiego^[2].

Di riciclo quindi si dovrebbe parlare solo quando un bene dismesso viene scomposto e riutilizzato nei suoi materiali costitutivi; il riuso invece è relativo a prodotti o componenti di complessità maggiore che vengono riutilizzati in quanto tali, dopo aver subito modifiche o controlli di funzionalità.

Quando però il confine tra il materiale e il componente non è ben definito o quando il materiale originario ha subito trasformazioni irreversibili durante le fasi di lavorazione, non si riesce ad utilizzare in modo appropriato i due termini.

Un esempio pratico potrebbe essere il caso dei mattoni cotti in laterizio in cui la scomposizione delle componenti è impossibile poiché, a causa della lavorazione stessa del prodotto, il materiale costitutivo ha subito delle modificazioni chimiche a causa della cottura, che lo rendono differente dall'insieme dei materiali di partenza. Nel caso di una nuova utilizzazione dei mattoni usati, sarebbe più opportuno parlare di riuso più che di riciclo. Diverso sarebbe utilizzare mattoni crudi, poiché il materiale di partenza non ha subito alterazioni e può essere reimmesso nel processo di produzione allo stesso modo del materiale vergine.

Un'altra distinzione analitica dei due termini potrebbe basarsi sulle operazioni a cui viene sottoposto il bene dismesso.

Si potrebbe definire il riuso come quel processo che, attraverso operazioni come la manutenzione ordinaria e straordinaria del bene, ne consentano una ricollocazione in esercizio. Diversamente il riciclo indicherebbe un processo di trattamento all'interno del quale il bene viene destrutturato nei suoi costituenti originari e questi vengono sottoposti ad azioni atte a renderli disponibili per la reimmissione in cicli di produzione, in competizione o in collaborazione con i materiali vergini^[2].

In conclusione si ritiene quindi che una definizione analitica troppo rigida non sia possibile e i due termini vengono usati in maniera flessibile e a volte indifferente.

2.2 Il riciclo nella storia

Il riciclo dei materiali edili è stato praticato fin dai tempi antichi e un esempio ne è la costruzione del “muro a sacco” nel periodo romano. Questo infatti è costituito da due paramenti definiti e nell’intercapedine veniva inserito un riempimento costituito di terra, detriti, pietrame e altro materiale incoerente di recupero. L’attenzione dei romani al riuso e al riciclo delle macerie per nuove costruzioni è una costante: a Pompei ed Ercolano, in seguito al terremoto del 62 d.C., i muri meno danneggiati furono riparati con materiali recuperati tra le macerie (conci, terrecotte, mattoni e tegole), fino ad arrivare ad intere pareti costruite esclusivamente con queste tipologie di materiali^[2].

Anche nel Rinascimento i palazzi signorili, come Palazzo Riccardi (1430) e Palazzo Strozzi (1500) a Firenze, erano rivestiti esternamente con grandi blocchi di pietra, spesso bugnati, mentre il nucleo della parete era composto da muratura di mattoni, detriti e da materiali di riciclo^[3]; non solo riuso di detriti, ma anche riutilizzo di materiali pregiati, trasportati da luoghi remoti, soprattutto nell’Alto Medioevo, per impreziosire nuove costruzioni (l’esempio più rilevante è la Basilica di San Marco a Venezia).

2.3 Il riciclo in edilizia oggi

Le motivazioni principali per cui ci si indirizza sulla strada del riciclo in edilizia sono essenzialmente due: la prima è relativa all’impatto ambientale del costruito e alla trasformazione del territorio, la seconda invece è riferita a tematiche di contenimento dei consumi energetici.

Le materie prime secondarie riavviate al processo produttivo possono essere costituite da almeno tre categorie qualitativamente diverse di materiali:

- con uguali caratteristiche dei materiali originari;
- con caratteristiche di nuovi materiali, sostitutivi di quelli tradizionali nelle stesse applicazioni da cui hanno avuto origine;
- con caratteristiche di nuovi materiali, sostitutivi di quelli tradizionali in applicazioni diverse da quelle da cui hanno avuto origine.

Nel primo caso vengono definite materie prime seconde omomateriale e sono quei materiali che, dopo essere stati separati in fase di trattamento, possono essere aggiunti al materiale vergine in qualsiasi fase del suo processo di trasformazione e non sono più distinguibili da esso.

Tali materie sono principalmente prodotti ferrosi e altri materiali metallici.

Nella seconda categoria si può collocare il calcestruzzo con inerti provenienti da demolizioni precedenti a cui verrà dedicata maggiore attenzione al Cap. 8.1.2 del seguente elaborato.

Infine nell'ultima categoria possiamo inserire prodotti in laterizio, tegole e mattoni, il legno, il vetro, i materiali plastici, in particolare il PVC.

Ad esempio i laterizi, dopo la frantumazione e la riduzione in granuli, possono essere utilizzati come additivi e aggregati per la produzione di calcestruzzi alleggeriti e a bassa resistenza; Il legno sotto forma di farina di legno può essere utilizzato nella lavorazione delle materie plastiche e strati di coibentazione; il vetro può essere utilizzato nei serramenti e i materiali plastici per cassature, sagome per solai e additivi per calcestruzzi alleggeriti.

3. Il quadro normativo

3.1 Il rifiuto e il materiale riciclato nelle costruzioni

Il recupero del rifiuto è un vasto insieme di operazioni di natura diversa a seconda della tipologia di rifiuto e avviene quando per esso si prospetta un'utilità futura. La **direttiva 75/442/Cee** all'Art.4 stabilisce che il recupero/smaltimento debba avvenire senza pericoli per la salute dell'uomo e senza usare metodi o procedimenti che possano arrecare danno all'ambiente e in particolare:

- senza creare rischi per l'acqua, l'aria, il suolo, la fauna e la flora;
- senza causare inconvenienti da rumori e odori;
- senza danneggiare il paesaggio e i siti di particolare interesse.

Di fatto la direttiva 75/442 viene modificata dalla **direttiva 91/156/Cee** sui rifiuti, recepita dalla legislazione italiana dal **D. lgs. 22/1997**, noto come il **Decreto Ronchi**.

Nell'Allegato A viene fornito un elenco delle categorie di rifiuti oggetto del decreto, in particolare:

17 00 00 Rifiuti di costruzioni e demolizioni (compresa la costruzione di strade)

17 01 00 cemento, mattoni, mattonelle, ceramiche

17 01 01 cemento

17 01 02 mattoni

17 01 03 mattonelle e ceramica

[...]

17 03 01 miscele bituminose contenenti catrame di carbone

17 03 02 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01[...]

Il Decreto Ronchi oggi non è più in vigore, essendo stato abrogato dal D.lgs 152 del 2006 (emanato in attuazione della Legge 308/2004).

Con il **D.M. 203/2003**, "*Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo*", meglio noto come "*Decreto 30%*", promosso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con l'appoggio dei Ministri delle Attività Produttive e della Salute, si volevano fornire misure chiare per il settore del riciclaggio.

I destinatari del decreto sono gli Enti Pubblici e le società a prevalente capitale pubblico, anche di gestione dei servizi; essi devono garantire che almeno il 30% del fabbisogno annuale di manufatti e beni sia derivante da materiale riciclato.

Art. 3 - Obbligo e metodologia di calcolo

1. I destinatari, in ciascun anno solare e per ciascuna categoria di prodotto, sono tenuti a coprire almeno il trenta per cento del fabbisogno annuale di manufatti e beni appartenenti a ciascuna delle citate categorie, con manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato. Per ciascuna categoria di prodotto il quantitativo rappresentante il fabbisogno annuale di manufatti e beni viene espresso nell'unità di misura atta ad identificare l'unità di prodotto; per quelle categorie di prodotto per le quali non è possibile individuare un'unità di misura identificativa dell'unità di prodotto, il termine quantitativo impiegato per la definizione del fabbisogno annuale di manufatti e beni fa riferimento all'importo annuo destinato all'acquisto di manufatti e beni in quella categoria di prodotto.

2. L'acquisto dei singoli prodotti per un quantitativo superiore al trenta per cento in una categoria non va a compensare il mancato acquisto in altre categorie.

3. I destinatari adottano in sede di formulazione di una gara per la fornitura e l'installazione di manufatti e beni, e nella formulazione di capitolati di opere pubbliche, le disposizioni di cui ai commi 1 e 2. I relativi capitolati non possono prevedere caratteristiche tecniche dei manufatti e beni più restrittive rispetto a quelle previste dalle norme vigenti nazionali e comunitarie.

4. Le disposizioni previste al comma 1, 2 e 3 si applicano ai prodotti elencati nel repertorio del riciclaggio e relativamente ai manufatti e beni di cui sia verificata la disponibilità e la congruità di prezzo; tale congruità si ritiene rispettata se l'eventuale incremento di prezzo non supera quello dei corrispondenti manufatti e beni contenenti materie prime vergini di una percentuale definita dal gruppo di lavoro di cui all'articolo 5.

Viene introdotto il Repertorio del Riciclaggio (RR): si tratta di un vero e proprio catalogo dei beni oggetto del decreto aggiornato dall'Osservatorio Nazionale dei Rifiuti (ONR).

Ai sensi del Decreto Ministeriale dell'8 Maggio 2003, n.203, è stata emanata la **Circolare** del 15 Luglio 2005, n. **5205**, "*Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale*".

Si tratta della diretta promulgazione del decreto sopracitato in cui sono gettate le basi concrete per il settore del riciclaggio dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione (CDW).

All'interno della circolare viene definito il **materiale riciclato** come quel *materiale realizzato utilizzando rifiuti post-consumo da costruzione e demolizione*.

Affinché il bene riciclato sia impiegato dalle pubbliche amministrazioni devono essere verificate due condizioni:

- La congruità del prezzo: essa si ritiene rispettata se il prezzo dei materiali riciclati non supera quello relativo ai materiali corrispondenti che si vanno a sostituire;
- I materiali iscritti al RR devono presentare [...] *medesimo uso, ancorché con aspetto, caratteristiche o ciclo produttivo diversi, e prestazioni conformi all'utilizzo cui sono destinati rispetto a quelli realizzati a partire da materiali vergini*.

Si evidenzia come la definizione data dalla circolare faccia ricadere in tale categoria solo i rifiuti post-consumo da costruzione e demolizione. Quindi scarti e sfridi di lavorazione non rientrerebbero, a livello teorico, in tale categoria in quanto mai messi sul mercato. L'impedimento teorico però viene superato dal momento che la circolare stessa prevede che i rifiuti da post-consumo possano essere miscelati con altri materiali (terre e rocce da scavo, inerti industriali, ecc.), pur mantenendo una percentuale minima del 60% all'interno della miscela.

Il disposto normativo principale al quale fare riferimento è il **D. lgs. 152/2006**, "*Norme in materia ambientale*", che fissa l'obiettivo di fondo a cui si ispira la disciplina giuridica in materia di rifiuti, ovvero quello di favorire progressivamente la riduzione della produzione di rifiuti (art.179) mediante il riutilizzo, il reimpiego e il riciclaggio e trasformazione dei rifiuti in prodotti commerciabili. In questo modo, oltre che a un miglioramento della tutela ambientale, si raggiunge l'ulteriore obiettivo di rendere i rifiuti un bene economico.

All'interno del decreto viene data la definizione di **rifiuto** come *qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi, o abbia deciso, o abbia l'obbligo di disfarsi*.

3.2 Le materie prime secondarie

Un concetto fondamentale è quello della **materia prima secondaria**, che venne definita per la prima volta nell'art.2 della **legge n.475** del 9 Novembre 1988 (conversione in legge del D.L. 397/1988), nella quale si affermava che *sono materie prime secondarie i residui derivanti da processi produttivi e che sono suscettibili, eventualmente previ idonei trattamenti, di essere utilizzati come materie prime in altri processi produttivi della stessa o di altra natura*, rinviando poi la loro puntuale individuazione ad un atto successivo, ossia il D.M. 26 gennaio 1990 del Ministero dell'ambiente.

Tale normativa fu però dichiarata incostituzionale con sentenza n.512 del 15 Ottobre 1990.

Il Decreto Ronchi dette veste giuridica formale alla categoria, sollecitando le autorità competenti a fornire forme di recupero dei rifiuti per ottenerne materie prime (cfr. art. 4, comma 1, lettera b), e prevedendo a tal fine procedure semplificate (cfr. artt. 31 e 33).

Il **D.M. 5 Febbraio 1998**, "*Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22*", individuò fra i possibili materiali che potevano derivare da un'attività di recupero di rifiuti non pericolosi in procedura semplificata, e quindi in deroga rispetto alla procedura ordinaria, anche le materie prime secondarie. Lo stesso fece il **D.M. 12 Giugno 2002, n.161** con riferimento ai rifiuti pericolosi.

Tali decreti appena menzionanti fissano i tipi, le quantità di rifiuti e le condizioni in base alle quali le attività di recupero possono essere sottoposte alla procedura semplificata, il primo con riferimento ai rifiuti non pericolosi ed il secondo con riferimento a quelli pericolosi.

L'impianto del Decreto Ronchi è stato successivamente ripreso dal D.lgs. n. 152/2006, che all'art. 181-bis ("*Materie, sostanze e prodotti secondari*"), stabiliva in modo puntuale criteri e condizioni da rispettare affinché un materiale potesse essere considerato una materia prima secondaria, e non un rifiuto. Tale articolo però è stato abrogato nel 2010 dall'art. 39, comma 3, del D.lgs. 205.

3.3 Gli interventi a livello europeo

Più recentemente la Comunità e il Parlamento Europeo hanno rivolto sempre di più il loro interesse sulla materia dei rifiuti, pubblicando diverse direttive.

La **direttiva 2006/12/Ce** del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 5 Aprile 2006, relativa ai rifiuti, stabilisce il quadro normativo per il trattamento dei rifiuti nella Comunità. La direttiva definisce alcuni concetti basilari, come le nozioni di rifiuto, recupero e smaltimento, e stabilisce gli obblighi essenziali per la gestione dei rifiuti ^[4].

Tale direttiva viene presa in considerazione nella successiva **2008/98/Ce**, nella quale, al punto 7, si afferma che già dal 24 febbraio 1997, la priorità principale della gestione dei rifiuti dovrebbe essere la prevenzione, e che il riutilizzo e il riciclaggio di materiali dovrebbero preferirsi alla valorizzazione energetica dei rifiuti, nella misura in cui essi rappresentano le alternative migliori dal punto di vista ecologico.

[...]

28) *La presente direttiva dovrebbe aiutare l'Unione europea ad avvicinarsi a una "società del riciclaggio", cercando di evitare la produzione di rifiuti e di utilizzare i rifiuti come risorse.*

All'art.6 (*"Cessazione della qualifica di rifiuto"*) viene previsto che i rifiuti² cessano di essere tali quando siano sottoposti ad un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e soddisfino criteri specifici da elaborare conformemente alle seguenti condizioni:

- la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzata/o per scopi specifici;
- esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;
- la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
- l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà ad impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

Viene definita una gerarchia dei rifiuti nella quale la prevenzione della produzione di rifiuti è da anteporre e preferire sempre alle altre operazioni di recupero.

All'Art.11 vengono fissati gli obiettivi che la Comunità Europea si prefigge di raggiungere relativamente alla quantità di prodotti da riciclare:

² All'Art. 3, punto 1, della Direttiva 2008/98/Ce si definisce "rifiuto" qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsi.

a) entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti quali, come minimo, carta, metalli, plastica e vetro provenienti dai nuclei domestici, e possibilmente di altra origine, nella misura in cui tali flussi di rifiuti sono simili a quelli domestici, sarà aumentata complessivamente almeno al 50 % in termini di peso;

b) entro il 2020 la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di colmatazione che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, di rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi, escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco dei rifiuti, sarà aumentata almeno al 70 % in termini di peso.

Per quanto riguarda il recupero dei materiali inerti all'Allegato II troviamo la categoria R5: riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche.

Si definisce, all'Art. 3 punto 17 della stessa direttiva, il **riciclaggio** come *qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono trattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini.*

Viene pertanto introdotta una nozione di materia prima secondaria tassativa, anche se suscettibile di essere ampliata con nuove tipologie. Inoltre, viene delineata una competenza quasi esclusiva dell'Unione Europea in materia di adozione dei "criteri specifici" che devono essere soddisfatti dal materiale ottenuto dalle operazioni di recupero per essere qualificato materia prima secondaria, nonché di definizione dei termini per soddisfare le quattro condizioni di cui sopra. Il par. 3 dell'art. 6 prevede che criteri volti a definire quando un rifiuto cessa di essere tale dovrebbero essere considerati almeno per gli aggregati, i rifiuti di carta e vetro, i metalli, i pneumatici e i rifiuti tessili.

Gli Stati membri potranno, ai sensi del par. 4 dell'Art. 6, dare attuazione alle previsioni dell'articolo stesso o decidere, caso per caso, se un determinato rifiuto abbia cessato di essere tale, oppure adottare nuove e maggiormente dettagliate condizioni, in presenza delle quali, si avrebbe una materia prima secondaria.

Il Comitato Economico e Sociale Europeo esprime un parere, attraverso la **469^a Sessione Plenaria del 16 e 17 Febbraio 2011**, sul tema «Accesso alle materie prime secondarie (rottami ferrosi, carta riciclata, ecc.)».

Viene messo in evidenza al punto 1.4 come siano stati esportati grandi volumi di materie prime secondarie di recupero, nonostante il forte fabbisogno delle industrie di base e di trasformazione europee.

1.6 Sfortunatamente, sono spesso utilizzate pratiche commerciali illegali per eludere il controllo diretto dei flussi delle più importanti materie prime secondarie. Risulta, per esempio, l'uso di dichiarazioni doganali falsificate, che classificano i rifiuti come beni di seconda mano, per evitare le disposizioni del regolamento sulle spedizioni di rifiuti riguardanti specifici flussi di materie prime secondarie.

1.7 In questo modo, la raccolta dei rifiuti, realizzata a carico dei contribuenti europei, non serve allo scopo per cui è stata concepita, e finisce per danneggiare la competitività delle rispettive industrie, rendendo meno efficace e/o più costoso del necessario l'approvvigionamento di materie prime secondarie.

Il Comitato insiste nell'affermare che il riciclaggio debba essere sostenuto migliorando l'infrastruttura di raccolta, rafforzando la certezza giuridica, creando condizioni di concorrenza eque ed eliminando gli oneri amministrativi inutili. Per soddisfare questa condizione essenziale, è necessario che l'intero spettro di regolamenti, direttive e decisioni sia coerente ed equilibrato.

Al punto 3 di tale elaborato si cerca di identificare i più importanti flussi di materie prime secondarie: rottami di ferro e acciaio, rottami di metalli non ferrosi, carta riciclata, vetro e plastica.

***3.2.1 Rottami di ferro e acciaio:** in generale il riciclaggio di questi rottami comprende la raccolta, la cernita, la pressatura, l'impacchettamento, il taglio, la tranciatura, la frantumazione e/o la compressione e infine la fusione nelle acciaierie. I rottami di metalli ferrosi possono essere raccolti separatamente o misti ad altri materiali, vengono sottoposti a cernita nei cantieri di demolizione e venduti agli impianti di trattamento dei rottami o inviati direttamente alle acciaierie. Una volta arrivati agli impianti di trattamento, i diversi tipi di metalli vengono separati e preparati per la frantumazione o la compressione, operazioni spesso necessarie per poter procedere a una successiva fase di separazione. Nel caso dell'acciaio inossidabile, i rottami di più grandi dimensioni vengono raccolti separatamente o separati nei cantieri di demolizione prima di essere frantumati. Le parti più piccole sono invece separate mediante procedimenti in più fasi. Una volta giunti nelle acciaierie, di solito i rottami di ferro e acciaio sono caricati direttamente nei forni.*

[...]

3.2.2 Rottami di metalli non ferrosi e altri cicli di rifiuti che contengono questi metalli: rispetto ai rottami di ferro e acciaio, in questa categoria esiste una variabilità molto più alta (a) di metalli presenti, (b) di risorse disponibili e (c) di metodi che devono essere impiegati per la separazione e l'estrazione di particolari metalli dal ciclo dei rifiuti. I metalli più importanti, che rappresentano i volumi più alti, sono l'alluminio, lo zinco, il piombo e il rame, ma nel ciclo di rifiuti vi sono anche metalli come lo stagno e metalli preziosi, che possono essere estratti con metodi appropriati.

[...]

3.2.3 Carta riciclata: l'industria della carta è un settore che si è basato fin dalle origini su risorse rinnovabili e sul riciclaggio. In passato la principale materia prima riciclata per la produzione di carta erano gli stracci. Oggi il riciclaggio della carta è realizzato in modo relativamente semplice e questo materiale è divenuto quello predominante. Analogamente a quanto avviene per i metalli ferrosi, le risorse più importanti sono due: la carta recuperata in ambito industriale (tra l'altro dai settori dell'imballaggio e della stampa) e quella proveniente dal consumo (rifiuti urbani). È preferibile che la carta sia già separata, pertanto i rifiuti urbani devono essere sottoposti alla separazione della carta usata e alle operazioni di cernita di base.

[...]

3.2.4 Vetro: il vetro può essere ripetutamente riciclato al 100 %, senza perdite di qualità, per produrre altri contenitori. Il vetro di recupero è utilizzato per produrre nuovo vetro della stessa qualità, il che ne fa un materiale riciclato veramente «dalla culla alla culla». Fino al 90 % del vetro usato può essere utilizzato per la realizzazione di nuovi contenitori; l'unico vero limite al suo riutilizzo è rappresentato dalla quantità e dalla disponibilità di materiale recuperato oggi in Europa.

[...]

3.2.5 La plastica rappresenta circa il 25 % di tutti i rifiuti solidi accumulati nelle discariche. A causa della loro resistenza alla degradazione, una volta smaltite nelle discariche le materie plastiche hanno tempi di decomposizione molto lunghi. L'incenerimento della plastica per recuperare energia, a causa degli elevati livelli di emissioni pericolose, deve svolgersi in impianti adeguati e in modo controllato.

La raccolta e il pretrattamento dei rifiuti sono fasi relativamente poco costose nel caso di flussi come ferro, vetro e carta, e le risultanti materie prime secondarie rimangono

accessibili a un costo ragionevole. L'Europa genera una riserva di materie prime secondarie facilmente accessibile a qualsiasi operatore mondiale in qualsiasi momento, quando la domanda di materiali sul mercato globale aumenta. In particolare il nostro continente esporta, principalmente in Asia, grandi quantità di rifiuti raccolti e non trattati.

Con la **Circolare 2013/C 51 E/04**, *“Una strategia efficace per le materie prime in Europa”*, il Parlamento Europeo, al punto 18, sottolinea il ruolo svolto dal riciclaggio e dal riutilizzo delle materie prime per la riduzione dei gas a effetto serra. Invita, inoltre, la Commissione Europea ad individuare modalità per aumentare ulteriormente il riciclaggio, migliorando il quadro giuridico, e ad avviare un'analisi approfondita sul flusso dei materiali nell'UE, basata sull'intero ciclo di vita delle materie prime (dall'estrazione allo smaltimento). Si vorrebbe armonizzare la legislazione europea e le norme minime in materia del riciclaggio ai fini di una maggiore coerenza e vengono invitati gli Stati membri a garantire una corretta attuazione della legislazione esistente. Al punto successivo si mette in evidenza l'importanza di creare sinergie industriali in materia di riciclaggio e di aiutare le imprese a prendere coscienza del fatto che i loro rifiuti ed i loro sottoprodotti possono servire da risorse per altri; viene quindi invitata la Commissione e gli Stati membri ad intraprendere iniziative, sul tipo di quella avviata dal Regno Unito, con il suo programma nazionale di simbiosi industriale.

La simbiosi industriale è una strategia per il trasferimento e la condivisione di risorse tra industrie dissimili (materiali residui, sottoprodotti energetici, servizi, capacità), con l'intento di ottenere significativi vantaggi dal punto di vista economico e ambientale, rendendo i sistemi produttivi complessivamente più sostenibili.

Tale progetto si è svolto anche in Italia, nel periodo compreso tra Maggio 2013 e Marzo 2014, in numerose aziende del territorio grazie al supporto del sistema della ricerca afferente alla Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna^[d].

L'area produttiva su cui si è focalizzato il progetto ha riguardato le filiere per il trattamento e la valorizzazione di rifiuti e residui agro-industriali, con particolare (ma non esclusivo) interesse nei confronti delle soluzioni finalizzate alla produzione di materiali ad alto valore aggiunto (biopolimeri, resine, solventi, building blocks).

Sistema tradizionale



Sistema circolare



Al punto 24 della stessa circolare, la Commissione evidenzia l'importanza di sostenere i partenariati in materia di riciclaggio con i paesi in via di sviluppo e chiede alla Commissione di sostenere i progetti pilota come le zone "zero rifiuti".

Negli USA questo progetto pilota sta avanzando tenacemente, infatti The Plastics Industry Association destinerà uno speciale settore degli spazi espositivi del salone NPE2015 all'iniziativa *Zero Waste Zone*. In linea con l'impegno della produzione a rifiuti zero, in tali zone, verranno effettuate dimostrazioni di riciclaggio e verranno esposti diversi prodotti realizzati con materiali riciclati. Attorno alla *Zero Waste Zone* verranno realizzati il padiglione dedicato al riciclaggio (*Recycling Pavilion*), in

cui esporranno aziende produttrici e utilizzatrici di sistemi di riciclaggio, e quello della sostenibilità (*Sustainability Pavilion*), in cui verranno esposte tecnologie per la conservazione dell'ambiente.

3.4 Rifiuti da demolizione

Per quanto riguarda i materiali derivanti da attività di demolizione edilizia con **Sentenza 15 giugno 2006, n. 33882**, la Cassazione ha stabilito che *i materiali residuanti dalla attività di demolizione edilizia conservano la natura di rifiuti sino al completamento delle attività di separazione e cernita, in quanto la disciplina in materia di gestione dei rifiuti si applica sino al completamento delle operazioni di recupero, tra le quali l'art. 183, lett. h), D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 indica la cernita o la selezione(nell'occasione la Corte ha ulteriormente affermato che il materiale in questione non può neppure essere qualificato quale materia prima secondaria in mancanza del D.M. di attuazione previsto dall'art. 181, comma 6, del citato d.lg. n. 152 del 2006).*

Già in precedenza la giurisprudenza aveva evidenziato come i residui delle attività di demolizioni edili costituissero rifiuti speciali (art.7 del D.Lgs. n.22 del 1997).

3.5 Tabella riassuntiva del quadro normativo

| | Documento | Titolo | Contenuti |
|---|--|--|---|
| Il rifiuto e il materiale riciclato nelle costruzioni | Direttiva 91/156/Cee recepita dal Decreto Ronchi abrogato dal D.lgs. 152/2006 | Direttiva del Consiglio del 18 marzo 1991 che modifica la direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti | Stabilisce le modalità e il recupero dello smaltimento dei rifiuti. Nell'Allegato A viene fornito un elenco delle categorie di rifiuti oggetto del decreto. |
| | D.M. 203/2003 | Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo. Detto anche "Decreto 30%" | È rivolto agli Enti Pubblici e le società a prevalente capitale pubblico, i quali devono garantire che il 30% del fabbisogno annuale di manufatti derivi da riciclo. Viene istituito il Repertorio del Riciclaggio (RR). |
| | Circolare n.5205/2005 | Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203 | Riguarda il settore del riciclaggio e dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione. Viene data la definizione di materiale riciclato . |
| | D.lgs 152/2006 | Norme in materia ambientale | È il riferimento per la disciplina giuridica in materia di rifiuti. Viene data la definizione di rifiuto . |
| Le materie prime secondarie | Legge 475/1988 incostituzionale Il Decreto Ronchi ne prende veste giuridica | Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 9 settembre 1988, n. 397, recante disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali. | Viene data la definizione di materia prima secondaria . |
| | D.M. 5/02/1998 | Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 | Le materie prime secondarie possono derivare da attività di recupero di rifiuti non pericolosi. |
| | D.M. 161/2002 | Regolamento attuativo degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, relativo all'individuazione | Fa lo stesso del decreto precedente aggiungendo i rifiuti pericolosi. |

| | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--|--|
| | | dei rifiuti pericolosi che è possibile ammettere alle procedure semplificate. | |
| Gli interventi a livello europeo | Direttiva 2006/12/Cee | Direttiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 relativa ai rifiuti | Vengono fissati gli obiettivi per la Comunità Europea per il trattamento dei rifiuti entro il 2020. |
| | Direttiva 2008/98/Ce | Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. | Viene data la definizione di riciclaggio . Vengono fissati i criteri che deve soddisfare un materiale per essere ritenuto materia prima secondaria. |
| | 469ª Sessione Plenaria | 469ª Sessione Plenaria del 16 e 17 Febbraio 2011, sul tema «Accesso alle materie prime secondarie (rottami ferrosi, carta riciclata, ecc.)». | Vengono espresse le opinioni da parte del Comitato Economico e Sociale Europeo sulle materie prime secondarie. |
| | Circolare 2013/C 51 E/04 | Una strategia efficace per le materie prime in Europa | Sottolinea il ruolo svolto dal riciclaggio e dal riutilizzo delle materie prime per la riduzione dei gas a effetto serra. Invita la Commissione Europea ad individuare modalità per aumentare ulteriormente il riciclaggio, migliorando il quadro giuridico, e ad avviare un'analisi approfondita sul flusso dei materiali nell'UE. |
| Rifiuti da demolizione | Sentenza n.33882/2006 | Corte di Cassazione Penale Sez. III, 9 ottobre 2006 (C. c. 15/06/2006), Sentenza n. 33882 | Tratta i rifiuti derivanti da demolizione, i quali vengono classificati all'interno dei rifiuti speciali. |

4. Il criterio del riciclo nelle fasi del processo edilizio

Si riporta di seguito La definizione del processo edilizio, in accordo con la UNI 7867/79, sostituita dalla **UNI 10838/99** (Edilizia- Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia):

«Sequenza organizzata di fasi che parlano del rilevamento delle esigenze della committenza-utenza di un bene edilizio al loro soddisfacimento attraverso la progettazione, la produzione, la costruzione e la gestione del bene stesso».

Il processo edilizio si può riferire ad interventi di nuova costruzione o ad interventi sul costruito.

Ponendo una maggiore attenzione alla limitazione della produzione di rifiuti e alla possibilità di utilizzare materie prime seconde all'interno del progetto, ciò che è da ridefinire è in particolare la fase iniziale di progetto, gli operatori coinvolti, gli strumenti da usare e i controlli da effettuare.

Sarà quindi necessario considerare i seguenti criteri:

- riduzione al minimo degli scarti
- preferenza di metodi di costruzione che usano assemblaggi
- preferenze per tecniche di demolizioni selettive e riuso dei materiali di risulta
- massimi incentivi per i recuperi leggeri.

Suddetti criteri rispondono alla direttiva espressa nel 1990 dalla Commissione Europea sulla gestione dei rifiuti, redatto con lo scopo di ridurre la quantità di rifiuti per poi poterli sfruttare al meglio.

4.1 Le fasi

Nel processo edilizio viene data molta importanza al *pre-design*, durante il quale viene condotta innanzitutto un'analisi preliminare, consistente in uno studio del clima, dell'ambiente, della geologia e sulla fattibilità economica, considerando la possibilità di usare materiali recuperati da discariche o da impianti di riciclaggio.

Le materie prime sono risorse non rinnovabili, per tale motivo, al fine della sostenibilità, è fondamentale limitarne l'uso preferendo i prodotti riciclati; allo stesso tempo è importante ridurre gli sprechi di energia e privilegiare gli scarti di recupero. L'uso di materie prime secondarie nei prodotti da costruzione richiede una serie di azioni, partendo dalla fase di progetto, che permettano a questi materiali di essere utilizzati nel processo costruttivo.

Nella fase successiva di *design*, il progettista dovrebbe usare materiali di recupero (riutilizzati o riciclati), che non siano causa di inquinamento in nessun processo e seguire le linee guide per l'uso di prodotti e componenti derivanti da materie prime secondarie.

È fondamentale che già nelle fasi iniziali si riveli nella costruzione qual'è la percentuale consentita di materiali che necessariamente verranno scartati al termine della loro vita e si cerchi di ridurre la produzione di detriti con tecniche costruttive che permettano di smantellare le parti danneggiate per poi rimpiazzarle.

Durante la fase di *construction* bisogna prevedere un adeguato sistema di stoccaggio e imballaggio tale da evitare danni e un corretto sistema di taglio tale da ridurre gli scarti, i quali a loro volta devono essere correttamente divisi per categoria.

Nelle fasi di *use and management* l'attenzione va principalmente al mantenimento del livello qualitativo prestabilito per la costruzione.

Per ultima, ma non meno importante, è la pianificazione della fase di *demolition* e la demolizione in se, durante la quale devono essere seguiti dei modelli di demolizione selettiva anziché metodi distruttivi.

Il processo edilizio può essere analizzato secondo tre diversi livelli di lettura, i quali variano il loro quadro di osservazione dal particolare al generale:

- il primo livello di lettura può essere costituito dall'analisi dei prodotti da costruzione che sono in mercato sotto forma di *semi-finished*, *system semi-finished*, *semi-*

*components, system semi-components, component o system component products*³, e dalla valutazione dell'impatto che essi hanno sull'ambiente.

- il secondo livello di lettura è costituito dalla costruzione e dal suo impatto sull'ambiente circostante.

- il terzo livello è costituito dall'insediamento urbano e dalla valutazione dell'impatto che la scala urbana determina sul territorio.

Nel primo livello risulta fondamentale la presa in considerazione del **ciclo di vita (LCA- life cycle assessment** definito nella norma UNI EN ISO 14040, "Valutazione del ciclo di vita") dei prodotti da costruzione.

«L'LCA tratta gli aspetti ambientali e i potenziali impatti ambientali (per esempio l'uso delle risorse e le conseguenze ambientali dei rilasci) lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, dall'acquisizione delle materie prime attraverso la fabbricazione e l'utilizzo, fino al trattamento di fine vita, riciclaggio e allo smaltimento finale (cioè dalla culla alla tomba)»^[5].

Nella seguente norma vengono anche definiti:

Ciclo di vita: fasi consecutive e interconnesse di un sistema di prodotto, dall'acquisizione delle materie prime o dalla generazione delle risorse naturali, fino allo smaltimento finale.

³Definizioni da E. Dal Zio, R. Paparella, *Guidelines for building construction in the face of sustainable development and resource conservation*, in «Cities for the 21st Century», ICUPHD 97, Singapore, 1997, pag. 89

Materiali naturali o base: materiali che si trovano in natura e usati senza trattamenti, eccetto quelli meccanici come il taglio, la frantumazione e l'estrazione da cava.

Materiali lavorati dall'industria ed informi: prodotti che non hanno subito un'operazione prima della loro posa in cantiere, ma sono ottenuti da una lavorazione industriale di trasformazione.

Semifinished products: prodotti che hanno una forma ma possono avere usi differenti durante la fase di costruzione.

System semifinished products: per questi prodotti è in programma la modalità di assemblaggio per una specifica parte della costruzione del sistema tecnologico.

Semicomponent products: prodotti progettati e costruiti

System semicomponent products: prodotti progettati e costruiti per un uso specifico, dotati di particolari performance, costituito con supporti ed elementi di fissaggio. In questo caso sono dei sistemi reali.

Component products: prodotti progettati e costruiti per un uso specifico, che offrono performance differenti.

System component products: prodotti progettati e costruiti per un uso specifico, che offrono performance differenti, organizzati in modo da costituire un sistema complesso.

Valutazione del ciclo di vita; LCA (life cycle assessment): compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita degli elementi in ingresso e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali, di un sistema di prodotto.

Analisi dell'inventario del ciclo di vita; LCI (life cycle inventory analysis): fase della valutazione del ciclo di vita che comprende la compilazione e la quantificazione degli elementi in entrata e in uscita, per un prodotto nel corso del suo ciclo di vita.

Valutazione dell'impatto del ciclo di vita; LCIA (life cycle impact assessment): fase della valutazione del ciclo di vita orientata a comprendere e a valutare l'ampiezza e l'importanza dei potenziali impatti ambientali di un sistema di prodotto nel corso del ciclo di vita del prodotto.

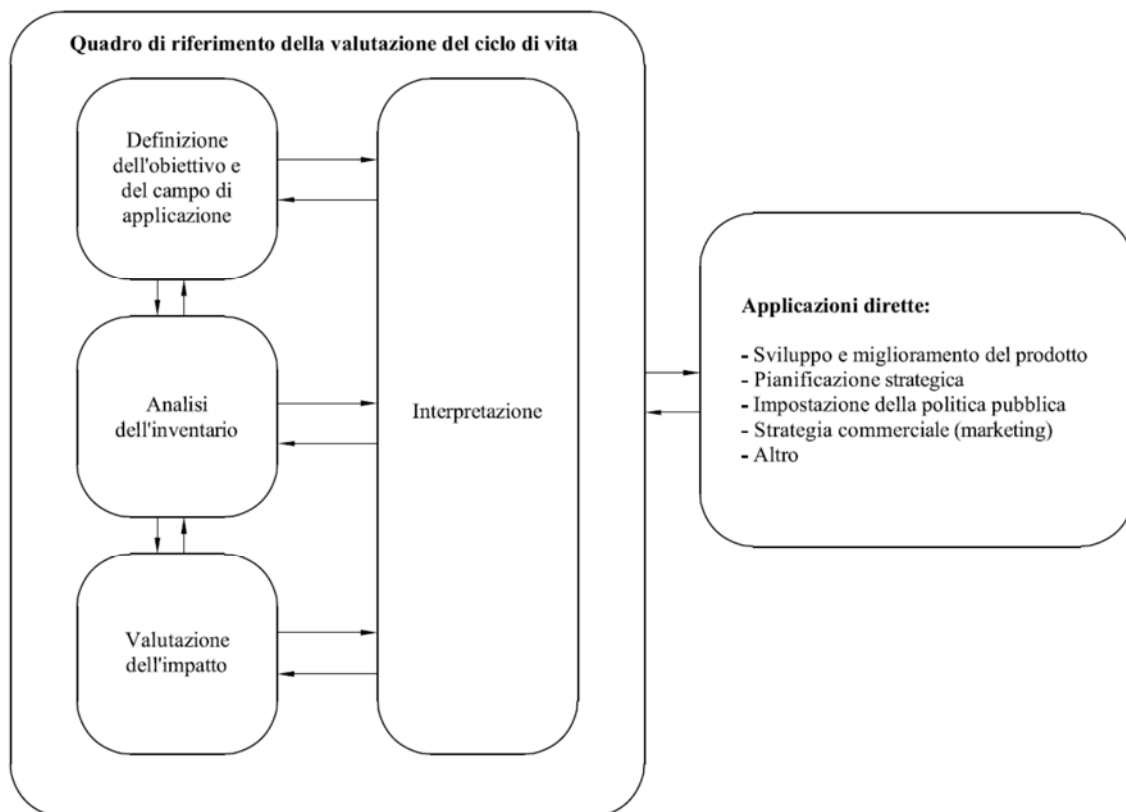


Fig. 1. Fasi dell'LCA. Fonte: UNI EN ISO 14040

4.2 The Building Life Cycle

L'analisi del ciclo di vita delle costruzioni è in accordo con il diagramma contenuto nella metodologia LCA (Life cycle assessment) espresso nelle ISO della serie 14000, che deve essere adattato al caso specifico^[6].

Lo strumento normativo che le aziende hanno a disposizione per migliorare la gestione ambientale delle proprie attività, prodotti e servizi è rappresentato dalle norme internazionali della serie ISO 14000. Le norme della serie 14000 sono state programmate con lo scopo di fornire:

- una guida pratica per la creazione o il miglioramento di un sistema di gestione ambientale;
- strumenti con i quali sia chi sta all'esterno sia chi opera internamente all'organizzazione può valutare gli aspetti specifici della propria gestione ambientale;
- mezzi consistenti e attendibili per dare informazioni sugli aspetti ambientali dei prodotti.

Tali norme sono elaborate da uno specifico Comitato Tecnico ISO, il TC 207, e sono adottate dal CEN a livello europeo. L'attività dell'ISO/TC 207 copre numerosi aspetti della gestione ambientale.

In prima istanza è possibile suddividere la serie ISO 14000 in norme per la gestione delle organizzazioni e norme per la gestione dei prodotti.

Tra le norme che si rivolgono alle organizzazioni:

- ISO 14001 ed ISO 14004: sistemi di gestione ambientale (SGA);
- serie ISO 14010: audit e auditor ambientali (sostituita dalla nuova ISO 19011 comune con i sistemi di gestione per la qualità);
- serie ISO 14030: indicatori per la valutazione della prestazione ambientale;
- ISO 14050: terminologia;
- ISO 14061: applicazione della ISO 14001 al settore forestale;
- futura ISO 14063: comunicazione ambientale.
- futura ISO 14064: applicazione delle ISO 14000 ai cambiamenti climatici.

Tra le norme per la gestione dei prodotti:

- serie ISO 14020: etichettatura ambientale;
- serie **ISO 14040**: valutazione del ciclo di vita del prodotto;
- ISO Guide 64: aspetti ambientali in norme di prodotto.
- ISO TR 14062: progettazione e sviluppo ambientale dei prodotti^[7].

5. LIFE: un progetto finanziario per l'ambiente

LIFE è un progetto finanziario che ha erogato un contributo a favore della Comunità Europea; sono stati stanziati, in tre fasi, quasi due miliardi di euro tra il 1992 e il 2004.

Il Regolamento CEE n. 1973/92 che istituiva tale strumento finanziario, è stato successivamente abrogato dal Regolamento CEE n. 1655/2000, dove venivano fissati i principi guida che i progetti finanziari devono rispettare.

Si voleva che tali contributi venissero stanziati per opere di interesse comunitario presentate da partecipanti affidabili su piano finanziario e tecnico. Tutti i progetti dovevano essere realizzabili sia dal punto di vista tecnico che di bilancio e costi-benefici.

Il progetto Life era diviso in tre correnti: Life Natura, Life Ambiente e Life Paesi terzi.

La prima di esse aveva l'obiettivo specifico di contribuire all'attuazione della direttiva comunitaria concernente la conservazione degli uccelli selvatici e di quella relativa alla conservazione degli habitat naturali.

Per quanto riguarda la corrente sull' Ambiente, l'obiettivo era quello di contribuire alla determinazione di tecniche e metodi innovativi per dei progetti che dovevano necessariamente dimostrare uno sviluppo sostenibile nella pianificazione del territorio. In particolare l'attenzione si focalizzava sulla pianificazione e gestione del territorio, gestione delle acque, sull' impatto delle attività economiche, la gestione dei rifiuti e sulla politica integrata dei prodotti (*«per ridurre l'impatto ambientale dei prodotti adottando una strategia per le fasi di produzione, distribuzione, consumo e trattamento al termine del ciclo di vita e promovendo lo sviluppo di prodotti rispettosi per l'ambiente»*^[8]).

Per quanto concerne la gestione di rifiuti voluminosi, ad esempio provenienti da attività di costruzione e demolizione si incoraggiava la *«presentazione di progetti di attività di demolizione selettiva e separazione alla fonte di rifiuti delle attività di costruzione. Life Ambiente sosterrà anche la trasformazione di materiali granuli provenienti da rifiuti di demolizione in calcestruzzo»*^[8].

La politica integrata dei prodotti mira a prendere in considerazione l'intero ciclo di vita dei prodotti. Già a partire dalla progettazione ecologica dei prodotti si tiene conto del loro ciclo di vita così da ridurre l'impatto ambientale sotto forma di materie prime e, nelle fasi di produzione, distribuzione, uso e trattamento sotto forma di rifiuti.

Infine l'ultimo tema, Life Paesi terzi, aveva *«l'obiettivo specifico di contribuire alla creazione di capacità e strutture amministrative necessarie nel settore dell'ambiente nonché per lo sviluppo di politiche e programmi d'azione nel settore dell'ambiente nei paesi terzi rivieraschi del Mediterraneo o del Baltico, diversi dai paesi dell'Europa centrale e orientale che hanno concluso accordi di associazione con la Comunità europea»*^[9].

Nel 2007 è stato successivamente emanato il Regolamento CEE n. 614, con validità fino al 2013, sempre riguardante lo strumento finanziario per l'ambiente (LIFE +).

Tra i criteri di ammissibilità dei progetti, oltre a quelli già citati nei precedenti regolamenti (interesse comunitario e fattibilità tecnico-economica), si richiedeva che fosse soddisfatto almeno un altro criterio tra:

a) sono progetti riguardanti le migliori pratiche o di dimostrazione destinati a dare attuazione alla direttiva 79/409/CEE o alla direttiva 92/43/CEE;

b) sono progetti innovativi o di dimostrazione attinenti ad obiettivi comunitari in materia di ambiente, compresi lo sviluppo o la diffusione di tecniche, know how o tecnologie finalizzati alla migliori pratiche;

c) sono campagne di sensibilizzazione e formazione specifica per gli agenti implicati alla prevenzione degli incendi boschivi;

d) sono progetti finalizzati alla definizione ed alla realizzazione di obiettivi comunitari connessi con il monitoraggio a lungo termine e su larga base, armonizzato o e completo, delle foreste e delle interazioni ambientali»^[10].

LIFE+ constava di tre componenti differenti dal vecchio LIFE: natura e biodiversità, politica e governance ambientali, informazione e comunicazione.

I beneficiari di tale contributo erano gli organismi, soggetti e istituzioni pubblici e/o privati.

Quest'ultimo Life ha cessato la sua validità nell'Aprile 2013 e vi è, attualmente in vigore, un nuovo progetto LIFE 2014, con validità fino al 2020, istituito dal Regolamento UE n. 1293/2013.

La dotazione finanziaria per l'attuazione del programma è pari a 3.456.655.000 di euro, così ripartita tra il Sottoprogramma Ambiente 2.592.491.250 di euro e il Sottoprogramma Azione per il clima 864.163.750 di euro.

Il sottoprogramma Ambiente prevede tre settori di azione prioritari:

- ambiente ed uso efficiente delle risorse
- natura e biodiversità
- gestione ambientale e informazione in materia ambientale

Il sottoprogramma Azione per il clima prevede tre settori prioritari:

- mitigazione dei cambiamenti climatici
- adattamento ai cambiamenti climatici
- gestione in materia climatica e informazione in materia di climatica

Il progetto Life Contribuirà allo sviluppo sostenibile ed al raggiungimento degli obiettivi della Europe Strategy 2020, del Settimo Union Environmental Action Programme e di altri piani e strategie europei per l'ambiente ed il clima.

I principali obiettivi del Programma sono:

- usare LIFE 2014-2020 come catalizzatore;
- migliorare lo sviluppo, l'attuazione della politica e della legislazione ambientale e climatica dell'Unione, catalizzare e promuovere l'integrazione degli obiettivi ambientali e climatici nelle altre politiche dell'Unione e, nella pratica, nel settore pubblico e privato;
- promuovere una migliore gestione;
- creare un collegamento specifico tra le priorità dell'Unione Europea: efficienza delle risorse, perdita della biodiversità, adattamento ai cambiamenti climatici e attenuazione dei loro effetti⁴.

⁴ Dichiarato sulla piattaforma dell'Open Innovation "Ricerca & Innovazione" alla voce LIFE 2014-2020.

Fonte: www.ricercaeinnovazione.it/fondi-europei

6. Casi studio

6.1 Recy house

Il The Belgian Building Research Institute (BBRI) ha costruito a partire dal 1996 fino al 2001, con il beneficio del supporto della Commissione Europea e nel rispetto dello strumento finanziario LIFE, uno dei primi casi sperimentali di edificio dimostrativo con materiali di riciclo di qualsiasi provenienza.



Fig. 2. In alto la foto di Recy House e in basso la planimetria, fuori scala, dove l'edificio viene messo in evidenza con un colore arancione. Fonte: www.recyhouse.be

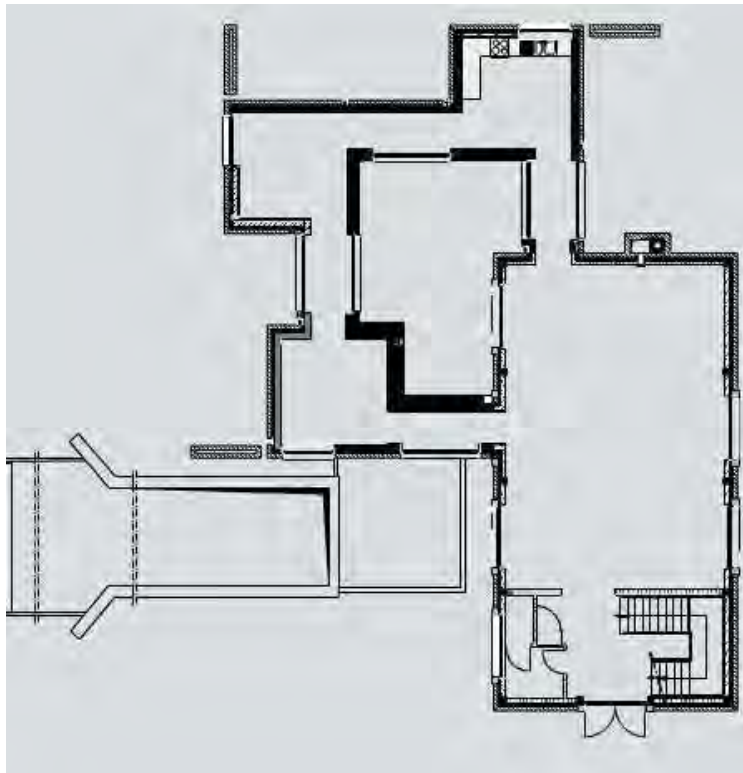


Fig. 3. In alto la planimetria, fuori scala, di Recy House con evidenziati in blu i percorsi eterni e il giardino; in basso la pianta del piano terra. Fonte: www.recyhouse.be

L'edificio è costituito da un corpo principale rettangolare, adibito a sala conferenze, e tre piccoli locali interconnessi che generano un cortile interno.

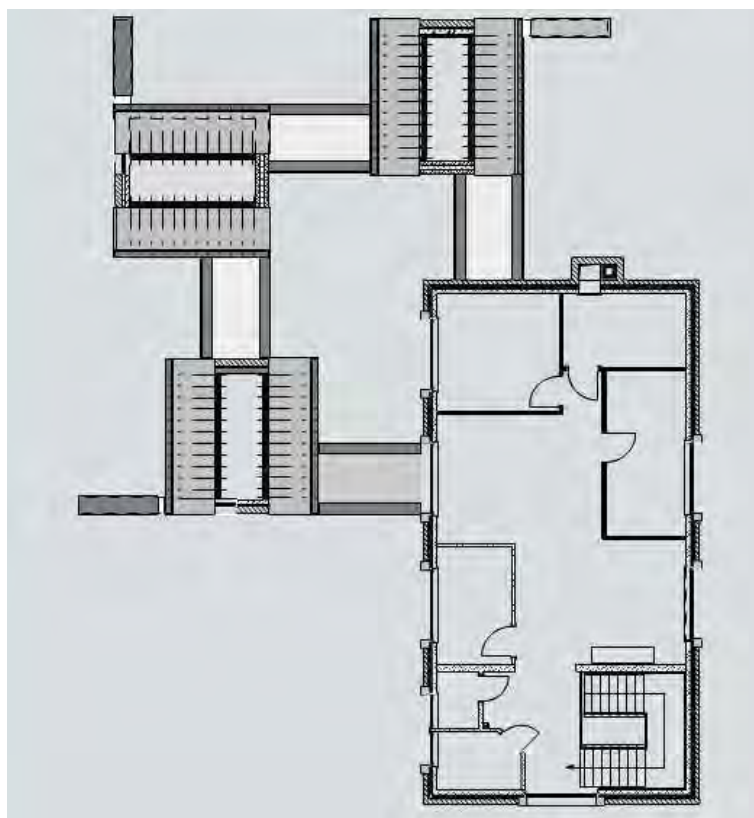
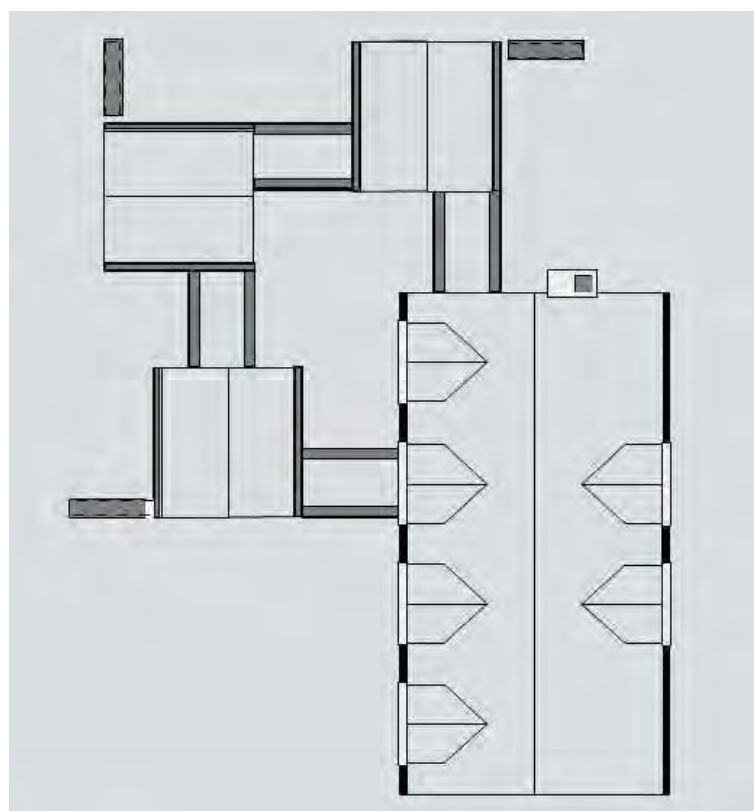


Fig. 4. In alto pianta primo piano, fuori scala, di Recy House e in basso la pianta della copertura.

Fonte: www.recyhouse.be



6.1.1 Tecnologia Costruttiva

Questo edificio integra una percentuale molto elevata di nuovi materiali e prodotti sia da rifiuti riciclati da costruzione e demolizione di edifici e lavori di ingegneria civile, che dalla valorizzazione di rifiuti o sottoprodotti provenienti da altri settori industriali.

Le materie prime secondarie utilizzate sono provenienti da un processo di trattamento di rifiuti industriali e non da materiali di recupero (come travi in legno riutilizzati, piastrelle, ecc).

Il progetto è stato realizzato rispettando tutte le tappe abituali nella costruzione di un nuovo edificio, dalla elaborazione dei piani fino alla creazione effettiva dell'edificio. Questo includeva i dintorni dell'edificio e le strade d'accesso, che sono stati concepiti e creati con prodotti a base di materiali riciclati.

L'edificio è stato progettato con una struttura portante a telaio e quindi tutte le pareti, comprese le facciate, possano essere rimosse senza danneggiare la stabilità dell'insieme.

Questo approccio ha consentito la messa a punto di una vasta gamma di prodotti molto diversi e ha inoltre consentito la possibilità in futuro di sostituire, con pochi problemi, un prodotto da un altro qualora il materiale originale dovesse rivelarsi non idoneo.

Per scopi educativi è stato apposto su ogni materiale un numero che fa riferimento ad una scheda tecnica del prodotto (alcune sono disponibili sul sito dedicato: www.recyhouse.be); inoltre in alcuni punti dell'edificio sono stati lasciati a vista dei dettagli costruttivi con l'obiettivo di illustrare l'applicazione dei materiali riciclati impiegati nella costruzione. Quando questa procedura non è tecnicamente fattibile (ad esempio nelle coperture per ragioni di impermeabilità), viene posto nelle vicinanze un modello rappresentativo costituito da una sezione trasversale dell'elemento in cui si possono osservare i diversi materiali costituenti l'elemento.



Fig. 5. Dettaglio di una partizione interna verticale al livello superiore che mette in evidenza l'isolamento di polietilene riciclato. Fonte: www.recyhouse.be

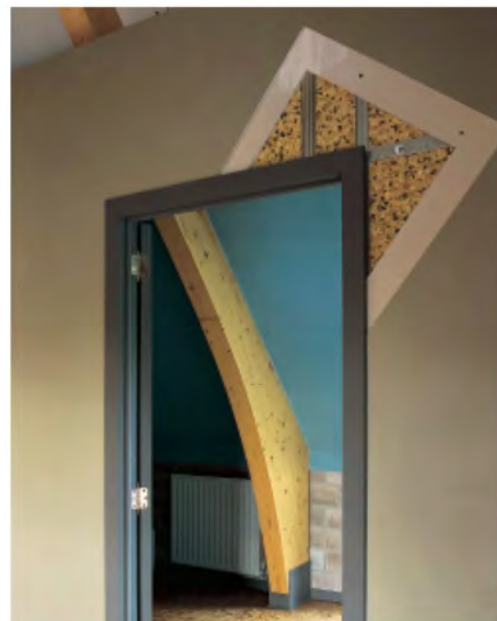


Fig. 6. Dettaglio di una partizione interna verticale al livello superiore; in primo piano vi sono pannelli di cartongesso con isolante riciclato in polietilene espanso. Fonte: www.recyhouse.be



Fig. 7. Modello di un solaio che mostra lo strato sotto il massetto in poliuretano di scarto, il massetto in poliuretano e cemento ed infine la finitura costituita da due pannelli di legno con diversa rigidità. Fonte: www.recyhouse.be

Lo studio è iniziato attraverso l'elaborazione di un inventario dei vari materiali e si è deciso di scegliere preferenzialmente materiali fabbricati da prodotti che hanno già avuto "primo uso". Quando non esistevano tali prodotti per una specifica applicazione si sono utilizzati altri prodotti con un contenuto minore di materiale riciclato. Per quanto riguarda i prodotti "tradizionali" come acciaio e calcestruzzo, non sono state

redatte delle schede tecniche, come per gli altri prodotti, ma si sono forniti dei dati nel tentativo di spiegare come i rifiuti vengono integrati nel loro processo di produzione.

La grande quantità di prodotti scelti da utilizzare nella costruzione (circa 150) ha fatto in modo che dovesse essere cambiato il progetto iniziale. Infatti l'edificio previsto inizialmente era una casa unifamiliare con copertura a due falde, ma a causa delle sue dimensioni non dava la possibilità di inserire tutti i prodotti dimostrativi scelti.

Per tale ragione è stato realizzato un edificio che conserva le caratteristiche di una residenza, ma con l'aggiunta di tre pertinenze annesse e connesse tra loro da una galleria che circonda un patio centrale.

Queste modifiche hanno permesso di aumentare il numero di falde del tetto, le pareti esterne e di utilizzare materiali diversi per una stessa applicazione.



Fig. 8. Vista del patio di connessione tra l'edificio principale e gli annessi. Si trova una pavimentazione drenante in lastre di gomma riciclata, pareti perimetrali esterne con blocchi di terracotta e polistirolo espanso di scarto, copertura rivestita in plastica riciclata.

Fonte: www.recyhouse.be

L'edificio Recyhouse è organizzato sui seguenti livelli:

- piano interrato: una cantina tra cui una sala cantina e una grande cantina (non accessibile durante le visite), che ospita la sala caldaia, l'unità di ventilazione e serve a memorizzare materiali riciclati
- piano terra: l'ingresso, i bagni e una grande sala destinati a riunioni e conferenze; quest'ultimo dà accesso alla tre edifici annessi (costruiti su spazi ventilati), uno dei quali è definito come una cucina
- primo piano: presentato come un appartamento, con ingresso, bagno, soggiorno-sala da pranzo, ufficio, due camere da letto e una piccola stanza che funge da zona stoccaggio (non accessibile durante le visite).

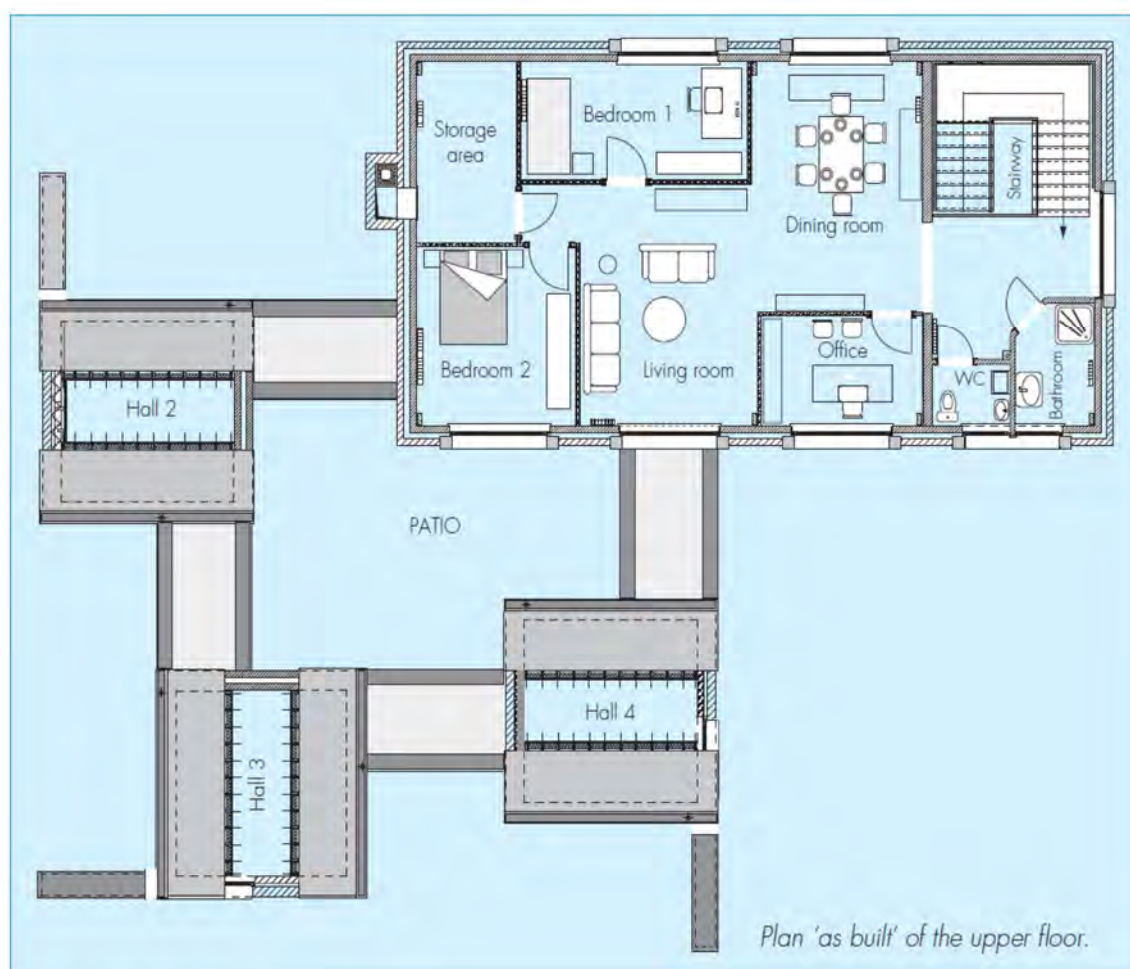


Fig. 9. Pianta del piano terra arredata, fuori scala. Fonte: www.recyhouse.be

L' applicazione di materiali riciclati, nel caso studio qui riportato, la ritroviamo ad esempio nella copertura della costruzione, la quale è ricoperta di piastrelle a base di plastiche di uso domestico, carta e tessuti, ricoperte. Nel primo edificio annesso le

tegole provengono da scarti di pneumatici, nel secondo esse sono costituite da cartone ondulato impregnato di bitume.



Fig. 10. Vista degli edifici annessi in costruzione: a sinistra si nota una copertura con plastica riciclata, mentre a destra con giornali saturati con bitume.

Fonte: www.recyhouse.be

I telai delle finestre sono dotati di un nucleo di polivinile riciclato e il telaio è costituito da elementi di forma cava, provenienti da vetri smerigliati, e resine.

Il calcestruzzo in facciata è costituito da granulati con elementi in acciaio inossidabile e granulati più fini di vetro smerigliato provenienti da schermi di computer.

Le tavole di bordo sono realizzate in lana di roccia compressa riciclata e i pluviali in zinco riciclato.

La struttura portante è in calcestruzzo riciclato e i muri sono costituiti da blocchi di materiale frantumato proveniente da demolizioni e di detriti di cemento bianco.



Fig. 11. Vista della cantina: scala in cemento riciclato con rivestimento dello strato inferiore in PVC riciclato; parete (a sinistra) in blocchi d cemento con scorie di acciaio, parete di fondo in blocchi di terracotta. La pavimentazione è costituita da plastica riciclata e sul soffitto si trova dell'isolamento spray in lana di vetro riciclata. Fonte: www.recyhouse.be

I materiali e i prodotti utilizzati per la realizzazione dell'edificio sono stati catalogati e ad ognuno è stato associato un numero. Vengono riportati qui di seguito le tabelle fornite sul sito dedicato in cui vengono elencati i tipi di prodotti utilizzati ed in grigio vengono riportati quei materiali utilizzati che però non sono riciclati.

| | | | | |
|---------------------------|------|----------------------------------|------|--------------------------|
| <i>Abbreviations used</i> | EPDM | Ethylene Propylene Diene Monomer | LDPE | Low-density polyethylene |
| | OSB | Oriented Strand Board | PP | Polypropylene |
| | PE | Polyethylene | PSE | Expanded polystyrene |
| | HDPE | High-density polyethylene | PUR | Polyurethane |

NB : products printed in grey in this table are not recycled products.

| N° | TYPE OF PRODUCT | COMPOSITION | BRAND |
|------|------------------------|---|---|
| 101 | Decorative panel | Fibres from coffee bags incorporated into the surface of laminates | Print HPL Fiber 1087 (Abet Laminati) |
| 102 | Decorative panel | Wastes of laminated panels impregnated with resins | Tefor (Abet Laminati) |
| 201 | Floor covering | Fibres from coffee bags incorporated into the surface of laminates | Parqcolor Fiber 1038 (Abet Laminati) |
| 301 | Panel for screed | Recycled paper + straw and additives. Finishing : OSB | Pan-Terre + OSB (Acoustix) |
| 302 | Insulating panel | Recycled paper + straw and additives. Finishing : cardboard-plaster sheet | Pan-Terre + Plâtre (Acoustix) |
| 303 | Panel | Recycled paper + straw and additives | Pan-Terre Nature (Acoustix) |
| 401 | Insulating panel | Wastes of PUR foam + binding agent | Agglofoam (Agglorex) |
| 501 | Garden furniture | Wastes of reconstituted stone and marble | Alchemia |
| 602 | Waterproofing membrane | Recycled PVC | Alcorplan 35177 (Alkor Draka) |
| 603 | Waterproofing membrane | Recycled PVC | Alcorplan 35179 (Alkor Draka) |
| 701 | Granulate | Crushed concrete and masonry | ABR |
| 801 | Roof covering | Recycled gum and synthetic materials | Ardésia REC (BNF) |
| 901 | Stairway step | Crushed marble + cement-based additives | Bomarbre - Marbralys |
| 1001 | Masonry block | Granulates of incineration slag 0/10 mm (43 or 67 %) | Bruxelles Propreté - Net Brussel |
| 1101 | Sound insulation | Recycled PUR + cork and binding agent | Regupol 4515 (B-Tech) |
| 1102 | Floor covering | Recycled rubber + EPDM granulates and binding agent | Regupol Ever-Roll (B-Tech) |
| 1103 | Floor covering | Lower layer : recycled rubber and binding agent. Surface : EPDM | Regupol Soft-Stone (B-Tech) |
| 1201 | Ballasting | Blast furnace slag (EAF) | Carstone (Cockerill Sambre) |
| 1301 | Gutter | Recycled HDPE (50 %) + PP (50 %) coming from bottle crates | Recyfix (Collinet Assainissement) |
| 1302 | Grass slab | Recycled HDPE (50 %) + PP (50 %) coming from bottle crates | Recyfix - Alveovert (Collinet Assainissement) |
| 1401 | Grass slab | Recycled PE | Geoblok (De Neef Conchem) |
| 1402 | Facade element | Micro-beads of recycled silica (96 %) + resin | Sto Decoprofil (De Neef Conchem) |
| 1403 | Facade panel | Recycled glass (96 %) + binding agent and fibreglass | StoVerotec - Trägerplatte (De Neef Conchem) |
| 1501 | Masonry block | Concrete with fines (< 1 mm) of non-ferrous metal slags | Betogrid (De Rijcke Gebroeders) |
| 1601 | Window sill | Core in recycled PVC | Decoboard (Deceuninck) |
| 1602 | Panelling for wall | Core in recycled PVC | Decor Nordica Mur (Deceuninck) |
| 1603 | Panelling for ceiling | Core in recycled PVC | Decor Nordica (Deceuninck) |
| 1604 | Grooved board | Recycled plastics | Deceuninck |
| 1801 | Masonry block | Granulates of stainless steel slag (15 %), ground screen glass (5 %) and flint (30 %) | Direct Bloc Gubbels |
| 1802 | Masonry block | Granulates of slag from electric power stations (60 %) | Direct Bloc Gubbels |
| 1803 | Masonry block | Granulates of stainless steel slag (100 %) | Direct Bloc Gubbels |
| 1901 | Grass slab | Recycled HDPE (99 %) | Ecogreen (Eloy et fils) |

| N° | TYPE OF PRODUCT | COMPOSITION | BRAND |
|------|-----------------------|---|--|
| 2001 | Roof covering | Household wastes : PE (40 %), PP (20 %), PSE (20 %), paper and textile (20 %) | Eurolei (Emveka) |
| 2002 | Tile | Household wastes : PE (40 %), PP (20 %), PSE (20 %), paper and textile (20 %) | Europan (Emveka) |
| 2003 | Grass slab | Recycled household plastic wastes | Grasdal (Emveka) |
| 2101 | Siding | Recycled gum and synthetic materials | Ardésia BT (Euro Bati Concept) |
| 2102 | Siding | Recycled gum and synthetic materials | Ardésia REC (Euro Bati Concept) |
| 2201 | Plaster block | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) | Promonta Normal (Fabribeton-Promonta) |
| 2301 | Panel for screed | Recycled paper (20 %) + gypsum | Estrich Fermacell (Fels) |
| 2302 | Wall panel | Recycled paper (20 %) + gypsum | Fermacell (Fels) |
| 2401 | Floor covering | Lower layer in recycled PVC | Forum Comfort (Gerflor) |
| 2402 | Floor covering | Lower layer in recycled PVC | Metallica Comfort (Gerflor) |
| 2403 | Floor covering | Lower layer in recycled PVC | Millenium (Gerflor) |
| 2404 | Stairway covering | Lower layer in recycled PVC | Tarastep (Gerflor) |
| 2501 | Sprayed insulation | Recycled glass wool | Pistolaine (Gisol-Norme) |
| 2501 | Insulation | Recycled glass wool | Gisolaine (Gisol-Norme) |
| 2601 | Slab | Recycled tyres | Granuflex (Granuband) |
| 2701 | Sub-roof | Wood wastes (sawmills) + binding agent | Gutex Multiplex Top (Gutex Holzfaserplattenwerk) |
| 2702 | Insulating panel | Wood wastes (sawmills) + binding agent | Gutex Thermosafe (Gutex Holzfaserplattenwerk) |
| 2703 | Insulation | Flax fibre wastes (85 %) | Natilin (Gutex Holzfaserplattenwerk) |
| 2801 | Partition panel | Sulphogypsum (**), recycled cardboard and gypsum | Gyproc A sur Metal Stud (Gyproc Benelux) |
| 2802 | Ceiling panel | Sulphogypsum (**), recycled cardboard and gypsum | Gyproc A sur Plagyp (Gyproc Benelux) |
| 2803 | Ceiling panel | Sulphogypsum (**), recycled cardboard and gypsum | Gyproc A sur Vertebra (Gyproc Benelux) |
| 2804 | Ceiling panel | Sulphogypsum (**), recycled cardboard and gypsum | Gyproc A sur Metal Stud (Gyproc Benelux) |
| 2805 | Ceiling coating | Sulphogypsum (**) | Sprylith + Gypsal (Gyproc Benelux) |
| 2901 | Masonry block | Recycled PE + clay and inert materials | Hexabloc (Hanson Desimpel) |
| 2902 | Masonry block | Recycled PE + clay and inert materials | Porovit (Hanson Desimpel) |
| 3001 | Masonry block | Granulates of crushed concrete and masonry | Maro R (Hard AG) |
| 3101 | Insulating panel | Recycled newspaper + binding agents | Homatherm |
| 3201 | Frame | Core of the profiles in recycled PVC | Trocal 900 (HT Troplast) |
| 3301 | Draining panel | Recycled PE foam (96 %) covered with a filtering mat | Recydrain (Insulco) |
| 3302 | Grass slab | Recycled HDPE (100 %) | Ritter (Insulco) |
| 3401 | Concrete | Granulates 7/20 of crushed concrete and masonry | Inter-Béton |
| 3501 | Sound insulation | Rubber in foam form + binding agent | Accorub (Isola) |
| 3502 | Slab | Mineral granulates bound by a prepolymer | Ambi-Stone Aqua (Isola) |
| 3503 | Slab | Mineral granulates bound by a prepolymer | Ambistone B (Isola) |
| 3505 | Insulation for screed | Pellets of recycled PUR + additives | Rubsonor (Isola) |
| 3506 | Insulation for screed | Pellets of recycled PUR + additives | Thermogran Acoustic (Isola) |
| 3507 | Mortar for screed | Pellets of recycled PUR (90 %) + cement and additives | Thermogran Floor (Isola) |
| 3508 | Mortar for flat roof | Pellets of recycled PUR (90 %) + cement and additives | Thermogran Roof (Isola) |
| 3602 | Panel | Sulphogypsum (75 %) (**) and recycled cardboard (5 %) + gypsum | Isomur + Hyromur (Isolava) |
| 3701 | Sub-roof | Sawmill offcuts + bitumen | Celit 4D (Isoproc) |

| N° | TYPE OF PRODUCT | COMPOSITION | BRAND |
|------|-------------------------|---|---|
| 3702 | Heat insulation | Recycled newspaper | Isofloc (Isoprocc) |
| 3703 | Vapour barrier | Recycled newspaper + fibreglass reinforcement | Pro clima (Isoprocc) |
| 3801 | Insulation | Wool based on glazing waste | Mupan Façade (Isover) |
| 3902 | Screed | Anhydrite (gypsum waste) + binding agent based on inorganic materials | FE 50 (Knauf) |
| 3903 | Screed | Anhydrite (gypsum waste) + binding agent based on inorganic materials | FE 80 (Knauf) |
| 3904 | Ceiling coating | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) | Fix & Finish (Knauf) |
| 3905 | Ceiling coating | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) | Goldband (Knauf) |
| 3906 | Equalisation for screed | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) | Knauf |
| 3907 | Ceiling coating | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) | MP2 (Knauf) |
| 3908 | Ceiling coating | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) | MP75 (Knauf) |
| 3909 | Panel | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) + cardboard | Knauf |
| 3910 | Sound panel | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) + cardboard + thin layer of fibreglass | Knauf |
| 4001 | Panel | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) + recycled paper + recycled PSE | Pregyfalite (Lafarge Plâtres) |
| 4002 | Panel | Phosphogypsum and sulphogypsum (**) + recycled paper | Pregymetal (Lafarge Plâtres) |
| 4101 | Slab | Recycled PVC | Lock-Tile |
| 4201 | Pipe | Recycled PVC (central layer) | Ecomar (Martens Kunststoffen) |
| 4301 | Sidewalk | Crushed asphalt | Melin |
| 4302 | Backfills | Crushed concrete debris | Melin |
| 4401 | Slab | Recycled gum | Remapur (Milieu Planning) |
| 4402 | Paving stone | Recycled gum | Rephouse Decoflex (Milieu Planning) |
| 4403 | Slab | Recycled gum (100 %) | Rephouse Neoflex (Milieu Planning) |
| 4501 | Roof covering | Recycled plastic materials | Cyclobiber (Multiport Recycling) |
| 4601 | Roof covering | Fibres of recycled paper and cardboard (43 %) + bitumen and mineral fillers | Onduline HR (Onduline) |
| 4602 | Siding | Fibres of recycled paper and cardboard (43 %) + bitumen and mineral fillers | Onduline Miniprofile (Onduline) |
| 4701 | Draining block | Recycled plastic bottles and films | Stabilobloc (P.E.T. Recycling) |
| 4801 | Floor panel | Wood fibres | Pavafloor NK-TS (Pavatex Benelux) |
| 4802 | Panel for screed | Wood industry wastes | Pavapor (Pavatex Benelux) |
| 4803 | Insulating panel | Wood industry wastes | Pavatherm (Pavatex Benelux) |
| 4804 | Floor panel | Wood fibres | Pavafloor NK (Pavatex Benelux) |
| 4805 | Floor panel | Wood fibres | Pavastep (Pavatex Benelux) |
| 4901 | Waterproofing membrane | Recycled bitumen (a few %) + bitumen | Derbigum ARTE (Performance Roof Systems) |
| 4902 | Waterproofing membrane | Recycled bitumen (a few %) + bitumen, glass fibre mat and polyester mat | Derbigum SP-FR (Performance Roof Systems) |
| 4903 | Waterproofing membrane | Recycled bitumen (a few %) + bitumen | Derbicoat (Performance Roof Systems) |
| 5001 | Mortar for screed | PSE from recycled packaging + vermiculite, cement and additives | Isobet (Pirobouw) |
| 5002 | Mortar for flat roof | PSE from recycled packaging + vermiculite, cement and additives | Pirotherm (Pirobouw) |
| 5003 | Insulation for screed | Recycled tyres (10 %) + bituminous emulsion | Sonopan (Pirobouw) |
| 5004 | Mortar for screed | PSE from recycled packaging + vermiculite, cement and additives | Styrobot (Pirobouw) |
| 5005 | Mortar for screed | PSE from recycled packaging + vermiculite, cement and additives | Vermeton (Pirobouw) |
| 5101 | Insulating panel | Cellular glass (66 % recycled windscreen) | Foamglas T4 (Pittsburgh Corning Europe) |

| N° | TYPE OF PRODUCT | COMPOSITION | BRAND |
|-------|-----------------------|--|---|
| 5201 | Panel | Recycled flax | Platec |
| 5301 | Pipe | Recycled PVC (central layer) | Renofort (Polva Pipe Life) |
| 5401 | Insulating panel | PUR foam waste + binding agent | Recfoam (Recticel International) |
| 5402 | Insulation for screed | PUR foam waste + binding agent | Recphone (Recticel International) |
| 5501 | Backfills | Crushed concrete and brick debris | Recymex |
| 5601 | Masonry block | Limestone cutting sludges (5 %) and sawdust (10 %) + clay | Thermobloc (Recywall) |
| 5701 | Panel | Recycled rock wool | Rockpanel GT (Rockwool Lapinus) |
| 5702 | Insulation | Rock wool (partly recycled) | Rockwool 133 (Rockwool Lapinus) |
| 5703 | Insulation | Rock wool (partly recycled) | Rockwool 433 (Rockwool Lapinus) |
| 5704 | Heat insulation shell | Rock wool (partly recycled) | Rockwool 810 (Rockwool Lapinus) |
| 5705 | Panel | Recycled rock wool | Rockwool Taurox C (Rockwool Lapinus) |
| 5801 | Ceiling panel | Rock wool (75 % recycled) | Rockfon Standard Opal (Rockwool Rockfon) |
| 5901 | Profile | Recycled PVC | Dilex (Schlütersystems) |
| 5902 | Draining mat | PE | Troba (Schlütersystems) |
| 6001 | Screed | Sand and anhydrite | Seghers - Setisol |
| 6002 | Mortar for screed | Expanded cork + rice peels + bituminous binding agent | Setisol (Seghers - Setisol) |
| 6101 | Panel | Expanded perlite + mineral fibres + binding agent | Fesco Board (Sitek Thermal Ceramics Benelux) |
| 6201 | Panel | Wood wastes (80 %) + adhesive and additives | Durélis / Populair (Spano) |
| 6202 | Panel | Wood wastes (80 %) + adhesive and additives | Naturspan-O (Spano) |
| 6203 | Panel | Wood wastes (67 %) + adhesive, additives and fire-resistant agent | Spano Antivlam (Spano) |
| 6204 | Panel | Wood wastes (82 %) + adhesive and additives | Spano Standard E1 (Spano) |
| 6205 | Panel | Wood wastes (80 %) + adhesive and additives | Spano V313 (Spano) |
| 6301 | Pipe | Recycled PVC (central layer) | Wavin Ultra-3 (Storama) |
| 6401 | Panel | Drink cartons | Tectan (Tetra Pak) |
| 6501 | Slab | Recycled PVC | Incasol (Themco) |
| 6601 | Slab | Recycled PVC | Incafloor (Tricyclon) |
| 6701 | Rainwater downpipe | Recycled laminated zinc | Umicore |
| 6801 | Ceiling panel | Mineral wool (30 to 40 % recycled) + mineral fillers and binding agent | Olympia II Micro (USG) |
| 6901 | Paving stone | Lower layer : concrete with crushed demolition debris (50 %) | Ecoton (V.D. Bosch Beton) |
| 7001 | Heat insulation | Recycled flax | Iso-Flach (Waldvierler Flachs-Verarbeitung Reg.Gen.) |
| 7101 | Window sill | Recycled PVC + chalk and stabilisers | Wymar International |
| 7201 | Slab | Lower layer : concrete with crushed demolition debris (50 %) | Dreentegels (Zootjens Beton) |
| 7202 | Slab | Lower layer : concrete with crushed demolition debris (50 %) | Milieutegels (Zootjens Beton) |
| 7401 | Slab | Recycled rubber and binding agent | Govaflex (Govaerts Recycling) |
| 7402 | Grooved board | Recycled plastics | Govaflex (Govaerts Recycling) |
| 20101 | Steel | Recycled scrap iron (50 %) | Centre belgo-luxembourgeois d'information sur l'acier |
| 20201 | Glass | Cullet (a few %) (*) | Institut National du Verre |
| 20301 | Paint (undercoat) | Grasses | Biofa (Kleur en Interieur) |
| 20302 | Paint | Casein | Kleur en Interieur |
| 20303 | Paint | Sludge | Wabi (Kleur en Interieur) |
| 20304 | Paint | Chalk | Edwards (Kleur en Interieur) |
| 20305 | Paint | Lime | Corical (Kleur en Interieur) |
| 20306 | Paint | Fish glue | Kleur en Interieur |

| N° | TYPE OF PRODUCT | COMPOSITION | BRAND |
|-------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| 20307 | Paint | Silicate | Keim (Kleur en Interieur) |
| 20308 | Surface treatment | Hard oil | Biofa (Kleur en Interieur) |
| 20309 | Paint | Eggs | Tempera (Kleur en Interieur) |
| 20310 | Paint | Emulsion based on linseed oil, casein, chalk, talc, ... | Biofa (Kleur en Interieur) |
| 20312 | Paint | Baked Finnish meal | Kleur en Interieur |
| 20313 | Paint | Baked linseed oil | Kleur en Interieur |
| 20314 | Surface treatment | Wax | Kleur en Interieur |
| 20315 | Paint | Sand | Kleur en Interieur |
| 20321 | Paint | Acrylic emulsion | Farrow en Ball (Kleur en Interieur) |
| 20322 | Paint (undercoat) | Sand | Kleur en Interieur |
| 20401 | Ventilator | | Invisivent (Renson) |
| 20501 | Sandwich panel | Wood covered with expanded PUR | Unipur Span 70/100 (Unilin) |
| 30005 | Impermeability | | |
| 30008 | Leading | | |
| 30009 | Profile | Metal | Metalstud |
| 30010 | Framework | Wood | |
| 30012 | Coating | Cementing | |
| 30013 | Lathing for roof tile | Wood | |
| 30014 | Counter-lathing | Wood | |
| 30015 | Rafter | Wood | |
| 30016 | Reinforcement | Glass fibre mat | |
| 30018 | Slope concrete | | |
| 30019 | Adhesive varnish | | |
| 30025 | Equalisation | | |
| 30027 | Surface treatment | Oil | |
| 30028 | Surface treatment | Parquet sealer | |

(*) Cullet : glass intended for recycling.
(**) Sulphogypsum : residue from the desulphurisation of flue gases with lime.
Phosphogypsum : waste from the production of phosphate fertilisers.

Si riscontra la presenza di un gran numero di finiture e di isolanti diversi costituiti da materiali da riciclo. Si vuole però focalizzare l'attenzione sugli elementi tecnici con funzione portante dell'edificio e le diverse tipologie di blocchi per murature utilizzati:

- con aggregato proveniente da scorie da inceneritore 0/10 mm (43 o 67%);
- di cemento con scorie metalliche non ferrose fini (< 1mm);
- con aggregato di scorie di acciaio inossidabile (15%), polvere di vetro da schermo (5%) e selce (30%);
- con aggregato di scorie da centrale elettrica (60%);
- con aggregato di scorie di acciaio inossidabile (100%);
- di polietilene riciclato, sabbia e inerti;
- con aggregato da frantumazione di calcestruzzo e laterizio;
- di argilla calcarea (5%), segatura (10%) e sabbia.

Per quanto riguarda il calcestruzzo utilizzato vengono date indicazioni sulla tipologia di aggregato proveniente dalla frantumazione di calcestruzzo e laterizio.

6.2 Sede SAVNO a Conegliano Veneto



Fig. 12. Foto della nuova sede SAVNO.

Fonte: www.savnoservizi.it

La nuova sede di Savno è sorta a Conegliano, in Via Maggiore Piovesana 158/B che, in linea con la propria attività di tutela ambientale, costituisce un eco-edificio particolarmente innovativo, ispirato ai più rigorosi criteri della bioarchitettura: dalla progettazione, alla scelta dei prodotti riciclati o riciclabili, alle soluzioni impiantistiche all'avanguardia per quanto riguarda la sostenibilità ambientale, al risparmio energetico e all'utilizzo di fonti rinnovabili.

Le finalità chiave del progetto di realizzazione della nuova sede possono essere così schematizzate:

- sostenibilità come parametro base dell'intervento, delle modalità costruttive, dei materiali utilizzati e dell'uso delle risorse energetiche ma anche azioni e usi consapevoli in merito all'impiego di acqua ed energia e alla gestione dei rifiuti;
- semplificazione formale: la struttura semplice e compatta dell'edificio e l'utilizzo di materiali provenienti dalla raccolta differenziata permettono la comprensione immediata del valore "etico" ed "ecologico" dell'edificio;
- impatto armonico con il contesto territoriale ed urbano;
- standard verde elevato per particolare cura nella progettazione e collocazione di aree verdi;
- accessibilità come garanzia socio-relazionale di uno spazio in cui ci si reca per ricevere informazione e dove vengono erogati fondamentali servizi per la collettività^[8].

Esempi di applicazioni di tali principi, li ritroviamo in alcune accortezze prese:

- armatura della platea realizzata con l'innovativo sistema Bamtec che permette di costruire solette in C.A. monolitiche bidirezionali altamente resistenti ai sismi;

- strutture portanti realizzate con doppio telaio in acciaio, materiale riciclato e riciclabile all'infinito, non dannoso per l'uomo e con una trasmittanza inferiore ai 0,16 WMq/K;
- speciali fogli in poliestere riciclato da recupero di bottiglie provenienti dalla raccolta differenziata per l'isolamento sia termico che acustico. Si tratta di una fibra di poliestere altamente fono e termoisolante, termolegata quindi priva di resine leganti e colle, autoestingente senza la produzione di fumi tossici in caso di incendio;
- pannelli in legno-cemento utilizzati per il tamponamento realizzati utilizzando gli scarti delle segherie e cemento Portland. Gli stessi sono riciclabili al 100% e la loro produzione richiede pochissima energia. Hanno un'alta resistenza agenti atmosferici e incombustibili;
- infissi delle finestre e delle porte in alluminio per essere un domani completamente riciclabili;
- isolamento dei pavimenti in fibra di cellulosa realizzata utilizzando i quotidiani riciclati trattati per renderli termofuganti o tappi di sughero riciclati. Si tratta di un materiale assolutamente naturale e con ottime caratteristiche isolanti, non brucia, non produce fumi, richiede poca energia per essere prodotto e può essere riciclato all'infinito (nel caso della carta) o rigenerato (nel caso del sughero);
- rivestimenti esterni in sughero, materiale naturale, traspirante, isolante, ignifugo, resistente alle muffe, elastico, prodotto con sistemi che non richiedono energia e da fonti rinnovabili poiché l'albero da cui viene tolto lo rigenera autonomamente. Il sughero utilizzato proviene da scarti di lavorazione;
- intonaco in grado di purificare l'aria in quanto cattura le polveri sottili.

La sede di Savno è inoltre un edificio ecologicamente responsabile anche dal punto di vista energetico. Al fine di ridurre i consumi energetici, l'edificio è stato progettato in modo da risultare un involucro semplice e compatto per ridurre ogni dispersione di calore.

Inoltre l'edificio è dotato di un impianto geotermico che garantisce il riscaldamento e il raffrescamento ad emissioni zero.

Oltre a ciò sul tetto dell'edificio è stato realizzato un giardino pensile utilizzando anche il compost proveniente dalla raccolta differenziata che, oltre a concorrere al

raggiungimento di elevati standard per quanto attiene l'isolamento termico, la climatizzazione e la regimentazione delle acque piovane, consente di ricucire il sistema delle aree verdi urbane che si fa sempre più frammentato. L'acqua piovana raccolta sul tetto, una volta filtrata e depurata, è utilizzata al 70% per gli scarichi wc, mentre il rimanente 30% viene utilizzato per bagnare il giardino pensile, mantenendo così costanti le caratteristiche di isolamento termoacustico dello stesso^[8].

Particolare cura è stata riposta anche nella progettazione degli interni che, in linea con i criteri di costruzione dell'intero edificio, sono stati pensati con caratteristiche e materiali ecologici e "poveri".

L'intento è quello di diffondere presso la collettività la cultura del recupero e del riuso, e di illustrare concretamente i risultati che si possono ottenere attraverso il reimpiego delle risorse nei processi produttivi che danno nuova vita ai materiali.

6.2.1 Prodotti e tecnologie utilizzate

Prodotto: Bamtec

Utilizzo: armatura solette

Tipologia di armatura a flessione che permette di costruire solette in cemento armato monolitiche bidirezionali resistenti ai sismi.



Fig. 13. Applicazione del prodotto Bamtec.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Prodotto: Cetrìs

Utilizzo: pannelli di tamponamento

Pannelli che fanno parte del tamponamento realizzati con una miscela di materiali biocompatibili: legno riciclato e cemento Portland. Riciclabili al 100%. La loro produzione richiede pochissima energia. Altamente traspiranti, resistenti alle intemperie, fono e termoisolanti.

Utilizzati in bioedilizia, sono realizzati con materiale, il legno, denominato fonte rigenerabile in quanto proveniente da conifere a rapida crescita.



Fig. 14. Applicazione del prodotto Cetrìs.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Prodotto: Climaplast Proterimex

Utilizzo: condizionamento

Per riscaldare e raffrescare questo edificio in un ambiente confortevole e salubre, con emissioni di CO² pari a zero. Si lavora sull'energia fornita dalla terra, rinnovabile in quanto continuamente rigenerata dalla terra stessa e dal sole. L'acqua circola in tubi interrati in profondità e ad essa si aggiunge soltanto una piccola parte di energia con una pompa di calore che funziona secondo il principio (reversibile) del frigorifero. Questa energia proviene attualmente dalla rete elettrica, ma in futuro potrà essere prodotta completamente dai pannelli fotovoltaici. In ogni caso, il risparmio nei confronti dei tradizionali impianti va dal 50% in riscaldamento al 100% in raffrescamento. Il fluido di scambio interno circola in pannelli radianti a temperature basse (30°C in riscaldamento e 16°C in raffrescamento) aumentando il rendimento del 30% rispetto ad un sistema fan-coil e senza la circolazione di aria, normalmente necessaria nella ventilazione forzata.

Prodotto: Edilfiber

Utilizzo: isolamento pareti

Fibra in poliestere altamente fono e termoisolante. Biocompatibile e realizzata al 40% con PET riciclato e riciclabile al 100%. Termolegata e quindi priva di resine leganti. Non produce fumi tossici in caso di incendio.



Fig. 15. Applicazione del prodotto Edilfiber.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Materiale: Ekofiber

Utilizzo: isolamento pavimenti

Fibra di cellulosa realizzata partendo dal riciclo dei quotidiani. Materiale assolutamente naturale e con ottime caratteristiche isolanti; non brucia e non produce fumi tossici. Richiede poca energia per essere prodotta e può essere riciclata all'infinito. Ottenuta da fonti rinnovabili.



Fig. 16. Applicazione del materiale Ekofiber.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Prodotto: Halfen

Utilizzo: armature pilastri

Riprese a vite per filanti che garantiscono un perfetto mantenimento delle sezioni delle filanti nei pilastri evitando errori di messa in opera e permettono una migliore distribuzione del calcestruzzo.



Fig. 17. Applicazione del prodotto Halfen.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Prodotto: Profilumbra

Utilizzo: struttura tamponamenti

La struttura dei tamponamenti è realizzata con acciaio, materiale riciclabile all'infinito e non dannoso per l'uomo.



Fig. 18. Applicazione del prodotto Profilumbra.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Prodotto: Suberite

Utilizzo: rivestimenti

Rivestimento esterno realizzato con sughero, materiale naturale molto usato in bioedilizia, traspirante, isolante, ignifugo, resistente alle muffe, elastico. Prodotto con sistemi che non richiedono energia e da fonti rinnovabili.



Fig. 19. Applicazione del prodotto Suberite.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Materiale: sughero granulato

Utilizzo: isolamento pavimenti

Il granulato è sughero naturale biondo in granuli ventilato. Si ricava dalle cortecce di sughero dopo la stagionatura biennale e viene frantumato e macinato.

Questo procedimento permette di eliminare le sostanze organiche, polveri e pollini, rendendo più elastiche le cellule del sughero. Il granulato viene utilizzato a secco o impastato con legante a presa aerea. Nel primo caso il granulato viene impiegato nell'intercapedine dei muri perimetrali, nei tetti di legni fra i due assi e nei pavimenti sopraelevati. Nel secondo caso, il granulato viene impiegato nei sottofondi di terrazzi e pavimenti calpestabili. Così facendo garantisce un elevato alleggerimento ed un ottimo isolamento termoigrometrico ed acustico.



Fig. 20. Applicazione di sughero granulato come isolamento del solaio.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

Materiale: U-Boot

Utilizzo: alleggerimento solette

Casseri di alleggerimento delle solette realizzati in PP riciclato. Una precisa tecnologia per alleggerire le solette, evitare sovraccarichi ed irrobustire i solai aumentandone la portata. Realizzati con PP riciclato e riciclabile, di cui assume tutti i vantaggi.

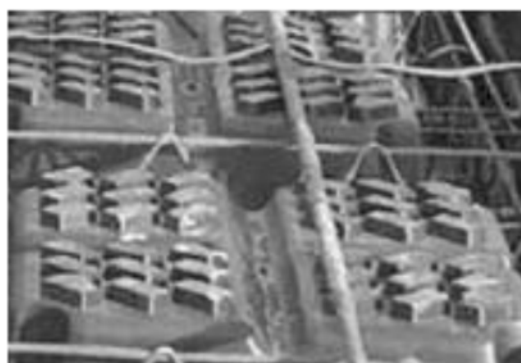


Fig. 21. Applicazione del prodotto U-Boot.

Fonte: Libro SAVNO; www.savnoservizi.it

6.3 Casi studio “estremi”

Con questo elaborato si cerca di studiare come sia possibile realizzare al giorno d’oggi, nel nostro territorio e con le normative vigenti una costruzione che abbia una buona percentuale di materiale proveniente da riciclo. Si vuole che l’opera, esemplificativa ai fini dello studio, possa essere realizzabile, che possa soddisfare tutte le esigenze delle utenze ed avere un adeguato sistema tecnologico.

Nella ricerca di casi studio si ricade spesso facilmente in quelli che si possono definire dei “casi estremi” in cui vengono utilizzati materiali di riciclo, ma tali costruzioni spesso non possiedono un adeguato sistema tecnologico e quindi non sono vivibili dall’utenza comune.

Si vogliono riportare qui di seguito diversi esempi per avere un’idea più chiara anche di questo aspetto di applicabilità di materiali da riciclo.

6.3.1 Phoenix Commotion

Una coppia di coniugi statunitensi, Dan e Marsha Phillips, hanno fondato l’azienda edile Phoenix Commotion con la quale hanno cominciato a mettere in piedi costruzioni ed edifici utilizzando esclusivamente materiali riciclati.

I signori Phillips hanno deciso di investire il loro tempo nella fabbricazione di edifici “low cost” che potessero essere comprati da tutti.

L’azienda accetta delle donazioni, ma non si tratta di donazioni pecuniarie, ma semplicemente donazioni di rottami.

Case apparentemente come le altre, ma che al posto dei mattoni hanno una varia serie di materiali insoliti; si passa, infatti, da gusci di frutta secca, a bottiglie di vetro, da tappi di sughero a scarti di legno, passando per vecchie piastrelle di ceramica e persino DVD utilizzati. Queste eco-dimore, inoltre, soddisfano ovviamente tutte le norme e i codici di costruzione attualmente vigenti a Phoenix (sede dell’azienda e città natale dei due)^[h].

Il loro progetto di creare quest’azienda era partito dall’osservazione delle discariche sovraffollate e soffocate da potenziali materiali utili. Fu da qui che decisero di improvvisarsi costruttori:

"[...] guardate i bambini giocare con i piccoli blocchetti della Lego. Penso che sia nel DNA di tutti voler essere un costruttore."

Dan Phillips

I materiali che utilizzano maggiormente sono:

- per la parte strutturale: calcestruzzo, rocce, legno, pneumatici e secchi di plastica;
- per la copertura: latta, targhe, ferrocemento, segnali stradali, insegne pubblicitarie;
- guaine esterne: ci si affida a quelle in commercio;
- barriere al vapore: carta, plastica, polietilene;
- rivestimenti per pavimenti: spesso il solaio viene lasciato al grezzo oppure vengono utilizzate tavole di legno.

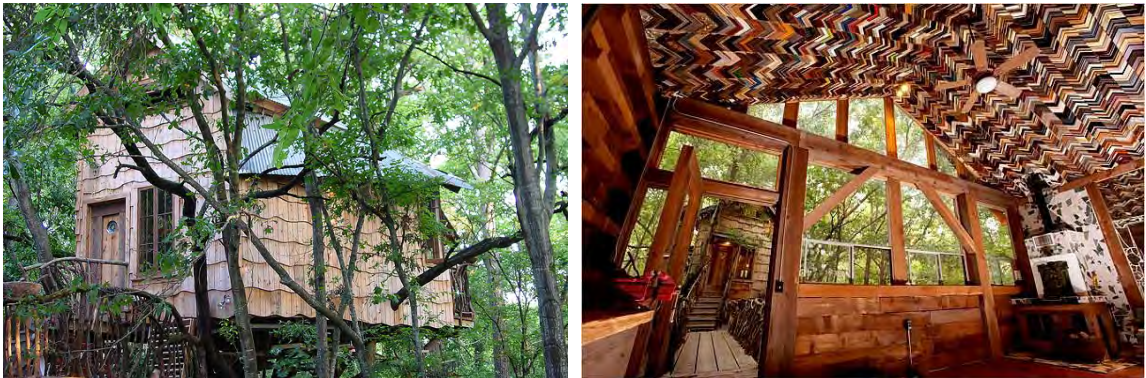


Fig. 22. Tree House, Huntsville, Texas: nella foto di destra si vede la copertura che è rivestita internamente di scarti di cornici. Fonte: <http://www.phoenixcommotion.com/>



Fig. 23. Story Book House: nella foto si nota un dettaglio di come, attraverso delle bottiglie di vetro inserite in un getto di calcestruzzo, viene portata la luce all'interno dell'abitazione in alcuni punti.

Fonte: <http://www.phoenixcommotion.com/>



Fig. 24. Plant Environment: la struttura principale è in legno e il rivestimento è costituito da lattine.

Fonte: <http://www.phoenixcommotion.com/>

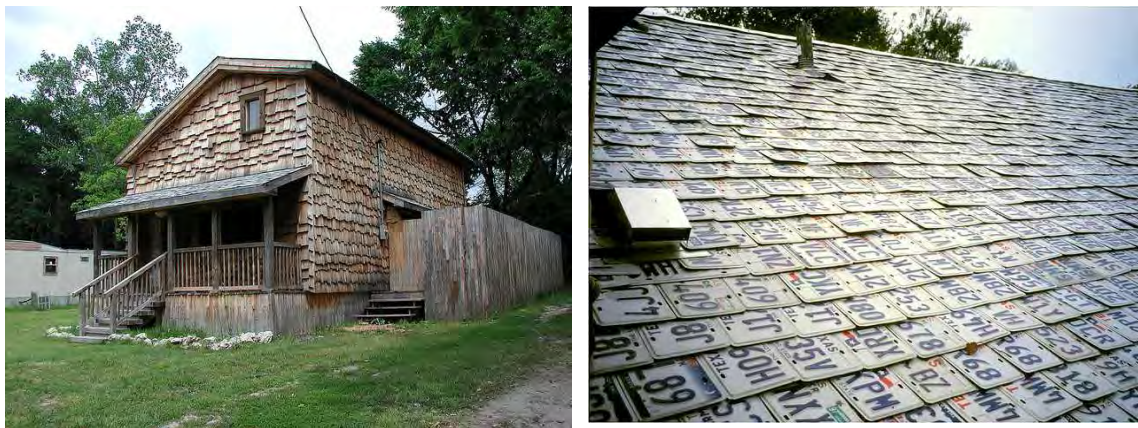


Fig. 25. License Plate House: la struttura principale è in legno la copertura è rivestita da targhe di veicoli.

Fonte: <http://www.phoenixcommotion.com/>

6.3.2 Rural Studio

Rural Studio è un corso di laurea di della Facoltà di Architettura , Pianificazione e architettura del paesaggio della Auburn University, che fu fondato nel 1993 dagli architetti Samuel Mockbee e D. K. Ruth.

Ogni anno vengono realizzati progetti come case unifamiliari seguite da studenti o tesi su altre tipologie. I materiali impiegati sono fra i più diversi: copertoni vengono utilizzati come casseforma, riempiti di sabbia e saldati con cemento, scarti di linoleum rettangolari innervati diventano muri portanti, cartoni da riciclo pressati come pareti isolanti, incredibilmente resistenti al fuoco.



Fig. 26. Lucy Carpet House, 2002: le pareti perimetrali esterne sono costituite da strati di tappezzeria sovrapposti e tenuti in compressione da una grossa trave in legno. Fonte: www.ruralstudio.org

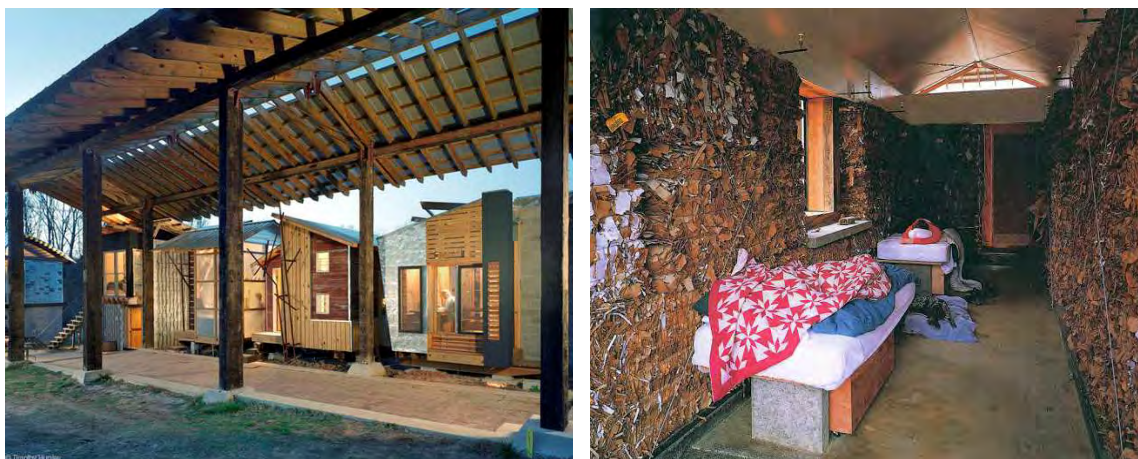


Fig. 27. Supershed, 1997: E 'stato originariamente concepito come una sorta di villaggio accademico in cui gli studenti dormono e mangiano. Gli studenti hanno avuto la possibilità di personalizzare i loro alloggi sempre utilizzando materiali di recupero, come si può vedere nell'immagine a destra in cui le pareti sono costituite da vecchi giornali. Fonte: www.ruralstudio.org



Fig. 28. Yancy Tire Chapel, 1995: Le pareti definitive sono costruiti di 900 pneumatici imballati e compattati con la sporcizia, legati insieme con armature e stuccate. Le travi del tetto sono di pino e sono state recuperate da una vecchia casa. Fonte: www.ruralstudio.org

6.3.3 R4House

Nell'edizione di Construmat 2007, a Barcellona, si è presentata R4House: le due prime case bioclimatiche del mondo realizzate con materiali riciclati, riutilizzati e recuperati, con un consumo energetico pari a zero e senza generare residui né nella loro composizione né nel loro smontaggio.

Disegnate dall'architetto Luis de Garrido, a parte il loro carattere totalmente ecologico, le due case sono molto economiche: una ha una superficie di 150 m² e un costo di costruzione di 60.000 Euro, l'altra è una casa con una superficie minima di 30 m² con un costo di 12.000 Euro.

Il progetto è stato pensato con il fine di ridurre al massimo il consumo energetico delle case sia nel loro processo di costruzione sia in quello di dismissione non generando alcun tipo di residuo nella costruzione delle due case.

Tutti i componenti delle case sono stati progettati di forma modulare affinché siano assemblati a secco, in modo tale da evitare la produzione di qualsiasi residuo e da poter riutilizzare tutti i componenti.

La struttura portante delle case è stata realizzata utilizzando come base sei containers portuali che danno al progetto una flessibilità, una possibilità di riutilizzo e un basso costo.

Il nome R4House è dovuto al fatto che per il progetto si è tenuto in conto delle quattro "erre":

- Riciclo: la casa è costituita da materiali riciclati e riciclabili;
- Recupero: sono stati utilizzati residui industriali e urbani;

- Riutilizzo: tutti i materiali nella costruzione possono essere riutilizzati;
- Ragionamento.



Fig. 29. Viste di progetto dell'R4House. Fonte: <http://www.archimagazine.com/ar4house.htm>



Fig. 30. A sinistra: pianta del piano terra; a destra pianta piano primo.
Fonte: <http://www.archimagazine.com/ar4house.htm>

Uno degli aspetti fondamentali che compaiono osservando tale progetto, è l'importanza dello costruire "a secco" per eliminare al minimo i rifiuti. L'obiettivo ottimale da raggiungere sarebbe quello di avere a disposizione delle strutture costituite da materiali di riciclo e che si possano montare a secco.

7. Il sistema tecnologico

La norma UNI 8290, *“Edilizia Residenziale. Sistema Tecnologico”*, ha come oggetto la classificazione del sistema tecnologico nell’edilizia residenziale, anche se è concettualmente estendibile ad organismi edilizi con altre destinazioni d’uso.

La norma in oggetto è stata pensata per consentire una ordinata e organica scomposizione di un sistema edilizio in più livelli, con regole omogenee.

La scomposizione del sistema presenta tre livelli, dando luogo a tre insiemi denominati, secondo UNI 7867 parte quarta:

- classi di unità tecnologiche (primo livello)
- unità tecnologiche (secondo livello)
- classi di elementi tecnici (terzo livello).

Le voci dei primi due livelli sono tali da essere le più opportune a rappresentare funzioni finalizzate a soddisfare esigenze dell’utenza. Le voci del terzo livello corrispondono a classi di prodotti che configurano attualmente modalità di risposta complessiva o parziale alle funzioni delle unità tecnologiche, ma sono tali da evitare il più possibile soluzioni precostituite^[11].

La norma, al punto 3, determina alcune definizioni sulla terminologia ricorrente in essa. Si riportano qui di seguito alcune di esse che vengono ritenute più rilevanti al fine dello studio.

Struttura: insieme di unità tecnologiche e degli elementi tecnici appartenenti al sistema edilizio aventi funzione di sostenere i carichi del sistema edilizio stesso e di collegare staticamente le sue parti.

Struttura di fondazione: insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di trasmettere i carichi del sistema edilizio stesso al terreno.

Struttura di elevazione: insieme degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di sostenere i carichi verticale e/o orizzontali, trasmettendoli alle strutture di fondazione.

Chiusura: insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di separare e di conformare degli spazi interni del sistema edilizio stesso rispetto all’esterno.

Chiusura verticale: insieme di elementi tecnici verticali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio stesso rispetto all'esterno.

Chiusura orizzontale inferiore: insieme degli elementi tecnici orizzontali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio stesso dal terreno sottostante o dalle strutture di fondazione.

Chiusura superiore: insieme di elementi tecnici orizzontali o suborizzontali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio dallo spazio esterno sovrastante.

Partizione interna: insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio stesso.

Impianto e fornitura servizi: insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di consentire l'utilizzazione di flussi energetici, informativi e materiali richiesti dagli utenti e di consentire il conseguente allontanamento degli eventuali prodotti di scarto.

Impianto di sicurezza: insieme delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di tutelare gli utenti e/o il sistema edilizio stesso a fronte di situazioni di pericolo.

Schema di classificazione del sistema tecnologico

| Classi di unità tecnologiche | Unità tecnologiche | Classi di elementi tecnici | |
|---|--|--|--|
| Struttura portante (3.1) | Struttura di fondazione (3.1.1) | Strutture di fondazione dirette (3.1.1.1) | |
| | | Strutture di fondazione indirette (3.1.1.2) | |
| | Struttura di elevazione (3.1.2) | Strutture di elevazione verticale (3.1.2.1) | |
| | | Strutture di elevazione orizzontale ed inclinate (3.1.2.2) | |
| | | Strutture di elevazione spaziali (3.1.2.3) | |
| | Struttura di contenimento (3.1.3) | Strutture di contenimento verticali (3.1.3.1) | |
| | | Strutture di contenimento orizzontali (3.1.3.2) | |
| | Chiusura (3.2) | Chiusura verticale (3.2.1) | Pareti perimetrali verticali (3.2.1.1) |
| | | | Infissi esterni verticali (3.2.1.2) |
| Chiusura orizzontale inferiore (3.2.2) | | Solai a terra (3.2.2.1) | |
| | | Infissi orizzontali (3.2.2.2) | |
| Chiusura orizzontale su spazi esterni (3.2.3) | | Solai su spazi aperti (3.2.3.1) | |
| Chiusura superiore (3.2.4) | | Coperture (3.2.4.1) | |
| | | Infissi esterni orizzontali (3.2.4.2) | |
| Partizione interna (3.3) | | Partizione interna verticale (3.3.1) | Parete interne verticali (3.3.1.1) |
| | Infissi interni verticali (3.3.1.2) | | |
| | Elementi di protezione (3.3.1.3) | | |
| | Partizione interna orizzontale (3.3.2) | Solai (3.3.2.1) | |
| | | Soppalchi (3.3.2.2) | |

| | | |
|--|--|--|
| | | Infissi interni orizzontali (3.3.2.3) |
| | Partizione interna inclinata (3.3.3) | Scale interne (3.3.3.1) |
| | | Rampe interne (3.3.3.2) |
| Partizione esterna (3.4) | Partizione esterna verticale (3.4.1) | Elementi di protezione (3.4.1.1) |
| | | Elementi di separazione (3.4.1.2) |
| | Partizione esterna orizzontale (3.4.2) | Balconi e logge (3.4.2.1) |
| | | Passerelle (3.4.2.2) |
| | Partizione esterna inclinata (3.4.3) | Scale esterne (3.4.3.1) |
| | | Rampe esterne (3.4.3.2) |
| Impianto di fornitura servizi (3.5) | Impianto di climatizzazione (3.5.1) | Alimentazione (3.5.1.1)) |
| | | Gruppi termici (3.5.1.2) |
| | | Centrali di trattamento fluidi (3.5.1.3) |
| | | Reti di distribuzioni e terminali (3.5.1.4) |
| | | Reti di scarico condensa (3.5.1.5) |
| | | Canne di esalazione (3.5.1.6) |
| | Impianto idrosanitario (3.5.2) | Allacciamenti (3.5.2.1) |
| | | Macchine idrauliche (3.5.2.2) |
| | | Accumoli (3.5.2.3) |
| | | Riscaldatori (3.5.2.4) |
| | | Reti di distribuzione acqua fredda e terminali (3.5.2.5) |
| | | Reti di distribuzione acqua calda e terminali (3.5.2.6) |
| | | Reti di ricircolo dell'acqua calda (3.5.2.7) |
| | | Apparecchi sanitari (3.5.2.8) |
| | Impianto di smaltimento liquidi (3.5.3) | Reti di scarico acque fecali (3.5.3.1) |
| | | Reti di scarico acque domestiche (3.5.3.2) |

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| | | Reti di scarico acque meteoriche (3.5.3.3) |
| | | Reti di ventilazione secondaria (3.5.3.4) |
| | Impianto di smaltimento aeriformi (3.5.4) | Alimentazione (3.5.4.1) |
| | | Macchine (3.5.4.2) |
| | | Reti di canalizzazione (3.5.4.3) |
| | Impianto di smaltimento solidi (3.5.5) | Canne di caduta (3.5.5.1) |
| | | Canne di esalazione (3.5.5.2) |
| | Impianto di distribuzione gas (3.5.6) | Allacciamenti (3.5.6.1) |
| | | Reti di distribuzione e terminali (3.5.6.2) |
| | Impianto elettrico (3.5.7) | Alimentazione (3.5.7.1) |
| | | Allacciamenti (3.5.7.2) |
| | | Apparecchiature elettriche (3.5.7.3) |
| | | Reti di distribuzione e terminali (3.5.7.4) |
| | Impianto di telecomunicazioni (3.5.8) | Alimentazione (3.5.8.1) |
| | | Allacciamenti (3.5.8.2) |
| | | Reti di distribuzione e terminali (3.5.8.3) |
| | Impianto fisso di trasporto (3.5.9) | Alimentazione (3.5.9.1) |
| | | Macchine (3.5.9.2) |
| | | Parti mobili (3.5.9.3) |
| Impianto di sicurezza (3.6) | Impianto antincendio (3.6.1) | Allacciamenti (3.6.1.1) |
| | | Rilevatori e trasduttori (3.6.1.2) |
| | | Reti di distribuzione e terminali (3.6.1.3) |
| | | Allarmi (3.6.1.4) |
| | Impianto di messa a terra (3.6.2) | Reti di raccolta (3.6.2.1) |
| | | Dispensori (3.6.2.2) |
| | Impianto parafulmine (3.6.3) | Elementi di captazione (3.6.3.1) |
| | | Rete (3.6.3.2) |
| | | Dispensori (3.6.3.3) |

| | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| | Impianto antifurto ed antiintrusione (3.6.4) | Alimentazione (3.6.4.1) |
| | | Rilevatori e trasduttori (3.6.4.2) |
| | | Rete (3.6.4.3) |
| | | Allarmi (3.6.4.4) |
| Attrezzatura interna (3.7) | Arredo domestico (3.7.1) | Pareti contenitore* (3.7.1.1) |
| | Blocco servizi (3.7.2) | * |
| Attrezzatura esterna (3.8) | Arredi esterni collettivi (3.8.1) | * |
| | | Allestimenti esterni (3.8.2) |
| | | Pavimentazione esterna* (3.8.2.2) |
| *Da definire, elenco non esaustivo. | | |

Tab. 1. Schema di classificazione del sistema tecnologico della norma UNI 8290, con aggiunta degli elementi tecnici.

In tale capitolo si cercherà, basandosi sulla tabella fornita dalla norma, di individuare dove possibile dei prodotti costituiti da materiali da riciclo necessari per la costituzione del sistema tecnologico di un'eventuale costruzione.

7.1 Catalogo prodotti

| Classi di unità tecnologiche | Unità tecnologiche | Classi di elementi tecnici | Elementi tecnici | Azienda o denominazione commerciale |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---|--|
| 2. Chiusura | 2.1 Chiusura verticale | 2.1.1 Pareti perimetrali | Blocchi di calcestruzzo vibrocompresso | Biodämm-Vibrapac |
| | | | Pannelli isolanti | Azienda Maiano: Recotherm-PL Recycletherm Sintherm Evo Sintherm Fr |
| | | | Rivestimento per esterni | Wpc-Tecknodec Wpc-Decowood Cetris BetonWood Murano-Trend Pannelli Sineat Acquaboard Intonaci Kerakoll |
| | | 2.1.2 Infissi esterni verticali | Telaio | Planet Neo-Fresia alluminio |
| | 2.2 Chiusura orizzontale inferiore | 2.2.1 Solai a terra | Elemento in polipropilene per vespai areati | Cupplex – Pontarolo Engineering |
| | | | Pannelli per riscaldamento a pavimento | Sugher System- Sace Cork srl |
| | | | Pannelli isolanti | Azienda Maiano: Recycletherm Recyclepav plus Sintherm Evo Sintherm Fr |

| | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|---|
| | | | Pavimentazioni | <p>Ceramiche Ceasar</p> <p>Devon&Devon</p> <p>Ceramiche Supergres</p> <p>Ceramiche Cosentino</p> <p>Marazzi Group</p> <p>Coveringsetc</p> <p>Hisbalit</p> |
| | 2.4 Chiusura superiore | 2.4.1 Coperture | Guaina bituminosa | Ecolabel - Derbigum |
| | | | Sottostrato bituminoso per barriera al vapore | Ecolabel -Derbicoat |
| | | | Pannelli isolanti | <p>Azienda Maiano:</p> <p>Recotherm-PL</p> <p>Recycletherm</p> <p>Recyclepav plus</p> <p>Sintherm Evo</p> <p>Sintherm Fr</p> |
| | | | Elementi plastici per copertura | <p>Renoplast</p> <p>Ecotegola</p> |
| | | | Elemento plastico di alleggerimento | U-Boot Beton– Daliform Group |
| 3. Partizione interna | 3.1 Partizione interna verticale | 3.1.1 Pareti interne verticali | Blocchi in calcestruzzo vibrocompresso | Biodämm-Vibrapac |
| | | | Pannelli isolanti | <p>Azienda Maiano:</p> <p>Recycletherm</p> <p>Sintherm Evo</p> <p>Sintherm Fr</p> |
| | | | Rivestimenti | <p>Murano-Trend</p> <p>Pannelli Sineat</p> <p>Intonaci Kerakoll</p> |

| | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|--|--|
| | 3.2 Partizione interna orizzontale | 3.2.1 Solai | Pannelli isolanti | Azienda Maiano: Recycletherm Recyclepav plus Sintherm Evo Sintherm Fr |
| | | | Rivestimenti | Pannelli Sineat Intonaci Kerakoll |
| | | | Pannelli per riscaldamento a pavimento | Sugher System- Sace Cork srl |
| | | | Pavimentazioni | Ceramiche Ceasar Devon&Devon Ceramiche Supergres Ceramiche Cosentino Marazzi Group Coveringsetc Hisbalit |
| | | | Elemento plastico di alleggerimento | U-Boot Beton– Daliform Group |
| 4. Partizione esterna | 4.2 Partizione esterna orizzontale | 4.2.1 Balconi e logge | Guaina bituminosa | Ecolabel - Derbigum |
| | | | Pavimentazioni per esterni | Wpc-Tecknodec Wpc-Decowood Ceramiche Ceasar |
| | | | Rivestimenti esterni | Intonaco KeraKoll Pannelli Sineat AcquaBoard |

Tab. 2. Catalogo non esaustivo dei prodotti in commercio organizzato secondo lo schema di classificazione del sistema tecnologico della norma UNI 8290.

8. I materiali principali e le problematiche

8.1 Il Calcestruzzo

Il calcestruzzo è un conglomerato formato da cemento, acqua e aggregati (ghiaia, pietrisco, sabbia), materiali che opportunamente dosati danno luogo a un prodotto monolitico, duro, meccanicamente resistente e durevole.

Le NTC al Cap. 11.2 sul calcestruzzo fanno riferimento alla norma UNI EN 206-1: 2006 la quale viene applicata per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile.

La norma specifica i requisiti per:

- i materiali componenti del calcestruzzo;
- le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito e la loro verifica;
- le limitazioni per la composizione del calcestruzzo;
- la specifica del calcestruzzo;
- la consegna del calcestruzzo fresco;
- le procedure per il controllo di produzione;
- i criteri di conformità e la valutazione della conformità.

I componenti vengono delineati anche al Cap. 11.2.9.1 delle NTC facendo riferimento alle rispettive normative per ogni costituente.

I leganti devono essere idraulici e dotati di certificato di conformità ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte come cenere volanti (*fly ash*), residuo della combustione nelle centrali termiche a carbone, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Per l'acqua di impasto si rimanda alla norma UNI EN 1008:2003, mentre per eventuali additivi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Un ruolo fondamentale viene svolto dagli aggregati i quali sono sostanze minerali naturali e/o artificiali, frantumate e/o non frantumate con particelle di dimensioni e forme adatte alla produzione di calcestruzzo conformi alle norme europee armonizzate UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1. Esistono diversi motivi per giustificare l'aggiunta degli aggregati alla pasta di cemento. Il principale motivo economico è il costo

dell'aggregato molto inferiore al costo del cemento. La più importante funzione tecnologica riguarda il ritiro della pasta di cemento che con l'aggiunta dell'aggregato viene diminuito proporzionalmente. La presenza degli aggregati nel calcestruzzo influisce positivamente sulla durabilità che viene migliorata sostituendo una parte della pasta cementizia, con un materiale più durevole qual è l'aggregato. Molte proprietà del calcestruzzo indurito dipendono dalla percentuale dell'aggregato e possono migliorare aggiungendo nell'impasto un'adeguata quantità di esso.

Gli inerti si suddividono principalmente in:

- naturali;
- riciclati.

Gli aggregati naturali, estratti dalle cave, possono derivare da rocce eruttive (graniti), sedimentarie (calcari), metamorfiche (quarziti).

Tra gli aggregati riciclati ricordiamo:

- C&DW che comprendono tutti gli scarti che derivano dalle diverse attività di costruzione, demolizione di edifici, opere civili;
- EAF Slag, scorie provenienti dalla lavorazione dell'acciaio;
- MSWI Bottom Ash, ceneri provenienti dai termovalorizzatori usati per produrre energia termica dalla combustione dei rifiuti solidi urbani (RSU).

Per gli aggregati grossi provenienti da riciclo è consentito secondo dei limiti riportati nella Tab.11.2.III delle NTC a condizione che la miscela di calcestruzzo venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Tali prove devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

| Origine del materiale da riciclo | Classe del calcestruzzo | Percentuale di impiego |
|---|---|-------------------------------|
| Demolizione di edifici (macerie) | =C 8/10 | Fino al 100% |
| Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. | ≤C 30/37 | ≤30% |
| | ≤C 20/25 | Fino al 60% |
| Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati – da qualsiasi classe | ≤C 45/55 | Fino al 15% |
| Da calcestruzzi > C45/55 | Stessa classe del calcestruzzo di origine | Fino al 5% |

Tab. 3. Tabella 11.2.III delle NTC

I materiali riciclati utilizzati all'interno dell'edilizia rappresentano un'alternativa allettante allo smaltimento in discarica dei rifiuti. I materiali da costruzioni rappresentano il 3-4% del prodotto totale in Europa^[13], e il loro impatto ambientale potrebbe essere limitato usando una serie di soluzioni alternative.

Oggi giorno vi sono due possibilità significative:

-utilizzare il calcestruzzo riciclato da demolizioni di costruzioni esistenti

-utilizzare le scorie provenienti dalle industrie metallurgiche^[12].

8.1.1 Scorie da industrie metallurgiche

Il settore siderurgico rappresenta un'attività che potenzialmente è in grado di esercitare una notevole pressione sull'ambiente a causa delle quantità di materiali coinvolti o della loro natura.

Il ferro e le scorie ferrose sono co-prodotti dell'industria siderurgica e si presentano come materiali scuri simili a rocce.

Possono essere prodotte tipi di scorie differenti in base al processo produttivo dell'acciaio.

L'industria europea dell'acciaio è concorde nel distinguere essenzialmente quattro grandi famiglie di scorie siderurgiche:

- scoria da altoforno granulata (GBS) o raffreddata a aria (ABS), detta comunemente loppa da altoforno;

- scoria da convertitore (*basic oxygen furnace slag*- BOS);

- scoria da forno elettrico (*electric arc furnace slag - from carbon* (EAF C) o *stainless/high alloy steel production* (EAF S));

- scoria da metallurgia secondaria (SECS).⁵

In commercio non esistono ancora calcestruzzi con aggregati riciclati utilizzati nell'edilizia, ma si stanno sostenendo diversi studi al riguardo. All'Università di Padova il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale ed Edile con il Dipartimento di Ingegneria Industriale stanno investigando da diversi anni sulla possibilità di sostituire, anche parzialmente, gli aggregati naturali con le scorie da EAF.

⁵ Come viene dichiarato sul sito di Euroslag. Fonte: www.euroslag.it

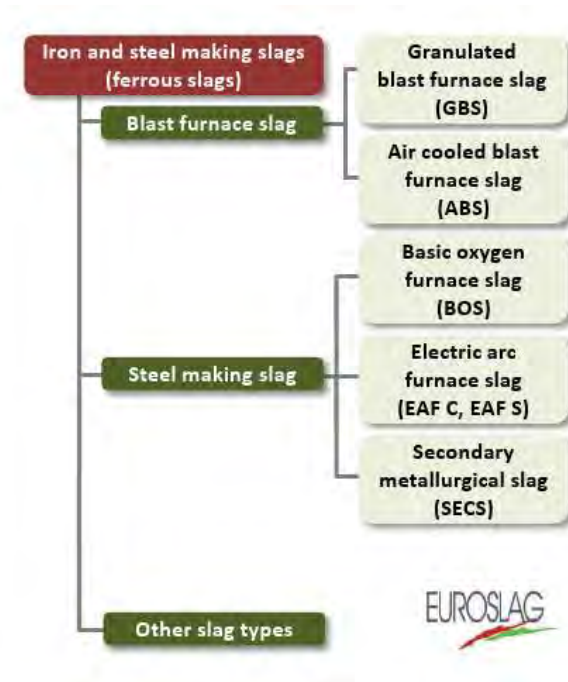


Fig.31. Le famiglie di scorie. Fonte: Euroslag

Scorie da Electric Arc Furnace

Le EAF scorie sono prodotte durante la lavorazione dell'acciaio grezzo tramite il processo con forno elettrico ad arco. In questo processo i rottami di acciaio sono scaldati con dei flussi (es. calce e/o dolomite) allo stato liquido per mezzo di una corrente elettrica. Durante il processo di fusione i flussi, combinati con componenti dei rottami non metallici, formano la scoria liquida. Poiché la scoria ha una densità inferiore dell'acciaio, essa galleggia sopra il bagno fuso.

A seconda della qualità dell'acciaio destinazione (acciaio al carbonio o acciaio /alta acciai legati), possono essere generati due diversi tipi di scorie:

- EAF C: Elettrico scorie di forno ad arco dalla produzione di acciaio al carbonio
- EAF S: Elettrico scorie di forno ad arco di produzione di acciaio inossidabile.

Le scorie EAF sono un aggregato forte, denso e non poroso di forma cubica con una buona resistenza alla lucidatura ed ha un'eccellente affinità con bitume. Questo lo rende un aggregato ideale per materiali di superficie come l'asfalto o materiali resistenti alla deformazione, sicuri e durevoli.

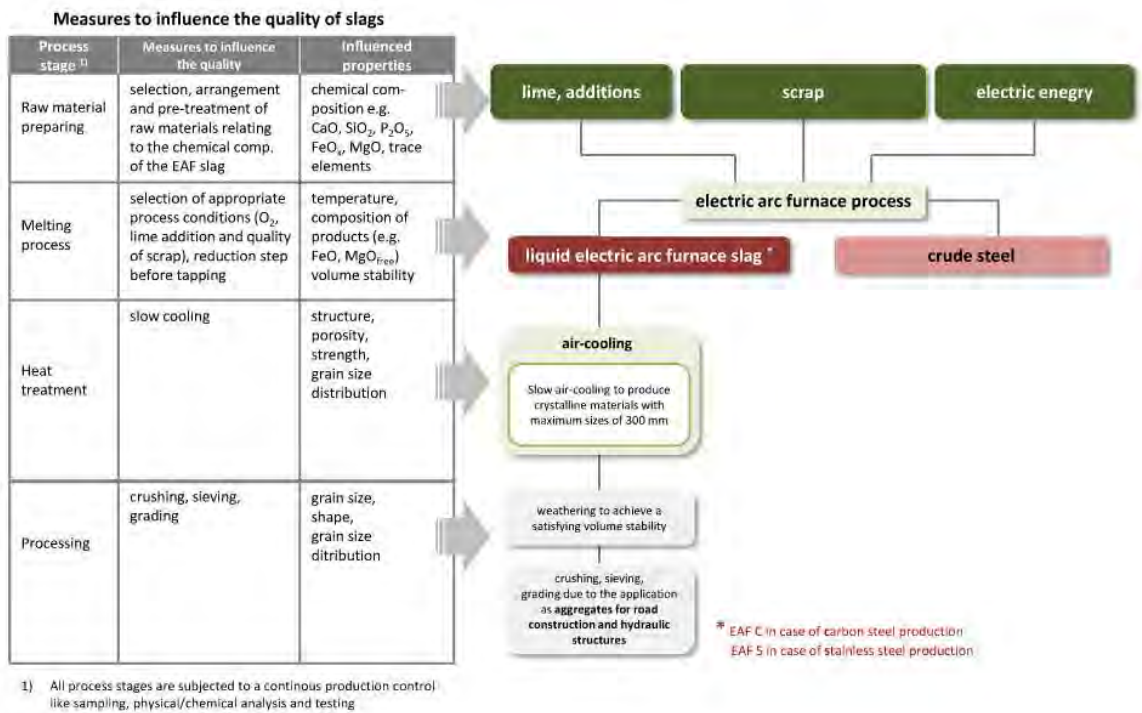


Fig. 32. Scorie metalliche-EAF scorie. Fonte: Euroslag

Quest'ultimo tipo di forno produce più del 40% dell'acciaio globale, permettendo la sua produzione a partire da rottami e mirando a una produzione competitiva e sostenibile.

A differenza delle scorie prodotte dagli alti forni, le quali vengono riciclate come additivi attivi con il cemento Portland, le scorie EAF hanno grossi problemi nel riutilizzo.

Con tale scopo sono stati eseguiti dei test su calcestruzzi con diverse percentuali di scorie EAF, sia come aggregato fine che a grossa granulometria.

Uso delle scorie come aggregati

L'utilizzo di aggregati scorie derivanti dalla produzione di ferro e acciaio nelle costruzioni risale ai Romani, i quali utilizzavano scorie schiacciate provenienti dalla produzione di ferro per costruire le loro strade. Al giorno d'oggi le scorie sono ancora utilizzate per costruire strade ma, il loro uso non è più solo limitato a questo, ma sono ampiamente utilizzati in tutti i tipi di opere civili.

Le scorie EAF sono particolarmente utili come aggregato, poiché possiedono un'elevata resistenza meccanica dei granuli, che supera quella di molti aggregati naturali.

Per la produzione di aggregati le scorie subiscono un trattamento consistente principalmente nello schiacciamento e/o nella schermatura. Questo permette di ottenere una classificazione degli aggregati e altre proprietà correlate in conformità alle norme o specifiche europee sui prodotti, concordate con il cliente.

A partire dal 1990 la maggior parte dei requisiti indicati nelle norme nazionali per l'edilizia sono state armonizzate e sostituite da norme europee. Le più importanti norme europee, riguardanti l'utilizzo di scorie nel settore della costruzione e come fertilizzante, sono riportate nella seguente tabella.



Fig. 33. Scorie metalliche di diversa granulometria. Fonte: Euroslag

| | European standards/technical guides |
|-----------|---|
| EN 197-1 | Cement – Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements |
| EN 206 | Concrete |
| EN 1744-1 | Tests for chemical properties of aggregates – Part 1: Chemical analysis |
| EN 1744-3 | Tests for chemical properties of aggregates – Part 3: Leaching of aggregates |
| EN 12945 | Fertiliser |
| EN 12620 | Aggregates for concrete |
| EN 13139 | Aggregates for mortar |
| EN 13043 | Aggregates for bituminous mixtures and surface treatments for roads, airfields and other trafficked areas |

| | |
|-------------|---|
| EN 13242 | Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and roads construction |
| EN 13383-1 | Armourstone – Part 1: Specification |
| EN 13383-2 | Armourstone – Part 2: Test methods |
| EN 13285 | Unbound mixtures - specifications |
| EN 14227-2 | Hydraulically bound mixtures – Specifications – Part 2: Slag bound mixtures |
| EN 14227-12 | Hydraulically bound mixtures – Specifications – Part 12: Soil treated by slag |
| EN 15167-1 | Ground granulated blastfurnace slag for use in concrete, mortar and grout - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria |
| EN 13282 | Hydraulic road binders – Composition, specifications and conformity criteria |
| EN 13450 | Aggregates for railway ballast |

Tab. 4. Norme Europee sull'uso di scorie. Fonte: Euroslag

Le norme sugli aggregati contengono i requisiti aggiuntivi per l'uso di loppa d'altoforno e scorie di acciaio per quanto riguarda la stabilità del volume. In generale le proprietà delle scorie di ferro e acciaio per aggregati sono comparabili con le proprietà degli aggregati naturali.

L'aggregato di scorie può essere utilizzato come materiale da costruzione in applicazioni non legate (dove l'aggregato non è vincolato) nonché in applicazioni associate (miscele contenenti leganti quali cemento, bitume o una sostanza che vincola le strutture ad essere a contatto con l'acqua). Inoltre tali aggregati possono essere utilizzati all'interno del campo delle costruzioni per il trattamento delle acque reflue in virtù delle loro proprietà assorbenti per le sostanze inquinanti.

| Uso degli aggregati | BLAST FURNACE SLAG | | STEEL SLAG (BOS, EAF C and EAF S) |
|---------------------------------------|--------------------|-----|-----------------------------------|
| | GBS | ABS | |
| Miscela nonlegata e leganti idraulici | x | x | x |
| Miscela bituminosa | x | x | x |
| Calcestruzzo | x | x | x |
| Malta | x | x | x |
| Ferrovie | | x | x |
| Coperture | | x | x |
| Argini e riempimento | x | x | x |
| Sigillanti | x | | x |
| Sabbiatura | x | | |

| | | | |
|-----------------------------------|--|---|---|
| Trattamento delle acque di scarto | | x | x |
| Controllo della qualità dell'aria | | | x |

Tab. 5. Applicazioni di aggregati con scorie. Fonte: Euroslag

Le sperimentazioni eseguite dall'Università di Padova constatano che l'uso di aggregati di scorie EAF ha un impatto negativo sulla lavorabilità delle miscele quando il rapporto di sostituzione diventa alto (più del 50%). Viene infatti consigliato di mantenere almeno il 50% del contenuto di aggregati naturali fini, per evitare difficoltà nella preparazione della miscela^[13].

Oltre ad aumentare il peso specifico del calcestruzzo, l'uso di scorie EAF come aggregato grosso contribuisce ad aumentare la resistenza alla compressione e alla trazione e il modulo elastico.

D'altro canto quando viene sostituito l'aggregato fine nella sua totalità, questo ha un'influenza negativa sulla resistenza alla compressione causando perdite fino al 7% rispetto alla miscela tradizionale.

L'invecchiamento accelerato dei campioni di calcestruzzo ha dimostrato che quelli contenenti scorie EAF come aggregati fini aveva un aumento meno significativo della resistenza a compressione rispetto a quelli con scorie EAF solo come aggregati grossi.

Entrambe le miscele, tradizionali e riciclate, hanno mostrato una diminuzione significativa in resistenza quando sottoposti a cicli di bagnatura e asciugatura: perdite circa del 15% per il calcestruzzo tradizionale e fino al 22% circa per il calcestruzzo con aggregati riciclati.

Infine si è constatato che il reticolo cristallino di scorie EAF possiede una struttura complessa che sembra migliorare la stabilità del materiale e che non si osserva una significativa differenza della struttura chimica e mineralogica in campioni prima e dopo le prove di durata.

8.1.2 Calcestruzzo con inerti riciclati provenienti da demolizioni

L'utilizzo di rifiuti provenienti dalla demolizione di strutture in calcestruzzo e/o dalla produzione industriale di elementi prefabbricati è una delle scelte primarie per ottenere nuovi calcestruzzi confezionati con aggregati riciclati^[14]. Questa tipologia di aggregati viene generalmente indicata con l'acronimo RCA (Recycled Concrete Aggregate). In letteratura, sono numerosi gli studi recenti che analizzano il comportamento meccanico di calcestruzzi confezionati con aggregati riciclati rispetto a

quello di calcestruzzo ordinario, confezionato con aggregati “naturali” (NAC, acronimo di Natural Aggregate Concrete).

Il calcestruzzo con inerti riciclati viene utilizzato maggiormente nelle opere civili e nei sottofondi stradali, ma viene spesso utilizzato anche per massetti, fondazioni e muri perimetrali.

Gli inerti provenienti da demolizioni di edifici o da scavi di manti stradali erano e continuano ad essere considerati rifiuti speciali anche in base al decreto legislativo n. 152 del 2006, trattandosi di materiale espressamente qualificato come rifiuto dalla legge, del quale il detentore ha l’obbligo di disfarsi avviandolo o al recupero o allo smaltimento.

Rifiuto: *qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l’obbligo di disfarsi.*

Rifiuti inerti: *i rifiuti solidi che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa; i rifiuti inerti non si dissolvono, non bruciano né sono soggetti ad altre reazioni fisiche o chimiche, non sono biodegradabili e, in caso di contatto con altre materie, non comportano effetti nocivi tali da provocare inquinamento ambientale o danno alla salute umana.*

La tendenza a dar luogo a percolati e la percentuale inquinante globale dei rifiuti, nonché l’ecotossicità dei percolati devono essere trascurabili e, in particolare, non danneggiare la qualità delle acque, superficiali e sotterranee.

Il recupero del rifiuto è un vasto insieme di operazioni di natura diversa a seconda della tipologia di rifiuto e avviene quando per esso si prospetta utilità futura. La direttiva 75/442/Cee all’Art. 4 stabilisce che il recupero/smaltimento debbano avvenire senza pericoli per la salute dell’uomo e senza usare metodi o procedimenti che possano arrecare danno all’ambiente e in particolare:

- senza creare rischi per l’acqua, l’aria, il suolo, la fauna e la flora;
- senza causare inconvenienti da rumori e odori;
- senza danneggiare il paesaggio e i siti di particolare interesse.

Si cerca di fornire di seguito un breve accenno su quelle che sono le normative principali, attualmente in vigore, che si focalizzano sui rifiuti e sul loro recupero.

Direttiva 19 novembre 2008, n. 2008/98/Ce

Come già descritto precedentemente al Cap. 3.3 del seguente elaborato, all'Art.11 vengono fissati gli obiettivi che la Comunità Europea si prefigge di raggiungere relativamente alla quantità di prodotti da riciclare:

a) entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti quali, come minimo, carta, metalli, plastica e vetro provenienti dai nuclei domestici, e possibilmente di altra origine, nella misura in cui tali flussi di rifiuti sono simili a quelli domestici, sarà aumentata complessivamente almeno al 50 % in termini di peso;

*b) entro il 2020 la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di colmatazione che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, di **rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi**, escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco dei rifiuti, sarà aumentata almeno al 70 % in termini di peso.*

Per quanto riguarda il recupero dei materiali inerti all'allegato II troviamo la categoria R5: riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche.

Di fatto la direttiva 75/442 viene modificata dalla direttiva 91/156/CEE sui rifiuti, recepita dalla legislazione italiana dal D.lgs 5 febbraio 1997 n. 22, noto come Decreto Ronchi.

Nell'allegato A viene fornito un elenco delle categorie di rifiuti oggetto del decreto, in particolare:

17 00 00 Rifiuti di costruzioni e demolizioni (compresa la costruzione di strade)

17 01 00 cemento, mattoni, mattonelle, ceramiche

17 01 01 cemento

17 01 02 mattoni

17 01 03 mattonelle e ceramica

[...]

17 03 01 miscele bituminose contenenti catrame di carbone

17 03 02 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01[...]

Il Decreto Ronchi oggi non è più in vigore, essendo stato abrogato dal Decreto Legislativo n.152 del 2006 (emanato in attuazione della Legge 308/2004). Quest'ultimo decreto dedica la parte IV alle "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati" (art. 177-226).

D.M. 8 Maggio 2003 N. 203

Il decreto ministeriale 203/2003, "Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e bene con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo", meglio noto come "Decreto 30%" è stato promosso dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio in concerto con i Ministri delle Attività Produttive e della Salute. Esso intende fornire misure chiare e di impulso al settore del riciclaggio.

I destinatari del Decreto sono enti pubblici e società a prevalente capitale pubblico, anche di gestione dei servizi.

Art. 3 - Obbligo e metodologia di calcolo

1. I destinatari, in ciascun anno solare e per ciascuna categoria di prodotto, sono tenuti a coprire almeno il trenta per cento del fabbisogno annuale di manufatti e beni appartenenti a ciascuna delle citate categorie, con manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato. Per ciascuna categoria di prodotto il quantitativo rappresentante il fabbisogno annuale di manufatti e beni viene espresso nell'unità di misura atta ad identificare l'unità di prodotto; per quelle categorie di prodotto per le quali non è possibile individuare un'unità di misura identificativa dell'unità di prodotto, il termine quantitativo impiegato per la definizione del fabbisogno annuale di manufatti e beni fa riferimento all'importo annuo destinato all'acquisto di manufatti e beni in quella categoria di prodotto.

2. L'acquisto dei singoli prodotti per un quantitativo superiore al trenta per cento in una categoria non va a compensare il mancato acquisto in altre categorie.

3. I destinatari adottano in sede di formulazione di una gara per la fornitura e l'installazione di manufatti e beni, e nella formulazione di capitolati di opere pubbliche, le disposizioni di cui ai commi 1 e 2. I relativi capitolati non possono prevedere caratteristiche tecniche dei manufatti e beni più restrittive rispetto a quelle previste dalle norme vigenti nazionali e comunitarie.

4. Le disposizioni previste al comma 1, 2 e 3 si applicano ai prodotti elencati nel repertorio del riciclaggio e relativamente ai manufatti e beni di cui sia verificata la disponibilità e la congruità di prezzo; tale congruità si ritiene rispettata se l'eventuale incremento di prezzo non supera quello dei corrispondenti manufatti e beni contenenti materie prime vergini di una percentuale definita dal gruppo di lavoro di cui all'articolo 5.

Viene introdotto il Repertorio del Riciclaggio (RR): si tratta di un vero e proprio catalogo dei beni oggetto del Decreto aggiornato dall'Osservatorio Nazionale sui Rifiuti (ONR).

Circolare 15 Luglio 2005, N. 5205 – Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del Decreto Ministeriale 8 Maggio 2003, N. 203.

Si tratta della diretta promanazione del D.M. 203/2003 in cui sono gettate le basi concrete per il settore del riciclaggio dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione (CDW). Si riporta la definizione di materiale riciclato fornita dalla direttiva.

Materiale riciclato: *materiale realizzato utilizzando rifiuti post-consumo da costruzione e demolizione.*

Affinché il bene riciclato sia impiegato dalle pubbliche amministrazioni devono essere verificate due condizioni:

- La congruità del prezzo: essa si ritiene rispettata se il prezzo dei materiali riciclati non supera quello relativo ai materiali corrispondenti che si vanno a sostituire;
- I materiali iscritti al RR devono presentare [...] *medesimo uso, ancorché con aspetto, caratteristiche o ciclo produttivo diversi, e prestazioni conformi all'utilizzo cui sono destinati rispetto a quelli realizzati a partire da materiali vergini.*

In conclusione gli aggregati riciclati possono concorrere a determinare il 30% del fabbisogno della pubblica amministrazione solo se iscritti al Repertorio del Riciclaggio. Affinché un materiale sia ammesso al repertorio l'azienda produttrice invia la domanda tramite apposito modello, corredandola con la documentazione tecnica specifica. La

circolare stessa fornisce l'elenco dei requisiti tecnici e prestazionali utili alla redazione della documentazione tecnica.

Ritornando al "materiale riciclato" si evidenzia come la definizione data dalla direttiva faccia ricadere in tale categoria solo rifiuti post - consumo da costruzione e demolizione. A rigore, scarti e sfridi di lavorazione non rientrano in tale categoria, in quanto mai messi sul mercato.

L'impedimento teorico però viene superato dal momento che la circolare stessa prevede che i rifiuti da post-consumo possano essere miscelati con altri materiali (terre e rocce da scavo, inerti industriali, ecc.), pur mantenendo una percentuale minima del 60% all'interno della miscela.

Impianti R.O.S.E.

Gli impianti R.O.S.E. sono una particolare categoria di impianti fissi di riciclaggio (acronimo che sta per Recupero Omogeneizzato degli Scarti in Edilizia) di tecnologia relativamente recente, capace di garantire, a tutt'oggi, il miglior livello qualitativo dell'aggregato riciclato prodotto.

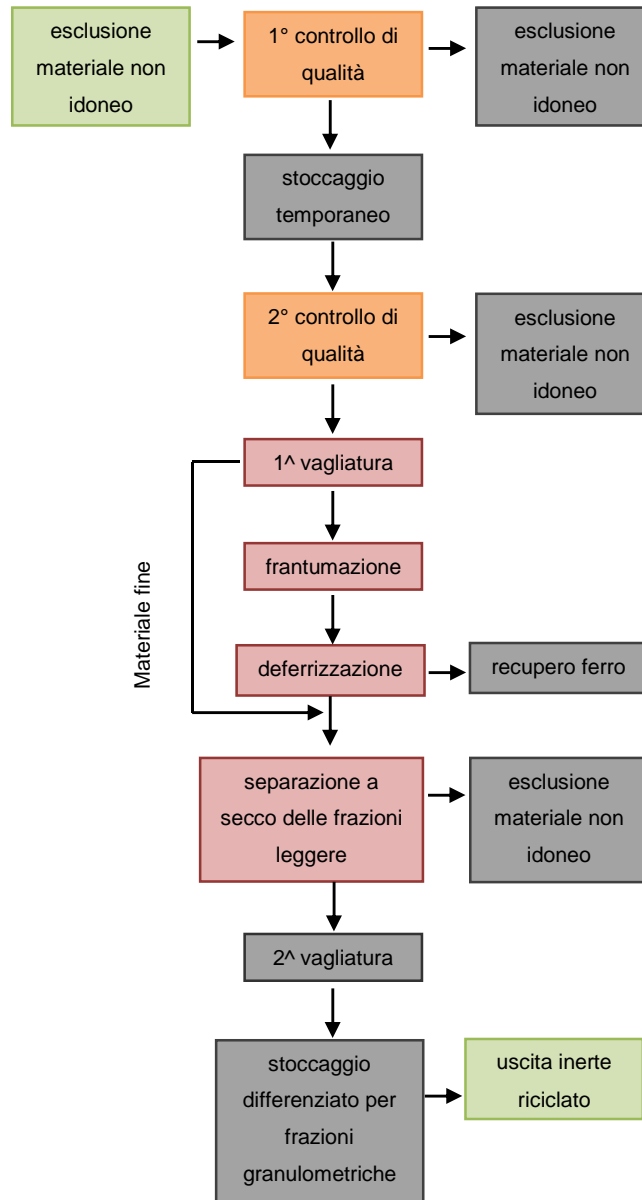


Fig. 34. Schema funzionamento impianto R.O.S.E. . Fonte: www.enco-journal.com

Materiali di ingresso

I materiali che l'impianto valorizza sono fondamentalmente:

- materiali prodotti dalla costruzione e manutenzione delle strade tra cui i prodotti della scarifica o fresatura completa del manto stradale;
- calcestruzzi (armati e non) e cementi;
- rifiuti dell'industria ceramica (gres);
- laterizi e calcinacci;
- rocce e terre di scavo;
- loppa d'altoforno.

La funzionalità dell'impianto sarà tanto maggiore quanto più spinta è la separazione dei materiali già in ingresso. Per questo motivo il materiale viene classificato per categoria e avviato a tre cumuli distinti:

- materiale di tipo misto, proveniente quasi esclusivamente dalle demolizioni;
- materiale fresato;
- calcestruzzi e cementi.

Al cumulo di demolizione mista viene normalmente addizionata la loppa di fonderia con una percentuale che non supera il 10%.

Le grandi demolizioni invece si adattano teoricamente meglio alle operazioni di selezione e separazione preventiva dei materiali.

La necessità fondamentale di questo tipo di raccolta è la garanzia sulla qualità del materiale in termini di:

- assenza di rifiuti pericolosi (es. prodotti in eternit);
- presenza di terra: quest'ultima dovrebbe essere assente dai materiali conferiti in quanto peggiora le caratteristiche prestazionali finali del prodotto recuperato.

A questo riguardo vengono praticati controlli sistematici sul materiale in ingresso. La normativa per quanto riguarda questo aspetto è data dal DM 186/06 (ex. DM 5/02/98). Il test di cessione viene effettuato in 24 ore e deve riscontrare l'eventuale presenza e consistenza di sostanza organica, solfati, metalli pesanti e naturalmente amianto.

Lavorazione

L'obiettivo centrale dell'impianto è conferire utilità futura al CDW e per tale ragione saranno necessarie fondamentalmente due operazioni:

- riduzione dimensionale del materiale tramite la frantumazione;
- separazione in classi granulometriche.

La riduzione dimensionale è molto importante sia per una migliore lavorabilità del materiale che per assicurare una capacità maggiore di compattazione da parte dell'operatore durante un uso successivo del materiale (poter abbassare il più possibile l'indice dei vuoti è garanzia di maggiore stabilità futura).

Si parla di frantumazione quando i rapporti di riduzione del processo si aggirano intorno a $2\div 20$ mentre la macinazione riguarda processi di comminazione più spinti, con rapporti di riduzione attorno a $15\div 200$. La frantumazione avviene con un frantoio, la macinazione con un mulino.

Per consentire ai nostri prodotti di soddisfare le specifiche di tipo granulometrico si ricorre ad un processo di classificazione dimensionale; tale processo viene distinto in:

- classificazione diretta o vagliatura: viene effettuata per mezzo di vagli, griglie etc. e permette di suddividere le pezzature in base alle aperture delle maglie di tali apparecchi;
- classificazione indiretta o classificazione: il metodo utilizzato per separare le diverse granulometrie è basato sulla velocità di sedimentazione delle particelle in un fluido (acqua).

Dato che la vagliatura si rivolge normalmente a dimensioni non inferiori al millimetro è proprio questo il processo che l'azienda impiega per la separazione dimensionale.

Un vaglio non è altro che una superficie munita di aperture uguali e calibrate, normalmente di forma quadrata; il lato di tale quadrato è la dimensione della maglia. Il processo di vagliatura quindi non è altro che la separazione del passato, cioè il materiale che attraversa la superficie, dal rifiuto, ossia il materiale che non riesce ad attraversare la superficie forata.

La Calcestruzzi Ericina Libera Soc. Coop. ha installato dal 2008 l'impianto R.O.S.E. tecnologicamente all'avanguardia, che si presenta con efficienze di trattamento e rimozione elevate delle frazioni indesiderate nel calcestruzzo recuperato (ferro,

plastica, carta, legno, ecc.), riuscendo così a riciclare i rifiuti inerti in aggregati riciclati di natura omogenea.

Osservazioni

Molti studi dimostrano che le proprietà fisiche e meccaniche di un RAC sono fortemente influenzate dalla qualità (natura e dimensioni) dell'aggregato riciclato. Inoltre, i calcestruzzi confezionati con aggregati riciclati, richiedono un quantitativo d'acqua, generalmente, superiore rispetto ai calcestruzzi ordinari, al fine di ottenere lo stesso livello di lavorabilità.

Conseguentemente, la densità del prodotto finito (RAC), la resistenza a compressione e il modulo elastico risultano, molto spesso, inferiori rispetto ai calcestruzzi ordinari.

Peraltro, diverse linee guida, nazionali ed internazionali, sottolineano l'importanza di tale problematica evidenziando la fattibilità di utilizzo di aggregati riciclati in sostituzione della sola frazione grossolana che risulta caratterizzata da assorbimenti d'acqua poco rilevanti se paragonati alla frazione fine.

Un ulteriore approccio eco-sostenibile, per produrre calcestruzzi consiste nell'utilizzo di cenere volante (fly ash) in aggiunta ("filler") o come sostituto parziale o totale della frazione fine degli aggregati (sabbia) o in sostituzione "parziale" del cemento Portland^[14].

8.1.3 Calcestruzzi con ceneri volanti

La cenere volante (FA, *fly ash*) è una polvere fine recuperata dai gas generati durante la combustione di carbone nelle centrali elettriche.

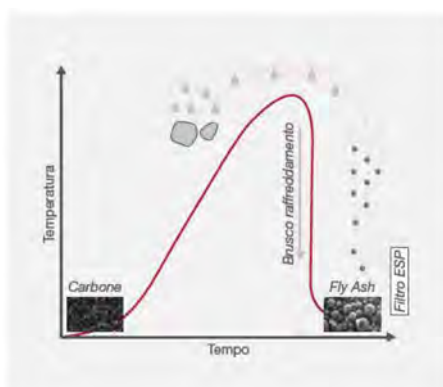


Fig. 35. Schematizzazione del processo di formazione della cenere volante. Fonte: www.gageneral.com

Tale carbone è composto in parte da una serie di minerali che, a seguito delle elevate temperature raggiunte nella camera di combustione, fondono assumendo la forma di minuscole goccioline.

Tali gocce vengono trascinate dai fumi all'esterno della camera di combustione (da qui il nome di *cenere volante*) ed il brusco raffreddamento impedisce la riorganizzazione del reticolo cristallino facendole solidificare con una struttura principalmente amorfa (o altrimenti detta *vetrosa*).

Sono costituite da micro-particelle di forma sferoidale di dimensioni paragonabili a quelle del cemento; da un punto di vista della composizione chimica, in generale una cenere volante è costituita principalmente da silicio, alluminio, calcio, ferro e da quantitativi minori di sodio, potassio, manganese ed elementi in traccia (Tab.6)^[n].

| Centrale termica | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO |
|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|
| Brindisi | 44,9 | 29,2 | 5,1 | 3,7 | 0,9 |
| La Spezia | 43,1 | 28,2 | 5,4 | 4,5 | 1,6 |
| Fusina | 45,7 | 29,7 | 4,2 | 4,8 | 1,1 |
| Vado Ligure | 43,4 | 24,7 | 8,7 | 3,0 | 1,6 |
| Montefalcone | 44,5 | 30,8 | 4,1 | 5,0 | 1,1 |

Tab. 6. Composizione chimica media delle ceneri volanti provenienti da alcune centrali termoelettriche italiane. Fonte: www.gageneral.com

Tali peculiari caratteristiche conferiscono alle ceneri volanti la cosiddetta attività pozzolanica, cioè la capacità di reagire con l'acqua e l'idrossido di calcio per formare fibre C-S-H (silicati di calcio idrati) del tutto analoghe a quelle che derivano dalla reazione di idratazione del cemento.

Tale attività è strettamente connessa alla granulometria e, conseguentemente, alla finezza della cenere^[n].

È stata verificato che la reattività di una cenere, ovvero la sua propensione a reagire con l'idrossido di calcio, è tanto maggiore quanto è più fine la sua granulometria.

L'utilizzo di FA in sostituzione di cemento presenta un duplice effetto benefico:

- in termini di sostenibilità: il suo utilizzo implica una riduzione del quantitativo di cemento richiesto per la miscela;
- riduzione dell'impatto ambientale derivante dalla produzione di calcestruzzo: rappresenta una soluzione per il suo costoso smaltimento come rifiuto.

Inoltre, l'utilizzo di cenere volante in calcestruzzi confezionati con aggregati riciclati, permette di migliorarne le sue proprietà meccaniche, rendendole sostanzialmente confrontabili, entro certi limiti dei rapporti di sostituzione, con quelle di un calcestruzzo ordinario confezionato con aggregati naturali ^[14].

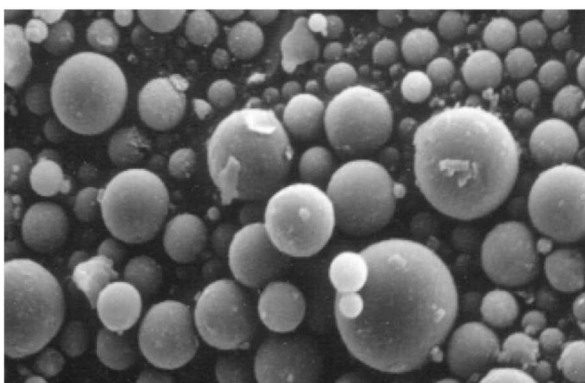


Fig. 36. Cenere volante vista al microscopio elettronico.

Fonte: American Coal Ash Association, *Report No. FHWAIF-03-019 Fly Ash Facts for Highway Engineers*

Si ricorda che secondo la norma EN 206-1 è possibile considerare la FA come legante fino ad un quantitativo massimo in peso pari al 33% della quantità di cemento contenuta nella miscela.

L'uso di cenere volante come sostituto del legante, in accordo con i dosaggi previsti dalla norma, non comporta sostanziali differenze di resistenza rispetto ai calcestruzzi convenzionali; al

contrario, l'aggiunta di cenere volante, oltre i limiti dettati dalla norma, ossia anche come inerte oltre che come legante, porta ad ottenere calcestruzzi che raggiungono valori di resistenza a compressione anche maggiori rispetto al calcestruzzo di riferimento, ma a tempi di maturazione più lunghi dei canonici 28 giorni ^[n].

Ciò che fondamentalmente si è riscontrato negli studi, svolti per l'azienda General Admixtures di Ponzano Veneto, su calcestruzzi con aggregati riciclati e con uso di ceneri volanti è che la capacità di assorbimento d'acqua degli inerti riciclati condiziona negativamente sia la lavorabilità che le performance meccaniche del calcestruzzo ed il decadimento delle caratteristiche del calcestruzzo è maggiormente evidente quanto maggiore è la quantità di RCA.

L'utilizzo di cenere volante migliora sensibilmente la lavorabilità del calcestruzzo; tale vantaggio è evidente per rapporti "fly ash/cemento" maggiori di 0.33 ^[n].

Dalle prove di compressione eseguite si evince che la sostituzione del 30% di aggregati naturali con riciclati (frazione grossa) porta ad ottenere calcestruzzi con caratteristiche

di resistenza ancora accettabili rispetto ai calcestruzzi convenzionali; all'aumentare del quantitativo di aggregati riciclati immessi nella miscela (60% e 100%) diminuisce la resistenza meccanica, essenzialmente a causa della presenza di inerte riciclato di piccole dimensioni che si rivela particolarmente deleterio.

Le prove di trazione indiretta ("prova brasiliana") hanno mostrato che all'aumentare della percentuale di aggregati riciclati anche la resistenza a trazione decresce in maniera sostanzialmente proporzionale a quella a compressione.

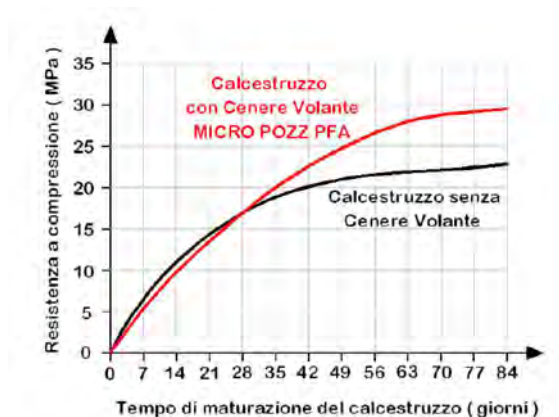


Fig. 37. Incremento delle prestazioni meccaniche. Fonte: [o]

Le applicazioni

L'utilizzo delle ceneri volanti all'interno dei calcestruzzi per opere civili, industriali, commerciali, pubbliche e private, è diffuso da oltre 50 anni. Le quantità sono in rapido aumento per ragioni economiche, tecnologiche ed ambientali.

Nei lavori autostradali ceneri volanti si usano, per esempio, per calcestruzzi ad alta prestazione e ad elevata durabilità nei ponti e nei viadotti, per gli stabilizzati nei sottofondi delle strade e delle pavimentazioni, nei riempimenti fluidi di trincee e cavità, per gli SCC (Self Compacting Concrete), per le malte, le boiacche, i riempimenti strutturali e come filler in genere (anche come filler nei conglomerati bituminosi).

Nelle strutture massicce (plinti, pilastri, pulvini, platee di fondazione, muri di sostegno, rivestimenti di gallerie, ecc.) l'uso della cenere volante è particolarmente efficace poiché permette di ridurre la fessurazione dovuta all'incremento delle temperature causate dallo sviluppo del calore di idratazione del cemento^[o].



Fig. 38. Riduzione della porosità e delle efflorescenze nel calcestruzzo per minor contenuto di Ca(OH)_2 libero. Fonte: [o]

Nel nostro paese l'uso della cenere volante sta crescendo e alcune applicazioni importanti lo sono il Passante di Mestre, le Torri Alte, il Mose a Venezia, solo per citare alcuni esempi.

L'uso delle ceneri volanti all'interno dei calcestruzzi ha anche un beneficio nei confronti dell'ambiente poiché, grazie al miglioramento della durabilità del materiale, la vita utile delle strutture aumenta considerevolmente. Inoltre in questo modo si riutilizzano prodotti secondari e si riduce il consumo di materie prime naturali e di energia, oltre che di emissione di CO_2 in atmosfera.

In realtà i Governi dei paesi più avanzati stanno sempre più favorendo l'uso delle cosiddette Materie Prime Secondarie; vale a dire quei prodotti, come le ceneri volanti, che sono a valle di un processo produttivo e che possono essere le materie prime per un successivo processo che porta ad altri prodotti.

8.1.4 Le problematiche sull'uso

Come precedentemente indicato al punto 8.1, la normativa attuale impedisce di progettare una struttura di calcestruzzo con inerti riciclati con caratteristiche di resistenza strutturale. La massima percentuale di inerti riciclati consentita dipende dalla resistenza del calcestruzzo, e si aggira intorno al 20-25%. I fabbricatori, invece, riutilizzano generalmente parte dei loro scarti di lavorazione all'interno del ciclo produttivo (all'incirca il 5%).

8.2 Acciaio

L'acciaio è il materiale riciclabile al 100% e all'infinito, senza alcuna perdita di prestazioni.

Un parametro fondamentale per valutare la sostenibilità dell'acciaio è il tasso di riciclo, ovvero la percentuale di materiale che viene dismesso, recuperato e riutilizzato. Questo tasso è molto elevato per il materiale in questione, ma varia da prodotto a prodotto. Nelle costruzioni, per esempio, esso raggiunge livelli particolarmente elevati: 98% per le travi, 65-70% per le barre di armatura.

L'acciaio riciclato rappresenta il 40% della risorsa ferrosa mondiale per l'industria siderurgica⁶.



Fig. 39. Il circuito del riciclo. Fonte: www.constructalia.com

Gli elementi in acciaio non vengono spesso utilizzati nell'edilizia residenziale perché richiedono un alto dispendio energetico per la loro produzione, ma il vantaggio del loro utilizzo sta nella possibilità di essere smontati, riciclati, e quindi riutilizzati per nuove strutture. Un esempio è la torre per gli uffici del New York Times, inaugurata nel 2007 e progettata da Renzo Piano, dove la "seconda pelle" di ceramica è sorretta da una sottile struttura in acciaio del quale ben il 75% proviene da riciclo.

Più recentemente, a causa della dismissione della nave Costa Concordia, circa 50 000 tonnellate di acciaio sono state recuperate dall'acciaieria di San Zeno Naviglio e da quella di Lonato del Garda. L'acciaio recuperato è stato rifuso nei forni elettrici per ricavare materiali destinati soprattutto alle costruzioni edili.

⁶ Dato fornito da Constructalia. Fonte: <http://www.constructalia.com/>

8.3 Il legno

Il legno è un materiale ecosostenibile molto usato in edilizia, con l'importante capacità di essere riciclabile più volte.

Il suo utilizzo implica necessariamente una deforestazione, dannosa per l'ambiente, evitabile qualora il legno utilizzato fosse riciclato o proveniente da zone di riforestazione programmata.

Il legno riciclato viene classificato in base al momento del suo impiego: legno riciclato pre/post-consumo.

Si definisce legno riciclato pre-consumo quello proveniente da scarti di lavorazione e recuperato prima che venga impiegato come mobile o pavimento. Lo si recupera principalmente da segherie o mobilifici, ed è costituito da sfridi, trucioli e segatura.

Viene invece definito legno riciclato post-consumo quello recuperato da oggetti che, dopo il loro utilizzo, andrebbero altrimenti conferiti in discarica. Questo tipo di legno può essere recuperato sia in campo industriale (pallet, imballaggi, tappi da sughero, vecchie travi di legno, infissi, ecc.), che in campo domestico (mobili, oggetti rotti, ecc.).

Se non trattato il legno è totalmente riciclabile e può essere utilizzato per farne pannelli truciolari per i mobili ed impiegato in edilizia, ad esempio per blocchi di legno cemento oppure compost.

Per quanto riguarda strutture portanti in legno, i pannelli riciclati non vengono utilizzati. Se vecchie travi in legno, o altri tipi di componenti dello scheletro portante in legno di una struttura, non presentano significativi segnali di usura e di perdita di resistenza, possono essere riutilizzati in una nuova costruzione; in tal caso però non si parlerebbe più di riciclo, ma di riuso di un elemento costruttivo.

9. Pareti perimetrali verticali

9.1 Elementi in calcestruzzo vibrocompresso con inerti riciclati

Il calcestruzzo vibrocompresso è un prodotto molto diverso dal “calcestruzzo colato” usato nelle costruzioni: le vibrazioni e compressioni applicate in produzione non possono facilmente essere riprodotte su un provino e per tale ragione non si può più fare riferimento alla resistenza caratteristica a compressione R_{ck} del calcestruzzo, ma a quella di resistenza del manufatto. Tali calcestruzzo ha una massa volumica di 2000–2200 kg/m³, che può essere ridotta, usando argilla espansa, fino a 1500 kg/m³, e anche meno.

Le norme stabiliscono come misurare la resistenza:

- per le lastre (UNI EN 1339) e cordoli stradali (UNI EN 1340), si effettuano prove di rottura a flessione di singoli elementi;
- per i blocchi per muratura (UNI EN 771-3), si effettuano prove di rottura per compressione dei blocchi.

I prodotti vibrocompressi, una volta stagionati, possono essere sottoposti a speciali lavorazioni: splittatura, pallinatura, burattatura e anticatura.

9.2 Papercrete e Paracrete ^[9] [r]

Carta e cartone sono materiali che vantano le proprietà di leggerezza, costi contenuti, versatilità e una buona compatibilità ambientale.

Vengono utilizzati in diverse categorie di prodotti e componenti per l'edilizia che possono essere raggruppati nelle seguenti categorie:

- pannelli (sandwich a nido d'ape, alveolari tipo “gridcore”, porte, ecc.);
- casseforme (generalmente a sezione circolare o quadrata);
- materiali isolanti (sfusi o in pannelli);
- blocchi o conglomerati a base di carta (papercrete – cartacemento, fidobe - adobe fibroso o terra armata, hybrid adobe);
- altri materiali (finiture, intonaci, ecc.).

Le principali innovazioni nell'utilizzo della carta da macero a fini edificatori si riferiscono alla produzione di intonaci, di conglomerati cementizi, di blocchi e pannelli portanti e di tamponamento per murature in elevazione (papercrete, fidobe, hybrid adobe), fino alla realizzazione di strutture verticali e orizzontali portanti in cartone e alla produzione di lastre o pannelli strutturali.

Si contano già numerose sperimentazioni ed esempi di applicazioni negli USA per quanto riguarda i primi elementi nominati. Sono materiali facili da reperire perché non richiedono carta da macero particolarmente selezionata e possono includere anche fibre di origine vegetale e quantità di cemento relativamente piccole; attualmente sono autoprodotti a piè d'opera con semplici miscelatori ma sono anche suscettibili ad essere prodotti a livello di piccola/media industria.

Nel caso delle strutture portanti si tratta di sperimentazioni condotte prevalentemente in Giappone, Europa ed Australia che utilizzano carta proveniente da fibra vergine o carta di recupero proveniente da una filiera selezionata. È necessario uno studio sugli appositi nodi per la connessione tra gli elementi e lo sviluppo di soluzioni specifiche per risolvere i problemi di messa in opera, durabilità, manutenzione, ecc.

Il papercrete è stato riscoperto sin dal 1980, indipendentemente uno dall'altro, da James Moon di Tucson, in Arizona, e da Eric Patterson di Silver City nel New Mexico e da Mike McCain di Crestone in Colorado. Sarebbe meglio affermare che è stato riscoperto poiché il papercrete non è una novità assoluta. Infatti fu brevettato nel 1928, ma il brevetto non venne di fatto utilizzato perché tale materiale era talmente facile ed economico da realizzare che non avrebbe garantito alcun profitto significativo. Il papercrete è un conglomerato ottenuto dall'unione di carta riciclata e cartone con sabbia e cemento Portland^[15].

Attualmente esistono decine di case in papercrete completate o in costruzione. Due case in particolare riflettono lo stato dell'arte: la casa di Andy Hopkins a Crestone e l'ampliamento della casa in balle di paglia di Virginia Nabity a Cortez in Colorado realizzate entrambe nel 1999.

La preparazione dei blocchi

La creazione di tali blocchi è molto semplice e non richiede necessariamente attrezzature sofisticate. I componenti di base necessari sono: carta, cemento, sabbia e acqua.

Dopo aver sminuzzato in piccoli pezzi carta e cartone, viene aggiunta dell'acqua e il tutto viene amalgamato con un mixer da stucco. Fondamentale è la successiva eliminazione dell'acqua in eccesso dalla pastella ottenuta.

In parallelo vengono uniti omogeneamente la sabbia e il cemento che solo successivamente, gradualmente, verranno uniti al primo impasto.

Nel caso del miscelatore da 750 litri si considera la seguente miscela:

- 600 litri d'acqua;
- circa 30 chili di carta;
- da 20 a 85 chili di cemento;
- da 0 a 30 chili di sabbia.

Un basso contenuto di cemento garantisce migliori proprietà termiche, ma minori proprietà meccaniche, mentre miscele ricche di cemento producono l'effetto contrario.

La presenza di sabbia permette di aumentare la resistenza ed il peso dei blocchi (massa termica) e migliora il comportamento al fuoco. Nel caso in cui vi siano rischi di contatto con acqua è meglio incrementare il contenuto di cemento nella miscela.

Sebbene la carta rappresenti solamente poco più del 25 % in peso del materiale secco utilizzato nella produzione dei blocchi, può facilmente superare il 50% del volume del prodotto finito.

In tutti gli elementi che debbono avere il massimo potere isolante è opportuno evitare di introdurre sabbia che diminuirebbe significativamente la resistenza termica.

L'impasto di papercrete è composto per circa l'85% di acqua; la maggior parte dell'acqua si perde nella formazione dei blocchi, quella rimanente evapora non appena la miscela fa presa lasciando milioni di piccoli alveoli che sono il motivo della leggerezza e delle proprietà isolanti del papercrete.

L'impasto viene lasciato riposare per circa tre settimane in appositi casseri in un ambiente ventilato.

Una volta seccato il papercrete è un materiale leggero con un ottimo potere isolante ($R=0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ per centimetro di spessore), conserva la sua forma anche se bagnato e possiede una resistenza a compressione di circa 20-110 kg/cm^2 .

Possiede inoltre le determinate caratteristiche:

- spessore variabile, tipicamente da 10 a 50 cm
- lunghezza e larghezza variabile, tipicamente da 40 ad oltre 100 cm
- peso specifico 300-1600 kg/m^3
- conduttività termica 0,01 W/mK
- capacità termica 940 J/K

L'utilizzo di blocchi e di casseri presenta pro e contro di diversa natura. L'uso dei blocchi richiede la preparazione di casseforme che devono essere riempite per lasciare asciugare i blocchi a piè d'opera occupando l'area di cantiere, d'altra parte l'uso di casseri e del getto in opera dei muri ritarda l'essiccazione delle pareti che inizia realmente quando l'ultimo secchio di papercrete è colato nei casseri.

Volendo optare per l'uso di casseri è opportuno predisporre una struttura in legno che funzioni sia da struttura di tenuta dei casseri che come elemento collaborante dal punto di vista statico. La struttura verticale relativa alle finestre dovrebbe essere prolungata fino a terra per garantire una certa stabilità e permettere un facile inserimento degli infissi in una fase successiva.

Aggiungendo alla pasta di carta della terra si ottiene un parente prossimo del papercrete, il "fidobe", acronimo per "adobe fibroso". Questo materiale presenta, rispetto al papercrete, il vantaggio di non utilizzare il cemento, perciò è più economico perché la terra è disponibile in loco e non costa nulla.

Il fidobe è relativamente leggero, ha un buon potere isolante, è resistente e può essere dipinto. I blocchi non si deteriorano se esposti alla pioggia perché le fibre cellulosiche fungono da collante, ma il maggior inconveniente è che si essicano molto lentamente. Il tempo di essiccazione del papercrete, al contrario, può essere ridotto aumentando la percentuale di cemento nella miscela.

Miscelando cemento ad un impasto di fidobe si ottiene un composto ibrido (Hybrid adobe) più stabile del fidobe e meno costoso del papercrete.

Esempio di applicazione: doposcuola a Westcliff on Sea

Il progetto è stato promosso dallo studio Happold, consulente di Shigeru Ban per



Fig. 40. Westborough School di Westcliff on Sea (Essex, Inghilterra). Fonte: [s]

diversi progetti tra cui il padiglione giapponese di Expo 2000 ad Hannover. Tale studio ha incontrato l'esigenza della Westborough School di costruire un edificio per il doposcuola, richiesta veicolata da Cottrell & Vermeulen Architecture e realizzato da un team di aziende e di imprese composto da Paper Marc Ltd, Essex Tube Windings Ltd, Quinton and Kaines, CG

Franklin Ltd, Cory Environmental Trust di Southend-on-Sea, tutti interessati a sviluppare la ricerca e la realizzazione di componenti in cartone da carta da macero^[5].

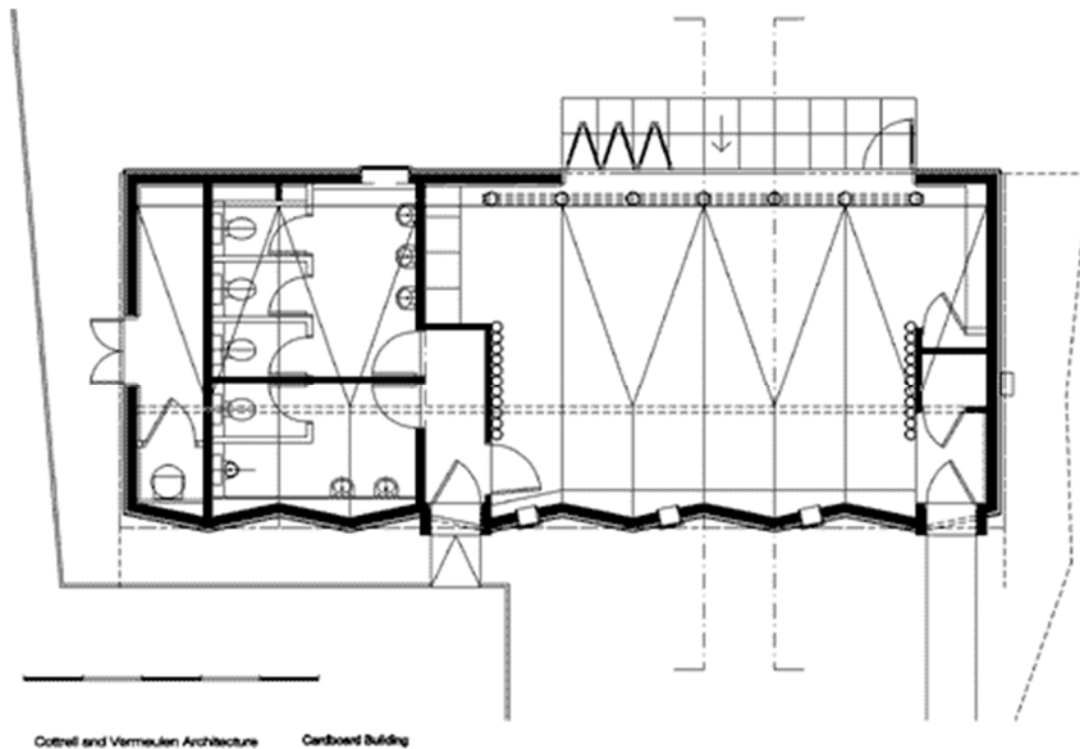


Fig. 41. Pianta piano terra della Westborough School di Westcliff on Sea (Essex, Inghilterra). Fonte: [s]

L'obiettivo principale del progetto era di tipo ambientale: il gruppo intendeva infatti dimostrare la fattibilità costruttiva di un edificio, permanente e di media durata, realizzato con un sistema di componenti in cartone derivati dal riciclo della carta, la quale avrebbe rappresentato il 90% del materiale impiegato nella costruzione.

Le fasi del progetto sono state:

1. redazione del progetto architettonico con la partecipazione diretta degli scolari;
2. costruzione di un modulo prototipo sperimentale per la verifica di fattibilità tecnologica del sistema che ha comportato numerose modifiche delle specifiche tecniche e per testare le prestazioni dei componenti;
3. realizzazione della piattaforma in calcestruzzo in sito
4. produzione dei componenti sperimentali;
5. montaggio dei componenti che ha richiesto nove settimane di lavoro;

L'obiettivo del 90% di riciclabilità non si è potuto realizzare per la necessità di costruire le capriate di sostegno della copertura in legno.

Tuttavia l'utilizzo dei componenti in carta è stato di oltre il 50% che è un ottimo risultato per un edificio sperimentale.

9.3 Mattoni polimerici

Almeno il 25% dei polimeri presenti nel totale dei rifiuti plastici sono inadatti al riciclaggio^[t]: purtroppo alcuni prodotti di plastica contengono polimeri che non sono adatti ai processi di rigenerazione e, per questi materiali, non è possibile operare la raccolta differenziata. Si cercano quindi soluzioni alternative per evitare lo spreco e recuperare quanta più plastica possibile.

Un gruppo di ricercatori europei provenienti da Spagna, Lettonia e Lituania hanno sviluppato una tecnologia per la produzione di materiali da costruzione simili al calcestruzzo, partendo da polimeri provenienti da rifiuti plastici.

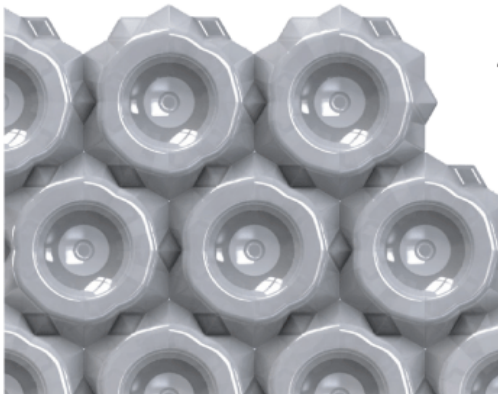
Avviato nel gennaio 2005 e finanziato dal programma europeo Eureka⁷, il progetto si chiama Sandplast (Quality Building Materials From Polymer Waste), e ha sviluppato una tecnologia per la produzione di materiali che partendo dai rifiuti plastici, poco o non riciclabili, porta alla produzione di una nuova sostanza legante da utilizzare in edilizia. Tale sostanza, miscelata a filler inerti come la sabbia, permette di realizzare mattoni polimerici simili al calcestruzzo, ma privi di questo materiale, leggeri e con ottime proprietà isolanti. Il materiale da costruzione così ottenuto ha il vantaggio, rispetto al calcestruzzo, di assorbire una quantità inferiore d'acqua, risultando quindi più affidabile in particolari condizioni ambientali, come ad esempio il clima gelido.

Un progetto simile è portato avanti anche dalla americana Sioplast International Corporation che dal 2005 ha brevettato un sistema produttivo per un materiale composito simile al cemento che incorpora sabbia silicea al 75% e polimeri termoplastici misti al 25% provenienti da rifiuti domestici tritati legati per mezzo di calore (300°C) e pressione^[u].

⁷ Il progetto EUREKA Eurostars è un: «programma di finanziamento europeo, gestito dall'iniziativa pan-europea EUREKA, con l'obiettivo di sostenere la Ricerca e lo Sviluppo orientati al mercato, con la partecipazione attiva di specifiche ricerche e lo sviluppo delle piccole e medie imprese. Eurostars stimola la Ricerca collaborativa internazionale e progetti di Innovazione. La sua missione è quella di supportare imprenditori attivi nella Ricerca e nello Sviluppo finanziando le loro attività di Ricerca permettendo loro di competere a livello internazionale e diventare leader del loro settore». Fonte: <https://www.ricercainnovazione.it/fondi-europei>

In Argentina è stata sviluppata una nuova tecnologia, messa a punto da un'equipe di ricercatori del Ceve - Centro de Vivienda Económica del Conicet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), con cui si costruiscono case utilizzando mattoni realizzati con la plastica riciclata. Riducendo gli scarti in frammenti e mescolandoli con il cemento Portland, si ottiene la produzione di un mattone più economico, più isolante e più leggero.

Da Taiwan, invece, arriva in commercio un mattone polimerico che unisce l'architettura post-consumo con nuovi materiali ecocompatibili. Il sistema costruttivo per pareti Polli-Brick, progettato da Miniwiz e scelto come involucro per il Far Eastern Group Fashion Pavilion in Taipei per l'Expo 2010, si basa su contenitori in PET riciclato, che costituiscono il modulo base e possono essere assemblati per incastro grazie alla loro forma cilindrica sagomata. Assemblati, questi moduli, creano una struttura leggera e resistente che può essere usata come parete, tetto, come fonte luminosa o vasi porta piante.



I materiali plastici hanno un ciclo di vita di lunga durata e costituiscono una forte minaccia per l'ambiente se non integrati in un processo di riuso o riciclo.

Fig. 42. Elementi Polli-brick.

Fonte:<http://www.miniwiz.com/miniwiz/en/products/buildingmodules/polli-brick>

10. Infissi interni verticali

10.1 Il PVC

Il PVC in edilizia viene utilizzato maggiormente per tubi, raccordi, finestre, porte, avvolgibili, persiane, canaline, coperture, gronde, pavimenti, membrane, rivestimenti cavi elettrici e parati.

La normativa di riferimento è la UNI 10667 *“Materie plastiche da riciclo”* e, nella revisione del 30 luglio 2010 della UNI 10667-6, il PVC da riciclo è designato in base alla provenienza:

- scarto industriale e da pre-consumo (1);
- materiale post-consumo: recupero di serramenti in PVC di riciclo installati in edifici (2).

Può essere inoltre specificato in base alla destinazione di processo:

- PVC da riciclo per utilizzo in estrusione (E);
- PVC per utilizzo in stampaggio (S).

Infine in base alla forma:

- macinato (ma);
- granulo (gr);
- polvere (po).

Esempio: R PVC – 1 – E – ma (PVC riciclato da scarto industriale, da riciclo per utilizzo in estrusione, PVC macinato)

Entrando nuovamente in un ciclo di produzione, il PVC viene definito come una materia prima seconda (per la definizione si rimanda al Cap. 3.2).

Gli schemi di raccolta e riciclo specifici per le finestre sono ormai ben consolidati in alcuni paesi come l'Austria e Germania e in Italia il consumo del PVC rigido nel 2009 è stato di 445.000 tonnellate e di quello plastificato di 285.000 tonnellate^[v].

Nel complesso, la produzione del riciclato può essere stimata in circa 70 kton, con una quota della componente post-consumo dell'ordine del 20%.

Si osservi che il PVC da riciclo viene normalmente utilizzato con percentuali variabili di polimero vergine. Non vi è quindi la possibilità di suddividere il consumo per settori di sbocco, ma si può indicare solo orientativamente quali sono i mercati a cui è prevalentemente indirizzato.

Il piano decennale Vinlyl 2010 pone gli obiettivi principali per la sostenibilità del PVC, minimizzando gli impatti ambientali, promuovendo l'uso responsabile di additivi, supportando e promuovendo li schemi di recupero e riciclo.

Nel contesto del recupero e riutilizzo è stato sviluppato il progetto denominato Recovinyll e si è creata una rete di riciclo a livello europeo, di cui fanno parte attivamente circa 110 enti riciclatori.

Tramite l'azione di Recovinyll, il PVC di post-consumo è passato da 14.000 tonnellate nel 2005 a circa 186.000 tonnellate nel 2009 (106.000 di PVC rigido e 80.000 di PVC flessibile)^[v].

Vinyloop [v] [w]

E' un impianto pilota realizzato a Ferrara in modo da separare il PVC contenuto in strutture composte.

Il metodo utilizzato permette di separare il compound di PVC dagli altri materiali (plastica, gomma, metalli, ecc) per mezzo di dissoluzione selettiva e filtrazione. Il PVC così rigenerato (R-PVC) può essere ri-processato per estrusione, calandratura o iniezione.

Vinyloop Ferrara Spa ha ricevuto i finanziamenti di Vinyl 2010 a causa del suo attivo impegno nella pratica del riciclo del PVC.

Si possono ottenere scarti di PVC da diverse fasi:

A - scarti prodotti durante la realizzazione del manufatto;

B - scarti prodotti nella fase di realizzazione del prodotto che verrà immesso sul mercato;

C - scarti prodotti durante la posa in opera del prodotto;

D - recupero dei prodotti giunti a fine vita;

E - raccolta dei prodotti a fine vita;

F - riciclo dei materiali dalla raccolta.

Si possono individuare dei gruppi omogenei di prodotti da cui si può recuperare PVC:

1- tubi/raccordi/canaline, utilizzati in impianti posti all'interno dei fabbricati o di opere edili;

2- tubi/ raccordi per impianti di acquedotto, fognatura e irrigazione;

3- finestre/ porte/ avvolgibili/ persiane/ gronde/ profili vari;

4- pavimenti/ guaine;

5- cavi elettrici

Viene riportata una tabella in cui si mettono in correlazione le fasi in cui è possibile ottenere degli scarti di PVC e le tipologie di prodotti da cui si ricavano, per indicare se gli scarti possono essere recuperati o riciclati.

Per l'interpretazione in tabella è necessario considerare le lettere per le fasi e i numeri per i prodotti.

| FASE | GRUPPO | | | | |
|------|--|--|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | Scarti di produzione riciclati nello stesso processo produttivo | Scarti di produzione riciclati nello stesso processo produttivo | Scarti di produzione riciclati nello stesso processo produttivo | Scarti di produzione riciclati nello stesso processo produttivo | Scarti di produzione riciclati nello stesso processo produttivo |
| B | --- | --- | Scarti di produzione di finestre, ecc. vengono raccolte e riciclate per realizzare altri prodotti | --- | --- |
| C | Scarti di posa recuperati e riciclati per l'utilizzo di altri prodotti | Scarti di posa recuperati e riciclati per l'utilizzo di altri prodotti | Scarti di posa recuperati e riciclati per l'utilizzo di altri prodotti | Diventa rifiuto | Diventa rifiuto |
| D | Non recuperato | Parzialmente recuperato | Recuperato e riciclato | Non recuperato | Recuperato e riciclato |
| E | Attuabile con altri materiali | Attuabile | Attuabile | Attuabile con altri materiali | Attuabile |
| F | Attuabile | Attuabile | Attuabile | Attuabile | Attuabile |

Tab. 7. Scarti di PVC riciclabili e/o recuperabili. Fonte: Materiale rilasciato alla conferenza "Il circuito del recupero e del riciclo del PVC- Lo stato dell'arte in Italia e in Europa" degli Ing. Piana e Perucca, referenti di PVC Forum Italia.

Qualora il PVC recuperato abbia delle impurità, si ha la necessità di rispettare attentamente quattro fasi: l'identificazione del rifiuto, il recupero dello stesso, il pre-trattamento e il riciclo.

Per quanto riguarda l'identificazione, essa si concentra sulla determinazione dei bacini di recupero e dei relativi settori di provenienza:

- demolizione degli edifici da cui derivano prodotti con impurità;
- scarti di produzione e di posa da cui derivano prodotti puliti;
- sostituzione di componenti giunti a fine vita da cui derivano prodotti puliti e non.

Per il recupero se ne possono occupare diversi enti, come l'azienda specializzata in demolizioni che opera una selezione dei materiali in cantiere o l'impresa edile che opera una selezione dei materiali con cassoni di deposito. Un'altra possibilità è che se ne occupi la società comunale di gestione dei rifiuti, che opera una selezione dei

materiali tramite centri di conferimento in cui l'utente può disporre di cassoni singoli e separati al fine di stoccare materiali differenti.

Il recupero implica il trasporto dai punti di produzione dello scarto ai punti di riutilizzo, sia organizzato in proprio che da terzi.

La fase di pre-trattamento consiste essenzialmente nella pulizia-lavaggio e frantumazione del materiale e, per tale ragione, le aziende che devono operare il riciclo dovranno disporre di impianto idoneo.

Alcune aziende hanno cominciato ad inserire il R-PVC nel ciclo di produzione di serramenti, ma è ancora poco diffuso e viene per lo più utilizzato per membrane isolanti, tubi, tessuti sintetici, materassini e calzature.

10.2 Alluminio

L'alluminio rientra in quelle che vengono definite le materie prime secondarie, ovvero quei materiali che possono essere riciclati più volte consentendo un risparmio energetico, economico e ambientale.

L'alluminio proviene principalmente dalla raccolta differenziata dei rifiuti urbani, in particolare dagli imballaggi (lattine per bevande, scatole per alimenti, bombole aerosol, chiusure per bottiglie e vasi, tubetti, vaschette, fogli sottili, involucri, ecc.).

Il riciclo dell'alluminio consente di risparmiare ben il 95% dell'energia richiesta rispetto all'estrazione dalla bauxite. Per ricavare un chilogrammo di alluminio dalla bauxite servono 14 kWh mentre per ottenere la stessa quantità dal riciclo servono solo 0,7 kWh d'energia.

Nel 2011 in Italia sono state riciclate 40.800 tonnellate di imballaggi in alluminio, pari al 60,7% dell'immesso sul mercato, pari a 67.200 tonnellate, con evidenti risparmi sia di materiale, sia energetici^[x].

Il rifiuto dal quale si estrae l'alluminio può essere mono o multimateriale e per tale ragione si necessita di un impianto di separazione e primo trattamento. Si separano eventuali metalli magnetici (ferro) da altri materiali diversi (vetro, plastica, ecc.) tramite un separatore che funziona a correnti parassite generate dal campo magnetico presente.

I metalli così separati, vengono poi pressati in balle e portati alle fonderie, dove, dopo un controllo sulla qualità del materiale, vengono pretrattati a circa 500° per eliminare vernici o altre sostanze estranee aderenti, mentre la fusione avviene poi in forno alla temperatura di 800°, fino ad ottenere alluminio liquido che viene trasformato in lingotto.

L'alluminio riciclato ha proprietà equivalenti a quello originario, e può essere impiegato per nuovi imballaggi, industria automobilistica ed edilizia.

Il Ministero dell'ambiente, attraverso il **DM 25/07/2011** *“Adozione dei criteri minimi ambientali da inserire nei bandi di gara della Pubblica Amministrazione per l'acquisto di prodotti e servizi nei settori della ristorazione collettiva e fornitura di derrate alimentari e serramenti esterni”*, ha dato alle pubbliche amministrazioni la possibilità di

inserire nei propri appalti i criteri ambientali attraverso il Gpp⁸ e, la normativa **UNI EN ISO 14021** *“Etichette e dichiarazioni ambientali-Asserzioni ambientali auto-dichiarate”* ha definito le indicazioni su come comunicare le percentuali di materiali riciclati contenuti nei prodotti.

Nel 2012 l’Unccsaal (unione nazionale costruttori serramenti alluminio acciaio e leghe) e Icmq (organismo di certificazione nelle costruzioni) hanno redatto le *“UX84-Linee guida per la convalida del contenuto di riciclato nei serramenti, facciate continue e accessori in alluminio”* con l’obiettivo di fornire ai produttori utili indicazioni per il calcolo della percentuale di riciclato.

Come afferma Ugo Pannuti, responsabile della certificazione volontaria di prodotto Icmq, l’utilizzo di materiali riciclati nei prodotti per le costruzioni è divenuto più frequente non soltanto per prevenire lo sfruttamento di risorse esauribili e per ridurre il quantitativo di materiale da smaltire in discarica, ma perché risulta premiante negli schemi di certificazione per la sostenibilità degli edifici come Leed e Itaca.

La convalida da parte di un ente terzo indipendente come Icmq fornisce maggiore autorevolezza e credibilità alle dichiarazioni in materia di sostenibilità ambientale approntate dai produttori ^[v].

Utilizzare materiali riciclati per serramenti, facciate continue e prodotti in alluminio e avere in tal senso una certificazione, può essere per le imprese un vantaggio considerevole anche per lavori con la Pubblica amministrazione. Infatti la legislazione italiana ha garantito la possibilità agli Enti pubblici virtuosi di acquistare, nell’ambito dei propri appalti, serramenti sostenibili dal punto di vista ambientale: il decreto *“Acquisti Verdi”* del 25/07/11 contiene le modalità di utilizzo dello strumento volontario del Green Public Procurement – Gpp (Acquisti pubblici verdi) per rispettare i criteri ambientali minimi da inserire nei bandi di gara. Da questo punto di vista

⁸ Green Public Procurement: è definito dalla Commissione europea come “[...] l’approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull’ambiente lungo l’intero ciclo di vita”. Si tratta di uno strumento di politica ambientale volontario che intende favorire lo sviluppo di un mercato di prodotti e servizi a ridotto impatto ambientale attraverso la leva della domanda pubblica. Le autorità pubbliche che intraprendono azioni di GPP si impegnano sia a razionalizzare acquisti e consumi che ad incrementare la qualità ambientale delle proprie forniture ed affidamenti.

Fonte: <http://www.minambiente.it/pagina/gpp-acquisti-verdi>

un'impresa che presenta un prodotto realizzato con materiale riciclato e rispettoso delle caratteristiche di sostenibilità avrà maggiore possibilità di vincere questo tipo di appalti.

«UX 84 entra a far parte della biblioteca tecnica Uncsaal – ha dichiarato Paolo Rigone, Direttore Tecnico di UNCSAAL - e rappresenta un documento fondamentale per fornire alle aziende linee guida chiare per un tema sempre più emergente quale quello della sostenibilità. Di fronte ad un tema così ampio l'involucro dell'edificio gioca un ruolo molto importante e complesso; la scelta è stata dunque quella di predisporre un documento fortemente orientato a dare supporto al costruttore di serramenti e facciate nel rispondere in modo adeguato a quanto gli viene chiesto sempre più spesso circa il contenuto di riciclato dei materiali e prodotti che utilizza per realizzare l'involucro degli edifici »^[v].

All'interno delle linee guida viene definito il contenuto di materiale riciclato come la porzione, in massa, di materiale riciclato in un prodotto da costruzione. Solo i materiali pre-consumer e post-consumer⁹ possono essere considerati ai fini della determinazione del contenuto di materiale riciclato.

Il fabbricante deve predisporre un'Asserzione Ambientale Autodichiarata, in base alla norma UNI EN ISO 14021, nella quale deve anche esplicitare la quantità di materiale pre e post-consumo presente.

L'asserzione è opportuno che venga convalidata dall'ente terzo, in questo caso l'Icmq, che verificherà se la stessa sia conforme alla norma sopra citata.

Per determinare il contenuto del materiale riciclato, il fabbricante deve predisporre di una procedura documentata che includa almeno:

- l'identificazione del prodotto oggetto dell'Asserzione ed eventuali criteri per l'accorpamento dei prodotti simili;
- la descrizione del processo produttivo con identificazione dei flussi di materiali in ingresso, dei processi di lavorazione e delle modalità di registrazione dei parametri di processo rilevanti ai fini della determinazione del contenuto di materiale riciclato;

⁹ Le definizioni di materiale pre-consumo e post-consumo viene riportata nelle linee guida, ma fa riferimento a quelle rilasciate dal LEED (Cap. 12.1.2).

- la classificazione dei materiali in ingresso in base all'origine;
- l'identificazione del periodo temporale a cui fanno riferimento i dati raccolti al fine della predisposizione dell'Assertione;
- l'identificazione delle modalità per la raccolta dei dati relativi alla massa di ciascuno dei materiali in ingresso nel periodo di riferimento;
- le modalità per la determinazione della percentuale di materiale riciclato nelle materie prime;
- l'identificazione delle strumentazioni utilizzate per la determinazione dei quantitativi di ciascuno dei materiali in ingresso, della relativa incertezza di misura e delle modalità di taratura;
- l'identificazione delle modalità di conservazione dei dati e delle relative evidenze di supporto;
- la gestione delle anomalie e dei reclami.

Fondamentale è che il fabbricante disponga dell'elenco dei materiali di ingresso al processo produttivo oggetto di convalida.

I materiali possono essere classificati come: rifiuto (per tale definizione si fa riferimento ai contenuti del D.Lgs 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni per l'Italia), sottoprodotto, materia prima contenente materiale riciclato e materia prima non contenente materiale riciclato.

Il fabbricante deve avere a disposizione un bilancio delle masse dei materiali in ingresso al processo produttivo, il quale serve come punto di inizio per determinare il valore del contenuto del materiale riciclato nel prodotto finito, tenendo conto di eventuali perdite durante la lavorazione.

Al fine di evitare bilanci di sostenibilità "ingannevoli" sono stati esclusi dal computo relativo all'utilizzo di materiale riciclato, sia l'acqua, sia i combustibili, con l'eccezione per questi ultimi delle ceneri che a fine lavorazione rimangono inglobate all'interno del prodotto.

Il materiale riciclato deve rimanere incorporato nel prodotto finito, mentre il recupero d'energia, d'acqua e l'utilizzo di fonti energetiche che abbattano le emissioni inquinanti, come le rinnovabili, in quanto non "incorporate" nel prodotto, non entrano nella dichiarazione in questione.

11. Il caso studio

Lo studio effettuato sui prodotti disponibili in commercio ha come finalità l'inserimento dei suddetti all'interno di un progetto. Si è tenuta come caposaldo la volontà di attuare un progetto realizzabile sia dal punto di vista tecnico che normativo.

11.1 Inquadramento territoriale

Il caso studio viene inserito nel comune di San Martino Buon Albergo, situato in una posizione strategica poiché è il primo comune esterno al confine comunale veronese ed allo stesso tempo è immerso nel verde. A livello morfologico il comune comprende a sud territorio pianeggiante e a nord terreno collinare.

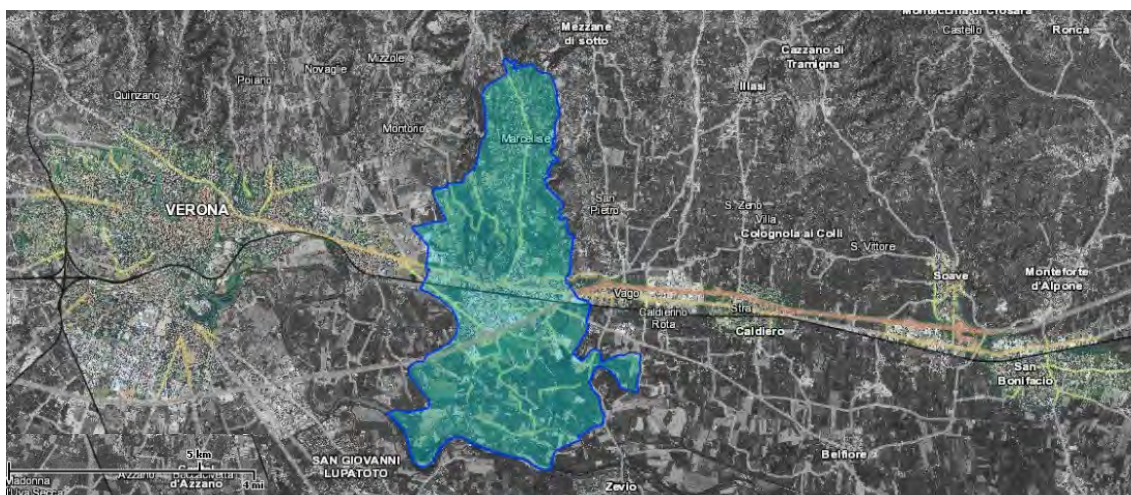


Fig. 43. Comune di San Martino Buon Albergo, foto aerea. Fonte: www.regione.veneto.it



Fig. 44. Area di intervento, foto aerea. Fonte: www.gmaps.it

Il sito di intervento si colloca ad est del territorio comunale, in una zona residenziale con prevalenza di edifici condominiali.

L'area è ben collegata alla viabilità principale ed è sede di un importante centro sportivo di riferimento per tutto il comune.

11.2 Inquadramento urbanistico

Nell'estratto di PI del comune l'area di interesse risulta essere una ZTO C2A, di espansione residenziale con concentrazione della capacità edificatoria.

Sono parti del territorio ancora inedificate o solo parzialmente edificate, prive di opere di urbanizzazione primaria, che il PI individua come aree di espansione residenziale in cui applicare il principio di perequazione urbanistica¹⁰ con l'attivazione di accordi tra soggetti pubblici e privati ai sensi dell'art.6 LR n.11/2004, al fine di garantire una equilibrata e funzionale crescita alla nuova espansione urbana.

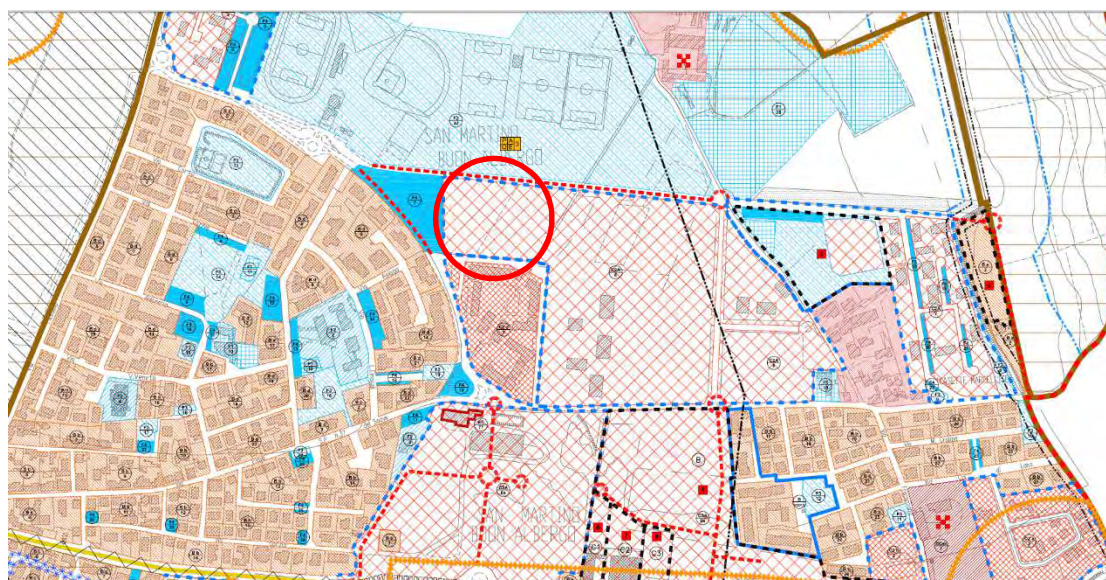


Fig. 45. Estratto del PI del comune di San Martino Buon Albergo con cerchiata in rosso l'area di intervento.

Nelle norme tecniche, all'Art. 70, viene definita la Città della Trasformazione come l'insieme delle parti di territorio in cui si attuano i processi di trasformazione per la realizzazione della città di nuovo impianto e di quelle aree di città esistente che,

¹⁰ Nella Legge 11/2004 della Regione Veneto, all'Art. 35, si afferma che la perequazione urbanistica persegue l'equa distribuzione, tra i proprietari degli immobili interessati dagli interventi, dei diritti edificatori riconosciuti dalla pianificazione urbanistica e degli oneri derivanti dalla realizzazione delle dotazioni territoriali.

dismesse e abbandonate, sono recuperate sotto l'aspetto urbanistico e funzionale ai contesti urbani e periurbani con azioni di riqualificazione e riconversione.

La Città della Trasformazione presenta sia una componente residenziale che una componente economico/produttiva e, contiene al suo interno anche le zone territoriali omogenee C2 e C2A di espansione residenziale.

Gli interventi della Città della Trasformazione sono attuati con Piano Urbanistico Attuativo (PUA) di iniziativa pubblica o privata e devono soddisfare la richiesta di standard urbanistici di cui all'Art. 7 delle presenti norme.

I parametri di intervento di ciascuna ZTO C2A sono definiti e riportati nel repertorio normativo delle norme tecniche, all'interno di schede di progetto.

| ZTO C2A di espansione residenziale con concentrazione della capacità edificatoria | | | |
|--|--|------|--|
| PUA convenzionati e vigenti art.60 NTO | | | |
| ZTO C2A_6 Parco Urbano | | | |
| A. Finalità | L'intervento partecipa all'obiettivo di realizzare il nuovo assetto urbano tra Borgo della Vittoria e Casette Marcellise, con particolare riguardo alla viabilità, al nucleo centrale del nuovo parco urbano e al potenziamento dei servizi nella borgata di Casette Marcellise. | | |
| B. Superficie territoriale (St) ¹¹ | Intero ambito di progetto | | |
| C. Indice di edificabilità territoriale ¹² | mc/mq | 0,75 | Distribuzione della volumetria nelle aree C2A come da PUA. |
| D. Assetto urbanistico | Organizzazione delle aree C2A come da PUA. | | |
| E. Opere di urbanizzazione primaria e secondaria | Come da PUA nel rispetto degli standard di legge. | | |
| F. Aree di cessione non attrezzate | Aree per il potenziamento dei servizi pubblici a Casette di Marcellise: la nuova piazza, le nuove attrezzature pubbliche e la contigua | | |

¹¹ La misura della superficie al lordo delle aree adibite o da adibire a strade pubbliche o di uso pubblico, degli spazi di verde attrezzato, nonché delle altre opere di urbanizzazione.

¹² L'indice di edificabilità territoriale è dato dal rapporto tra il volume fabbricabile, espresso in metri cubi, e la superficie territoriale, espressa in metri quadrati.

| | | |
|-----------------------------------|------------------------|--|
| | area verde attrezzata. | |
| G. Destinazione d'uso | Residenziale | |
| H. Altezza massima edifici | m | Come da PUA |
| I. Distanza tra pareti finestrate | m | Minimo 10 |
| Distanza dal ciglio stradale | m | Minimo 5 e quanto previsto dal DLgs n. 285/92 e DPR n. 495/92. |

Tab. 8. Scheda di progetto della ZTO C2A_6. Fonte: Norme Tecniche del comune di San Martino Buon Albergo.

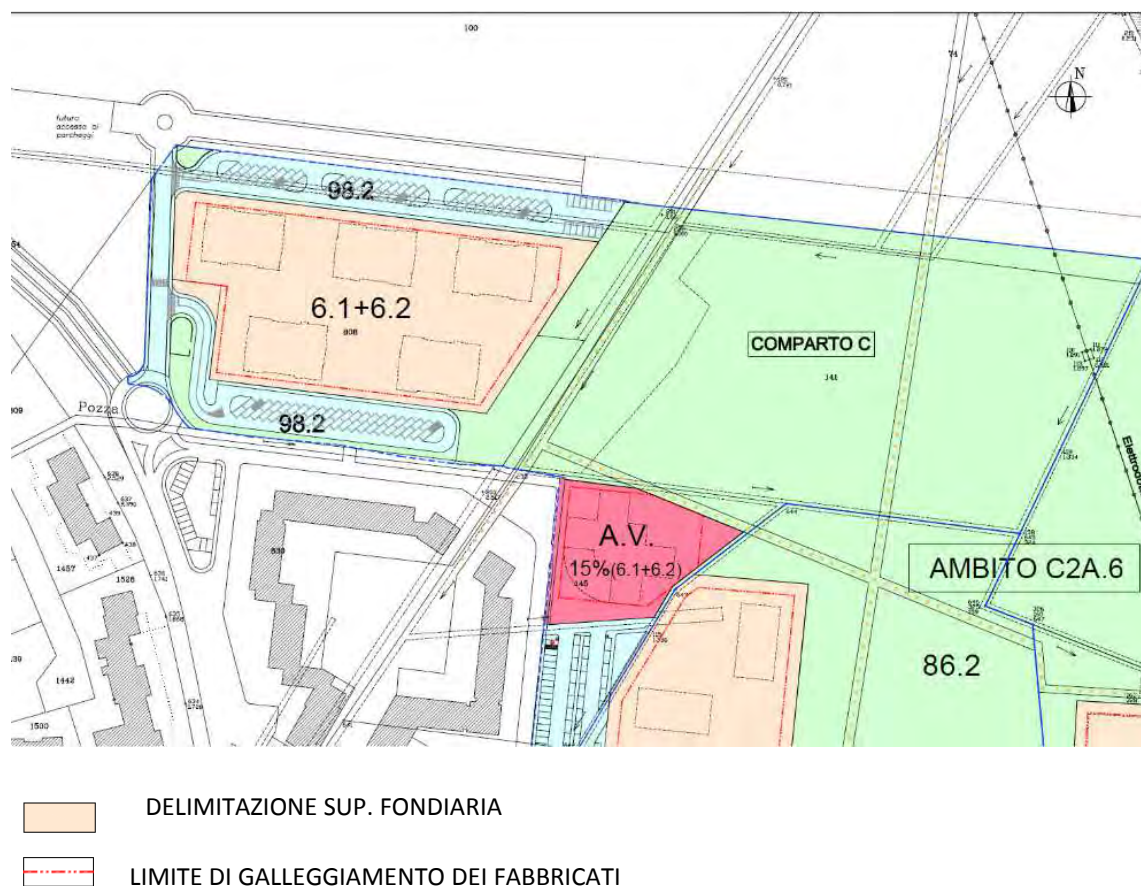


Fig. 46. Estratto del PUA vigente nell'area di interesse.

Nel PUA vigente sull'area di interesse vengono date le seguenti indicazioni per il comparto C, area 6.1 e 6.2.

Superficie fondiaria = 11 099.31 mq

Altezza massima fabbricati = 13 m

Volume massimo realizzabile = 33 849.75 mc

Infine l'area non risulta essere soggetta a vincoli o a particolari vulnerabilità.

11.3 Idee progettuali

Osservando il contesto residenziale presente nell'intorno dell'area di progetto, si è deciso, anche nel rispetto delle indicazioni del PI, di realizzare un Social Housing che possa accogliere diverse tipologie di utenze.

L'edificato, disposto a ferro di cavallo con una corte centrale, si compone di 8 blocchi ad uso residenziale e un edificio per la collettività.



Fig. 47. Planimetria semplificata degli edifici progettati. Scala 1:2000

| Blocco | Destinazione d'uso | Cubatura |
|-----------------|---|---------------|
| A | Residenziale | 9 514 mc |
| B | Residenziale | 6 931 mc |
| | + Edificio per la collettività (bar, aula studio, sale riunioni) | + 3 201 mc |
| C | Residenziale | 4 440 mc |
| D | Residenziale | 2 074 mc |
| Cubatura totale | | 26 160 mc |

Tab. 9. Tabelle descrittive delle cubature per ogni blocco.

Il volume del costruito corrisponde a 26 160 mc e quindi soddisfa i limiti dettati dal PUA.

Le unità collocate a sud del lotto in esame si sviluppano su tre livelli fuori terra, mentre quelli collocati a nord su due livelli, per permettere una maggiore ventilazione nella corte centrale.

Si è deciso di lasciare una maggiore apertura sul lato est, poiché sarà prevista la realizzazione di un'area verde pubblica.



Fig. 48. Planivolumetrico di progetto – Fuori scala. (Fare riferimento alla Tav.1 allegata)



Fig. 49. Vista prospettica del complesso.

11.3.1 Tipologie di appartamenti

Con l'intento di accogliere diverse tipologie di utenze, si sono progettate quattro tipologie di appartamenti con le caratteristiche riportate nella tabella sottostante (vedi Tav.2 allegata).

Vi sono delle piccole variazioni nelle metrature delle tipologie tra il Blocco D e gli altri, dettate da una differente maglia strutturale derivante dalla posizione del vano scale. Tale blocco infatti è l'unico ad avere il vano scale contenuto al suo interno, mentre negli altri fabbricati viene inserito all'interno di elementi indipendenti.

| Blocco | Tipologia appartamento | Locali [mq] | | mq totali |
|-------------|------------------------|---|------|---------------|
| A B C | Bilocale | Soggiorno/Cucina | 28.2 | 52.5 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 6.4 | |
| | | Camera | 16 | |
| | | Corridoio | 1.9 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone o bow-window | 5.8 | |
| A C | Trilocale | Soggiorno/Cucina | 36 | 82 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 7.4 | |
| | | Camera | 14 | |
| | | Camera | 17.4 | |
| | | Ripostiglio | 2.3 | |
| | | Corridoio | 4.9 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone | 5.8 | |
| A | Trilocale tipo 2 | Soggiorno/Cucina | 23 | 63 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 6.5 | |
| | | Camera | 15 | |
| | | Camera | 13 | |
| | | Ripostiglio | 3 | |
| | | Corridoio | 2.4 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone o bow-window | 5.8 | |

| | | | | |
|-------------|--------------------------|-------------------------------|------|----------------|
| A B C | Duplex 2+2 ¹³ | Soggiorno/Cucina | 40.7 | 100.3 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 4 | |
| | | Ripostiglio | 1.7 | |
| | | Camera | 13.3 | |
| | | Camera | 16.2 | |
| | | Bagno | 9.4 | |
| | | Corridoio + Scale | 15 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone | 5.8 | |
| A C | Duplex a C | Cucina | 23 | 98 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 3.3 | |
| | | Ripostiglio | 1.5 | |
| | | Soggiorno | 21.5 | |
| | | Camera | 15 | |
| | | Camera | 13 | |
| | | Bagno | 6.5 | |
| | | Ripostiglio | 3 | |
| | | Corridoio + Scale | 11,2 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone | 5.8 | |

| Blocco | Tipologia appartamento | Locali | [mq] | mq totali |
|--------|------------------------|--|------|----------------|
| D | Bilocale* | Soggiorno/Cucina | 34.7 | 61.4 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 7.5 | |
| | | Camera | 17 | |
| | | Corridoio | 2.2 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone o bow- window | 5.8 | |
| D | Trilocale* | Soggiorno/Cucina | 58 | 103.3 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 7.4 | |
| | | Camera | 19 | |

¹³ Il nome deriva dalla divisione degli spazi dettata dalla maglia strutturale. Essa infatti divide la superficie in "sotto-superfici" quadrate. Il primo numero della denominazione indica il numero di "sotto-superfici" utilizzate al piano inferiore, e il successivo quelle al piano superiore.

| | | | | |
|---|-------------|-------------------------------|------|----------------|
| | | Camera | 12.4 | |
| | | Ripostiglio | 2.3 | |
| | | Corridoio | 4.2 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone | 5.8 | |
| D | Duplex 2+2* | Soggiorno/Cucina | 49 | 117.2 + 5.8 mq |
| | | Bagno | 5.5 | |
| | | Ripostiglio | 1.7 | |
| | | Camera | 16.6 | |
| | | Camera | 20 | |
| | | Bagno | 9.4 | |
| | | Corridoio + Scale | 15 | |
| | | Eventuale aggiunta balcone | 5.8 | |

Tab. 10. Tabelle descrittive delle metrature degli appartamenti tipo.

Ogni blocco risulta così composto:

| Collocazione | Tipologie presenti | | | |
|--------------|--------------------|------------------|----------|----|
| Blocco | Piano | Tipologia | Quantità | |
| A | Terra | Bilocale | 2 | 26 |
| | Primo | Bilocale | 2 | |
| | Secondo | Bilocale | 8 | |
| | Terra | Trilocale | 2 | |
| | Secondo | Trilocale tipo 2 | 2 | |
| | Terra/Primo | Duplex 2+2 | 6 | |
| | Primo/Secondo | Duplex 2+2 | 2 | |
| | Terra/Primo | Duplex a C | 2 | |
| B | Terra | Bilocale | 4 | 16 |
| | Secondo | Bilocale | 4 | |
| | Terra/Primo | Duplex 2+2 | 4 | |
| | Primo/Secondo | Duplex 2+2 | 4 | |
| C | Primo | Bilocale | 2 | 10 |
| | Terra | Trilocale | 2 | |
| | Terra/Primo | Duplex 2+2 | 4 | |
| | Terra/Primo | Duplex a C | 2 | |

| | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|---|----|
| D | Terra | Bilocale* | 1 | 5 |
| | Primo | Bilocale* | 1 | |
| | Terra | Trilocale* | 1 | |
| | Primo | Trilocale* | 1 | |
| | Terra/Primo | Duplex 2+2* | 1 | |
| Totale appartamenti | | | | 57 |

Tab. 11. Tabelle descrittive delle quantità di appartamenti presenti per ogni blocco.

Il piano interrato è unico per tutto il complesso e in esso vengono previsti garage, cantine e locali tecnici. Sono previsti 60 garage essendo le unità abitative presenti 57. (vedi Tav.3 allegata).

Inoltre all'esterno vi è la possibilità di realizzare un parcheggio pubblico conforme alla Legge 11/2004, la quale prevede 2,5 mq/abitante dedicati a parcheggi pubblici, soddisferà appieno le esigenze con 68 parcheggi, di cui due per disabili.

11.3.2 Gli spazi esterni

Il Social Housing è una tipologia edilizia caratterizzata da progetti di tipo sociale, che hanno lo scopo di far nascere comunità e sviluppare l'integrazione attraverso l'utilizzo di spazi e servizi comuni tra gli abitanti. Per tale ragione, oltre ad inserire un edificio per le attività comuni, è stato progettato uno spazio interno verde che risulti essere luogo di aggregazione per gli utenti. Lo spazio viene determinato da un percorso ciclopedonale che a sua volta si allarga in determinati punti per accogliere delle aree di sosta. Gli appartamenti al piano terra sono forniti di uno spazio verde privato, il quale viene delimitato dal verde pubblico collocato ad una quota superiore (+1 m). Tale sfalsamento di quota è dovuto alla necessità di una ventilazione maggiore nel locale interrato.



Fig. 50. Viste render del complesso.

12. Criteri per la valutazione del contenuto di riciclato nei prodotti

I sistemi di certificazione LEED e ITACA, adottano tra gli altri, criteri riguardanti materiali contenenti una percentuale di riciclato. Al fine di stimare il contenuto di materiale riciclato contenuto nei prodotti utilizzati per il caso studio, si è posta l'attenzione su criteri utilizzati in tali sistemi di certificazione.

12.1 LEED® - Leadership in Energy and Environmental Design

Il LEED è un sistema di certificazione ambientale degli edifici che nasce su base volontaria e che viene applicato in oltre 140 Paesi nel mondo. Lo standard LEED nasce in America ad opera di U.S. Green Building Council (USGBC), associazione no profit nata nel 1993, che conta ad oggi più di 20.000 membri e che ha come scopo la promozione e lo sviluppo di un approccio globale alla sostenibilità.

La certificazione LEED, riconosciuta a livello internazionale, afferma che un edificio è rispettoso dell'ambiente e che costituisce un luogo salubre in cui vivere e lavorare.

Può essere utilizzato su ogni tipologia di edificio ed è inoltre un sistema flessibile che prevede formulazioni differenziate:

- nuove costruzioni (Building Design & Construction – Schools – Core & Shell);
- edifici esistenti (EBOM - Existing Buildings Operation & Maintenance);
- piccole abitazioni (GBC Italia Home);
- aree urbane (ND - Neighborhood).

12.1.1 Struttura e livelli di LEED

Il sistema di valutazione LEED si **struttura in sette aree tematiche** organizzate in prerequisiti e in crediti.

Per ogni area tematica vi sono dei prerequisiti obbligatori affinché l'intero edificio possa venire certificato e dei crediti che vengono attribuiti in base al livello raggiunto dai requisiti considerati, valutati secondo criteri stabiliti. Dalla somma dei punteggi dei crediti deriva il livello di certificazione ottenuto.

Viene riportata di seguito una tabella esemplificativa delle sette sezioni del LEED.

| Sezione | Prerequisiti | Crediti | Punteggio Max | Obiettivo |
|---------------------------------------|--------------|---------|---------------|---|
| Sostenibilità del sito SS | 1 | 8 | 26 | -limitare l'impatto generato dalle attività di costruzione; -controllare il deflusso delle acque meteoriche; -stimolare modalità e tecniche costruttive rispettose degli equilibri dell'ecosistema. |
| Gestione delle acque WE | 1 | 3 | 10 | -riduzione dei consumi idrici; -riutilizzo delle acque meteoriche. |
| Energia ed Atmosfera EA | 3 | 6 | 35 | -miglioramento prestazioni energetiche degli edifici; -impiego di energia proveniente da fonti rinnovabili o alternative; -controllo delle prestazioni energetiche dell'edificio. |
| Materiali e Risorse MR | 1 | 7 | 14 | -attenzione alla selezione dei materiali; -riduzione dell'utilizzo dei materiali vergini; -attenzione sullo smaltimento dei rifiuti; -riduzione impatto ambientale dovuto ai trasporti. |
| Qualità ambientale interna IQ | 2 | 8 | 15 | Attenzione alla salubrità, sicurezza, comfort, consumo di energia, efficacia del cambio d'aria e il controllo della contaminazione dell'aria. |
| Innovazione della progettazione ID | - | 2 | 6 | Identificazione degli aspetti progettuali che si distinguono per le caratteristiche di innovazione e di applicazione delle pratiche di sostenibilità nella realizzazione degli edifici. |

| | | | | |
|--------------------|---|---|---|--|
| Priorità Regionale | - | 1 | 4 | Incentivare i gruppi di progettazione a focalizzare l'attenzione su caratteristiche ambientali del tutto uniche e peculiari della località in cui è situato il progetto. |
|--------------------|---|---|---|--|

Tab. 12. Sezioni e crediti LEED.

Ai fini dell'elaborato si vuole approfondire la sezione "Materiali e Risorse", con lo scopo di vedere quali sono i parametri che portano al raggiungimento del punteggio massimo.

| MR | | | | MATERIALI E RISORSE | PUNTEGGIO | |
|---------------------------------|----|---|---|---|--|---|
| MR | PR | 1 | | Deposito e raccolta del materiale riciclabile | necessario | |
| MR | C | 1 | 1 | Riutilizzo di edifici preesistenti | Mantenimento del 75% della struttura, solaio e tetti esistenti | 1 |
| MR | C | 1 | 2 | | Mantenimento del 95% della struttura, solaio e tetti esistenti | 1 |
| MR | C | 1 | 3 | | Mantenimento del 50% degli elementi interni non strutturali | 1 |
| MR | C | 2 | 1 | Gestione dei rifiuti di costruzione | Riciclo del 50% dei rifiuti prodotti | 1 |
| MR | C | 2 | 2 | | Riciclo del 75% dei rifiuti prodotti | 1 |
| MR | C | 3 | 1 | Utilizzo di materiale di recupero | Riutilizzo del 5% del materiale | 1 |
| MR | C | 3 | 2 | | Riutilizzo del 10% del materiale | 1 |
| MR | C | 4 | 1 | Utilizzo di materiale riciclato | Utilizzo del 10% di materiale riciclato | 1 |
| MR | C | 4 | 2 | | Utilizzo del 20% del materiale riciclato | 1 |
| MR | C | 5 | 1 | Utilizzo di materiali regionali | Utilizzo del 10% di materiale regionale | 1 |
| MR | C | 5 | 2 | | Utilizzo del 20% di materiale regionale | 1 |
| MR | C | 6 | | Utilizzo di materiali rinnovabili rapidamente | | 1 |
| MR | C | 7 | | Utilizzo di legno certificato | | 1 |
| PUNTEGGIO MASSIMO RAGGIUNGIBILE | | | | | 13 | |

Tab. 13. Sezione materiali e risorse (MR) del LEED.

La somma dei punteggi dei crediti determina il **livello di certificazione** dell'edificio. Su 110 punti disponibili nel sistema di valutazione LEED, almeno 40 devono essere ottenuti per livello di certificazione base.

I livelli di certificazione si articolano su 4 livelli in funzione del punteggio ottenuto:

- Base: 40-49 punti;
- Argento: 50-59 punti;
- Oro: 60-79 punti;
- Platino: 80 punti e più.



Un prodotto di per sé non può essere certificato Leed, ma può essere congruente con lo standard Leed e, se utilizzato all'interno di un progetto, può contribuire a raggiungere un determinato punteggio.

Infatti, anche se un prodotto specifico possiede tutte le caratteristiche richieste dai crediti, non può da solo assicurare un punteggio, perché questo viene raggiunto valutando la complessità dei materiali utilizzati.

Così come l'intero edificio, anche i singoli materiali impiegati nella costruzione devono corrispondere a determinati requisiti, come ad esempio essere resistenti e durevoli, sicuri nell'impiego e dovrebbero essere smaltibili o riciclabili senza causare forti impatti ambientali.

12.1.2 Credito MR 4.1 / 4.2 – Contenuto di materiale riciclato

In relazione alle attività di costruzione l'obiettivo di questi due crediti è aumentare la richiesta di prodotti che contengano materiali riciclati, riducendo in questo modo gli impatti derivanti dall'estrazione e dalla lavorazione di materiali vergini.

Tutti i materiali e i prodotti da costruzione utilizzati nel progetto devono contenere una quantità di materiale riciclato tale che la somma dei materiali post-consumo¹⁴ e di

¹⁴ Il **materiale post-consumo** è definito come scarto prodotto dagli occupanti degli edifici residenziali, oppure da strutture commerciali, industriali e istituzionali nel loro ruolo di utenti finali dei prodotti, che non possono essere ulteriormente utilizzati per il loro scopo. Sono inclusi i rifiuti da costruzione e demolizione.

Nell' USGBC viene definito "postconsumer recycled content: waste generated by households or commercial, industrial and institutional facilities in their role as end users of a product that can no longer be used for its intended purpose".

(<http://www.usgbc.org/glossary/39#letterp>)

metà di quelli pre-consumo¹⁵ costituisca almeno il 10% (credito 4.1) o il 20% (credito 4.2) del valore economico totale, considerando esclusivamente nel calcolo i materiali installati permanentemente nel progetto.

Il contenuto di riciclato deve essere definito in conformità con lo standard internazionale ISO 14021 “Etichette e dichiarazioni ambientali – Asserzioni ambientali auto-dichiarate (etichettatura ambientale di Tipo II)”.

La documentazione da presentare, pertanto, include:

- il calcolo del costo totale di tutti i materiali da costruzione;
- una tabella contenente per ciascun materiale con contenuto almeno in parte riciclato utilizzato nel progetto, una descrizione del materiale, il produttore, il costo del materiale, la percentuale di contenuto riciclato pre-consumo e/o post-consumo e la fonte dei dati relativi al contenuto riciclato.

Per effettuare il calcolo necessario alla valutazione della conformità con i requisiti di questi crediti, in primo luogo bisogna determinare il valore del contenuto riciclato per ogni tipologia di materiale installato permanentemente nel progetto, che deve essere determinato in base al peso utilizzando la seguente equazione:

Valore contenuto riciclato (€)

$$\begin{aligned} &= (\% \text{ contenuto riciclato postconsumo } \times \text{ costo materiale}) \\ &+ 0.5 (\% \text{ contenuto riciclato preconsumo } \times \text{ costo del materiale}) \end{aligned}$$

¹⁵ Il **materiale pre-consumo** è definito come materiale derivato dal flusso dei rifiuti durante il processo di fabbricazione.

È escluso il riutilizzo di materiali provenienti dalla rilavorazione, rigranulazione oppure ritagli generati in un processo e in grado di essere riutilizzati all'interno dello stesso.

Nell'USGBC viene definito “preconsumer recycled content: matter diverted from the waste stream during the manufacturing process, determined as the percentage of material, by weight. Examples include planer shavings, sawdust, bagasse, walnut shells, culls, trimmed materials, overissue publications, and obsolete inventories. The designation excludes rework, regrind, or scrap materials capable of being reclaimed within the same process that generated them (ISO 14021). Formerly known as postindustrial content.”

(<http://www.usgbc.org/glossary/39#letterp>)

Successivamente può essere calcolato il costo totale dei materiali utilizzati per il progetto secondo due criteri:

- costo totale di costruzione X 0,45 (valore di default);
- in base al costo reale di tutti i materiali installati, escludendo la posa e la manodopera.

La prima metodologia in genere permette di ottenere con maggiore facilità il dato necessario, ma con minor precisione; al contrario la seconda metodologia è più vantaggiosa nel caso in cui i costi reali dei materiali siano inferiori al 45% dei costi totali, risultando perciò più semplice il raggiungimento della soglia del 10% o 20% richiesta dai crediti.

Non sono considerabili ai fini del credito 4 impianti elettrici, meccanici, idrico-sanitari e ascensori.

Il calcolo finale della percentuale di contenuto riciclato del progetto viene effettuato attraverso l'equazione:

$$\text{Percentuale di contenuto riciclato} = \frac{\text{valore contenuto riciclato (€)}}{\text{costo totale dei materiali (€)}}$$

12.1.3 GBC (Green Building Council) Italia

Per quanto riguarda il territorio nazionale, l'associazione GBC (Green Building Council) Italia, si è impegnata, nel periodo 2011-2013, nell'elaborazione di una serie di protocolli per la certificazione di sostenibilità. Pur essendo tutti ispirati ai LEED®, alcuni protocolli sono stati o saranno rilasciati con tale marchio mentre altri hanno e avranno una autonoma denominazione.

I protocolli a marchio LEED, come previsto anche da accordi con USGBC (US Green Building Council - www.usgbc.org) e GBCI (Green Building Certification Institute - www.gbci.org), sono certificati da GBCI e prevedono che i professionisti impegnati nell'accompagnamento dei progetti siano accreditati secondo le regole di queste strutture.

L'impegno di GBC Italia, dopo aver realizzato una versione per il mercato nazionale del protocollo LEED 2009 Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni¹⁶, è stato quello di produrre uno strumento che si rivolgesse prevalentemente al mercato residenziale. Si tratta del sistema GBC HOME, il quale ha assunto come base di partenza LEED HOMES, ma è stato sviluppato considerando le caratteristiche costruttive peculiari e le specificità del modello abitativo proprie della realtà italiana.

Come per il sistema LEED, per ogni categoria sono presenti prerequisiti e crediti.

Tutti i crediti valgono almeno un punto e i prerequisiti, che non contribuiscono al punteggio, sono da rispettare obbligatoriamente.

I livelli di certificazione sono i medesimi del sistema di riferimento LEED.

Il presente protocollo per la certificazione degli edifici residenziali si applica per qualsiasi tipologia di intervento ed alle tipologie costruttive illustrate di seguito:

- a tutti gli edifici esclusivamente residenziali di qualsiasi volumetria se la loro altezza non eccede i quattro piani abitabili;
- agli edifici esclusivamente residenziali di qualsiasi altezza ma con superficie utile netta contenuta in 3.000 mq;
- agli edifici residenziali che integrano funzioni terziarie, alle seguenti condizioni:

¹⁶ LEED 2009 Italia per Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni indirizza le attività di progettazione e costruzione sia per i nuovi edifici che per le grandi ristrutturazioni di edifici esistenti. Per grandi ristrutturazioni si intendono tutti quegli interventi volti a rinnovare gli impianti HVAC, che modificano l'involucro edilizio e per grandi recuperi d'interni. La scelta di LEED 2009 Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni per grandi ristrutturazioni di edifici esistenti comporta importanti attività di progettazione e costruzione.

- a) l'altezza non ecceda i cinque piani abitabili entro e fuori terra;
- b) la superficie utile quale somma delle destinazioni non residenziali non deve eccedere il 30% della superficie utile dell'intero edificio;
- c) le destinazioni non residenziali devono essere ricomprese nelle seguenti categorie funzionali: uffici; commercio di vicinato con superficie commerciale non superiore a 300 mq; attività artigianali di servizio comunque compatibili con la residenza; esercizi pubblici, magazzini non pertinenti di altre funzioni;
- d) gli impianti (climatizzazione invernale ed estiva) devono essere comuni fra la funzione residenziale e quella non residenziale (terziarie), ovvero se è previsto per la parte non residenziale un impianto separato, devono essere soddisfatti i requisiti e i crediti obiettivo dell'area EA.

12.1.4 La certificazione dei materiali sostenibili ICMQ ECO

La certificazione volontaria di prodotto sostenibile ICMQ ECO ha proprio l'obiettivo di verificare che il prodotto possieda caratteristiche tali da rispettare i principi generali di sostenibilità ambientale e possa contribuire a soddisfare i criteri codificati dai principali protocolli per la certificazione di edifici sostenibili, come Leed.

Il marchio di sostenibilità ICMQ ECO viene rilasciato alle aziende che certificano le caratteristiche prestazionali dei prodotti unitamente alle caratteristiche che rispondono ai principi di sostenibilità ambientale come ad esempio la durabilità, la presenza di materiale riciclato, il valore delle emissioni di componenti o sostanze nocive per l'ambiente o per le persone. La presenza del marchio ICMQ ECO sul prodotto assicura pertanto, attraverso controlli periodici sul prodotto stesso e sui processi produttivi, che tutta la produzione oggetto di certificazione è conforme nel tempo a quanto dichiarato dal produttore.

Tipicamente la certificazione è suddivisa in quattro livelli, determinati in base al numero e alla tipologia di caratteristiche dichiarate dal produttore: ICMQ ECO, ICMQ ECO Silver, ICMQ ECO Gold e ICMQ ECO Platinum.

Gli schemi di certificazione già attivi riguardano i masselli e lastre in calcestruzzo per pavimentazione, calcestruzzo preconfezionato, malte, intonaci e laterizi.

12.2 Protocollo ITACA – Istituto per l’innovazione e la trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale

Nel 2001 ITACA, ha attivato un gruppo di lavoro interregionale in materia di edilizia sostenibile con lo scopo di sviluppare strumenti a supporto delle politiche regionali a favore delle costruzioni ad elevata qualità energetico-ambientale. Uno dei primi obiettivi del gruppo di lavoro fu lo sviluppo di un sistema di valutazione a punteggio per gli edifici, fondamentale per consentire di stabilire obiettivi oggettivi e misurabili nelle iniziative pubbliche di incentivazione della sostenibilità delle costruzioni.

Nel 2002 il gruppo di lavoro ha adottato, quale base per lo studio del sistema di valutazione, lo strumento internazionale SBTool¹⁷, sviluppato nell’ambito del processo di ricerca Green Building Challenge, coordinato dall’organizzazione no-profit iiSBE (International initiative for a Sustainable Built Environment), cui nel tempo hanno contribuito 25 nazioni.

La prima versione del Protocollo ITACA è stata approvata il 15 gennaio 2004 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, e viene definito come lo strumento di valutazione della sostenibilità energetica e ambientale degli edifici. Il Protocollo, sviluppato nell’ambito di ITACA dal Gruppo di lavoro interregionale per l’Edilizia Sostenibile, con il supporto tecnico scientifico di iiSBE Italia¹⁸ e ITC-CNR¹⁹, è basato sullo strumento di valutazione internazionale SBTool, realizzato nell’ambito del processo di ricerca *Green Building Challenge*. Accanto alla versione nazionale nel corso degli anni sono stati sviluppati dalle Regioni diverse versioni di Protocolli che attuano specifiche politiche regionali in materia.

¹⁷ La prima versione di SBTool italiana è del 2002 e fu presentata in occasione della conferenza mondiale Sustainable Building a Oslo. L’SBTool 2002 residenziale può essere considerata la matrice del Protocollo ITACA.

¹⁸ iiSBE Italia è un’organizzazione no-profit volta alla diffusione di politiche, metodologie e strumenti per la promozione di un ambiente costruito sostenibile. L’associazione è una diramazione di iiSBE internazionale e ne condivide le medesime finalità.

¹⁹ L’istituto svolge attività di ricerca applicata, certificazione e formazione nel settore delle costruzioni. L’istituto sviluppa strumenti multimediali e cura la formazione per la comunicazione e la diffusione di buone pratiche nel settore, anche di concerto con i principali Ministeri di riferimento per quanto concerne le Direttive comunitarie di specifica competenza.

Nel caso del Protocollo ITACA esistono due versioni dello strumento: una completa e una sintetica, al fine di agevolare l'applicazione.

La complessità dello strumento di valutazione segue tendenzialmente quella della costruzione oggetto dell'analisi: si può quindi passare da uno strumento per edifici residenziali di 10-20 criteri, a strumenti per edifici complessi (es. centri commerciali) che ne contemplano fino a 80-100.

Il sistema di valutazione è suddiviso in tre livelli gerarchici:

- aree di valutazione: tematismi di carattere generale riferiti alla sostenibilità ambientale in cui vengono individuati i principali obiettivi da raggiungere e le strategie da attuare;
- categorie: gruppi di sottotematici omogenei come, ad esempio, energia, acqua, materiali, benessere termoclimatico;
- criteri: regola per valutare se un edificio possiede o no certi requisiti al fine di stabilire, attraverso un certo numero di operazioni e/o verifiche, se una determinata proprietà o relazione sia soddisfatta o meno^[16].

12.2.1 Protocollo per edifici residenziali

Il Consiglio Direttivo di ITACA, nella seduta del 18/12/2014, ha deliberato la sostituzione del Protocollo ITACA Residenziale 2011, con la Prassi di Riferimento **UNI/PdR 13:2015** *Sostenibilità ambientale nelle costruzioni – Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità*, pubblicata il 30 gennaio 2015.

La Prassi, realizzata da uno specifico tavolo tecnico ITACA-UNI, è articolata in due sezioni e basata sul Protocollo ITACA Residenziale:

- UNI/PdR 13:2015 – Sezione 0, che illustra l'inquadramento generale e i principi metodologici e procedurali che sottendono al sistema di analisi multicriteria per la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici, ai fini della loro classificazione attraverso l'attribuzione di un punteggio di prestazione. Oggetto della valutazione è un singolo edificio e la sua area esterna di pertinenza. Il documento si applica sia a edifici di nuova costruzione sia a edifici oggetto di ristrutturazione;
- UNI/PdR 13:2015 – Sezione 1, che specifica i criteri per la valutazione di sostenibilità ambientale e il calcolo del punteggio di prestazione degli edifici con destinazione d'uso residenziale. I criteri di valutazione per il calcolo del punteggio di prestazione

di edifici residenziali sono stati organizzati in “schede criterio” e sono raggruppati per categoria di riferimento. Output dell’attività condotta per il calcolo del punteggio di prestazione è la “relazione di valutazione”, effettuata su un singolo edificio e la sua area esterna di pertinenza, e contenente gli esiti della valutazione rispetto all’insieme dei criteri presi in considerazione.

Il processo di valutazione, con lo scopo di raggiungere una relazione di valutazione, consente di formulare un giudizio sintetico sulla performance globale di un edificio assegnando un punteggio. Quest’ultimo riassume le performance dell’edificio in relazione a ciascun criterio e viene, quindi, calcolato a partire dal valore degli indicatori. Il punteggio di prestazione finale deve essere calcolato attraverso una procedura di valutazione che prevede inizialmente una fase di caratterizzazione, in cui le prestazioni dell’edificio vengono quantificate attraverso opportuni indicatori, a cui segue una fase di normalizzazione di ciascun indicatore, per concludersi con una combinazione di tutti i punteggi.

I criteri di valutazione per il calcolo del punteggio di prestazione di edifici residenziali sono stati organizzati in “schede criterio” e sono elencati e raggruppati di seguito per categoria di riferimento:

| Area di valutazione | Categorie | Criterio |
|------------------------------|--|---|
| A. Qualità del sito | A.1 Selezione del sito | A.1.5 Riutilizzo del territorio A.1.6 Accessibilità al trasporto pubblico A.1.8 Mix funzionale dell’area A.1.10 Adiacenza ad infrastrutture |
| | A.3 Progettazione dell’area | A.3.3 Aree esterne di uso comune attrezzate A.3.4 Supporto all’uso di biciclette |
| B. Consumo di risorse | B.1. Energia primaria non rinnovabile richiesta durante il ciclo di vita | B.1.2 Energia primaria per il riscaldamento B.1.5 Energia primaria per la produzione dell’acqua calda sanitaria |
| | B.3 Energia da fonti rinnovabili | B.3.2 Energia rinnovabile per usi termici B.3.3 Energia prodotta nel sito per usi elettrici |
| | B.4 Materiali eco-compatibili | B.4.1 Riutilizzo delle strutture esistenti B.4.6 Materiali riciclati/recuperati B.4.7 Materiali da fonti rinnovabili B.4.8 Materiali locali B.4.9 Materiali locali per finiture B.4.10 Materiali riciclabili o smontabili B.4.11 Materiali certificati |
| | B.5 Acqua potabile | B.5.1 Acqua potabile per irrigazione B.5.2 Acqua potabile per usi indoor |
| | B.6 Prestazioni dell’involucro | B.6.2 Energia netta per il raffrescamento B.6.3 Trasmittanza termica dell’involucro edilizio B.6.4 Controllo della radiazione solare B.6.5 Inerzia termica dell’edificio |
| C. Carichi ambientali | C.1 Emissioni di CO ₂ equivalente | C.1.2 Emissioni previste in fase operativa |
| | C.3 Rifiuti solidi | C.3.2 Rifiuti solidi prodotti in fase operativa |
| | C.4 Acque reflue | C.4.1 Acque grigie inviate in fognatura C.4.3 Permeabilità al suolo |
| | C.6 Impatto sull’ambiente circostante | C.6.8 Effetto isola di calore |
| D. Qualità | D.2 Ventilazione | D.2.5 ventilazione e qualità dell’aria |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| ambientale indoor | D.3 Benessere termoigrometrico | D.3.2 Temperatura operativa nel periodo estivo |
| | D.4 Benessere visivo | D.4.1 Illuminazione naturale |
| | D.5 Benessere acustico | D.5.6 Qualità acustica dell'edificio |
| | D.6 Inquinamento elettromagnetico | D.6.1 Campi magnetici a frequenza industriale (50Hz) |
| E. Qualità del servizio | E.2 Funzionalità ed efficienza | E.2.4 Qualità del sistema di trasmissione dati |
| | E.3 Controllabilità degli impianti | E.3.6 Impianti domotici |
| | E.6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa | E.6.1 Mantenimento delle prestazioni dell'involucro edilizio E.6.5 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici |

Tab. 14. Aree di valutazione, categorie e criteri del protocollo ITACA.

12.2.2 La scheda criterio B.4.6 – Materiali riciclati/recuperati

| | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| CONSUMO DI RISORSE | | NUOVA COSTRUZIONE RISTRUTTURAZIONE | B.4.6 |
| Materiali eco-compatibili | | | |
| Materiali riciclati/recuperati | | | |
| AREA DI VALUTAZIONE | CATEGORIA | | |
| B. Consumo di risorse | B.4 Materiali eco-compatibili | | |
| ESIGENZA | PESO DEL CRITERIO | | |
| Favorire l'impiego di materiali riciclati e/o di recupero per diminuire il consumo di nuove risorse. | <u>nella categoria</u> | <u>nel sistema completo</u> | |
| INDICATORE DI PRESTAZIONE | UNITA' DI MISURA | | |
| Percentuale in volume dei materiali riciclati e/o di recupero utilizzati nell'intervento. | % | | |
| SCALA DI PRESTAZIONE | | | |
| | % | PUNTI | |
| NEGATIVO | - | -1 | |
| SUFFICIENTE | 0 | 0 | |
| BUONO | 30 | 3 | |
| OTTIMO | 50 | 5 | |

Fig. 51. Scheda descrittiva del criterio B.4.6. Fonte: UNI/PdR 13:2015 – Sezione 1

Metodo e strumenti di verifica per il bilancio dell'edificio

Come operazione iniziale è necessario calcolare il volume complessivo dei materiali e dei componenti che costituiscono l'involucro opaco e trasparente²⁰, i solai interpiano e la struttura portante dell'edificio in esame.

Per il bilancio dell'edificio sono da escludere dal calcolo gli elementi delle strutture di contenimento e i materiali di riporto utilizzati per i riempimenti (vespai, ecc.). È inoltre da escludere dal calcolo tutto ciò che appartiene alla porzione interrata dell'edificio, a meno che non si tratti di locali abitati e climatizzati.

I volumi delle strutture portanti in cemento armato vengano considerati come costituiti interamente in calcestruzzo, mentre per elementi assimilabili ad una sovrapposizione di materiali affiancati in strati paralleli, è necessario individuarne la stratigrafia e determinarne il volume mediante la formula:

$$V_i = \sum_{j=1}^n (S_i \cdot d_j)$$

dove:

V_i volume dell'elemento i-esimo [m³]

S_i estensione superficiale complessiva dell'elemento i-esimo [m²]

d_j spessore del materiale/componente j-esimo, costituente l'elemento i-esimo [m]

Nel caso di materiali forati bisogna determinare il volume secondo il criterio del vuoto per pieno.

L'operazione successiva consiste nel calcolo del volume complessivo V_{tot} [m³] dei materiali e componenti costituenti l'involucro edilizio (opaco e trasparente), i solai di interpiano e la struttura portante dell'edificio tramite la formula:

$$V_{tot} = \sum V_i$$

Dopo aver calcolato il volume totale, si individua il volume complessivo di materiali che costituiscono l'involucro opaco e trasparente, i solai di interpiano e la struttura

²⁰Per involucro opaco e trasparente dell'edificio si intende l'insieme degli elementi di chiusura che delimitano verso l'esterno l'edificio. Per il bilancio dell'edificio sono da escludere dal calcolo gli elementi delle strutture di contenimento e i materiali di riporto utilizzati per i riempimenti (vespai, ecc.). È inoltre da escludere dal calcolo tutto ciò che appartiene alla porzione interrata dell'edificio, a meno che non si tratti di locali abitati e climatizzati.

portante dell'edificio, che appartengono alla categoria dei materiali riciclati²¹ o di recupero²².

Per ognuno di questi materiali o componenti è necessario:

- individuare la percentuale R [%] di materiale riciclato/recuperato che lo compone secondo quanto dichiarato nelle schede tecniche dei produttori;
- calcolare il volume V_{r_j} [m³] di materiale riciclato/recuperato contenuto secondo la formula:

$$V_{r_j} = V_j \cdot R_j$$

dove:

V_j volume del materiale/componente j-esimo [m³]

R_j percentuale di materiale riciclato/recuperato del materiale/componente j-esimo [%]

La percentuale di materiale riciclato R deve esprimere la somma del contenuto di riciclato pre-consumo²³ e post-consumo²⁴. È escluso il contenuto di riciclato pre-consumo che deriva da scarti prodotti nello stesso processo produttivo.

Per calcolare il volume complessivo $V_{r_{tot}}$ [m³] dei materiali riciclati e/o di recupero costituenti l'involucro opaco e trasparente, i solai di interpiano e la struttura portante dell'edificio, si usa la formula:

$$V_{r_{tot}} = \sum V_{r_j}$$

È significativo calcolare l'indicatore di prestazione relativo all'edificio secondo il seguente rapporto:

$$Indicatore_{ed} = \frac{V_{r_{tot}}}{V_{tot}} \cdot 100$$

²¹Nel documento UNI/PdR 13:2015 – Sezione1 (pag. 35), si fa riferimento alla definizione di materiale riciclato data dalla norma UNI EN ISO 14021:2012 (7.8.1.1 b): *materiale che è stato rilavorato da materiale recuperato mediante un processo di lavorazione e trasformato in prodotto finale o in un componente da incorporare in un prodotto.*

²² Nel documento UNI/PdR 13:2015 – Sezione1 (pag. 35), si definisce il materiale recuperato come *un materiale che sarebbe altrimenti smaltito come rifiuto o utilizzato per il recupero di energia, ma che è stato invece raccolto e recuperato come materiale da riutilizzare direttamente in una nuova costruzione o in un intervento di riqualificazione.*

²³ Per la definizione di "contenuto di riciclato pre-consumo", si fa riferimento alla UNI EN ISO 14021: *materiale sottratto dal flusso dei rifiuti durante un processo di fabbricazione.*

²⁴ Per la definizione di "contenuto di riciclato post-consumo", si fa riferimento alla UNI EN ISO 14021: *materiale generato da insediamenti domestici, o da installazioni commerciali, industriali e istituzionali nel loro ruolo di utilizzatori finali del prodotto, che non può più essere utilizzato per lo scopo previsto.*

Infine il punteggio si ricava per interpolazione lineare rispetto ai valori della scala di prestazione.

| Criterio B.4.6 – Materiali riciclati/recuperati | | | | | | | | | | |
|---|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| SCALA DI PRESTAZIONE | | | | | | | | | | |
| | | | | | | % | PUNTI | | | |
| NEGATIVO | | | | | | - | -1 | | | |
| SUFFICIENTE | | | | | | 0 | 0 | | | |
| BUONO | | | | | | 30 | 3 | | | |
| OTTIMO | | | | | | 50 | 5 | | | |
| VALORE INDICATORE DI PRESTAZIONE (inserire valore --->) | | | | | | | | | | |
| PUNTEGGIO (inserire valore --->) | | | | | | | | | | |
| Tabella riassuntiva dei calcoli eseguiti per determinare il valore dell'indicatore di prestazione: | | | | | | | | | | |
| | | S_i [m ²] | d_j [mm] | V_i [m ³] | V_i [m ³] | V_{tot} [m ³] | R_j [%] | V_{rj} [m ³] | V_{rj} [m ³] | V_{rtot} [m ³] |
| Elemento 1 | Strato1 | | | | | | | | | |
| | ... | | | | | | | | | |
| | Strato n | | | | | | | | | |
| Elemento 2 | Strato2 | | | | | | | | | |
| | ... | | | | | | | | | |
| | Strato n | | | | | | | | | |
| Elemento x | Componente x1 | | | | | | | | | |
| | Componente x2 | | | | | | | | | |
| Elemento y | Componente y1 | | | | | | | | | |
| | Componente y2 | | | | | | | | | |
| Volume complessivo (A) | | | | | | | | | | |
| Volume complessivo materiali riciclati/recuperati (B) | | | | | | | | | | |
| Indicatore di prestazione (edificio): rapporto percentuale B/A x 100 | | | | | | | | | | |
| Punteggio materiali riciclati/recuperati edificio | | | | | | | | | | |
| Volume totale degli scavi (C) | | | | | | | | | | |
| Volume totale terre riutilizzate (D) | | | | | | | | | | |
| Indicatore di prestazione (terre di risulta): rapporto percentuale D/C x 100 | | | | | | | | | | |
| Punteggio terre di risulta | | | | | | | | | | |
| Media di Punteggio edificio e Punteggio terre | | | | | | | | | | |

Fig. 52. Esempio di scheda criterio B.4.6 – Materiali riciclati/recuperati. Fonte: UNI/PdR 13:2015 –Sezione 1

12.3 Scelta del metodo

Con il fine di determinare la percentuale di materiale proveniente da riciclo nell'intero edificio, si è, in principio, valutato il metodo indicato dal LEED per la determinazione della percentuale di contenuto di riciclato. Si sono riscontrate delle difficoltà nell'indicazione del valore del contenuto di riciclo, il quale richiede come dati di input sia il costo del materiale che le percentuali esatte di materiale pre e post consumo contenuto. Entrambi questi dati molto spesso non vengono rilasciati dalle aziende o in ogni caso non vengono dichiarati in schede tecniche certificate.

Per tale ragione si è ritenuto più idoneo approcciare tale studio con il metodo proposto dal protocollo ITACA. Esso infatti si basa più semplicemente su volumi e percentuali, deducibili dalle scelte progettuali.

13. Criteri e strumenti utilizzati per la verifica

Per analizzare la quantità, in percentuale, di materiale riciclato presente, si è deciso di proseguire lo studio su un unico blocco del complesso residenziale (Blocco D).

La scelta è ricaduta su questo edificio perché è l'unico ad essere indipendente ed inoltre si può supporre che tale semplificazione non comporti un risultato molto differente, essendo i blocchi tutti molto simili tra loro.

A causa della scarsità dei materiali con componenti provenienti da riciclo presenti in commercio e dai limiti imposti dalle normative, il piano interrato è stato pensato per essere progettato interamente in calcestruzzo. Per tale ragione, ai fini dell'elaborato, si terrà in considerazione per il computo dei materiali solo la parte fuori terra della costruzione.



Fig. 53. Prospetti del Blocco D. In ordine dall'alto e da sinistra a destra: prospetto sud, nord, est, ovest. Scala 1:200



Fig. 54. Piante del Blocco D. In ordine dall'alto: piano terra, piano primo. Scala 1:200
 Per planimetria piano interrato si rimanda alle tavole di progetto allegate.

13.1 Soluzioni tecnologiche

Le soluzioni tecnologiche di seguito riportate sono le medesime per tutti gli altri blocchi del progetto di edilizia sociale.

Limitati anche dalla scelta dei materiali presenti in commercio, si è ipotizzata una struttura portante costituita da uno scheletro in acciaio; tale materiale viene utilizzato anche per la realizzazione dei sistemi di salita verticale.

Le pareti perimetrali esterne sono così costituite:

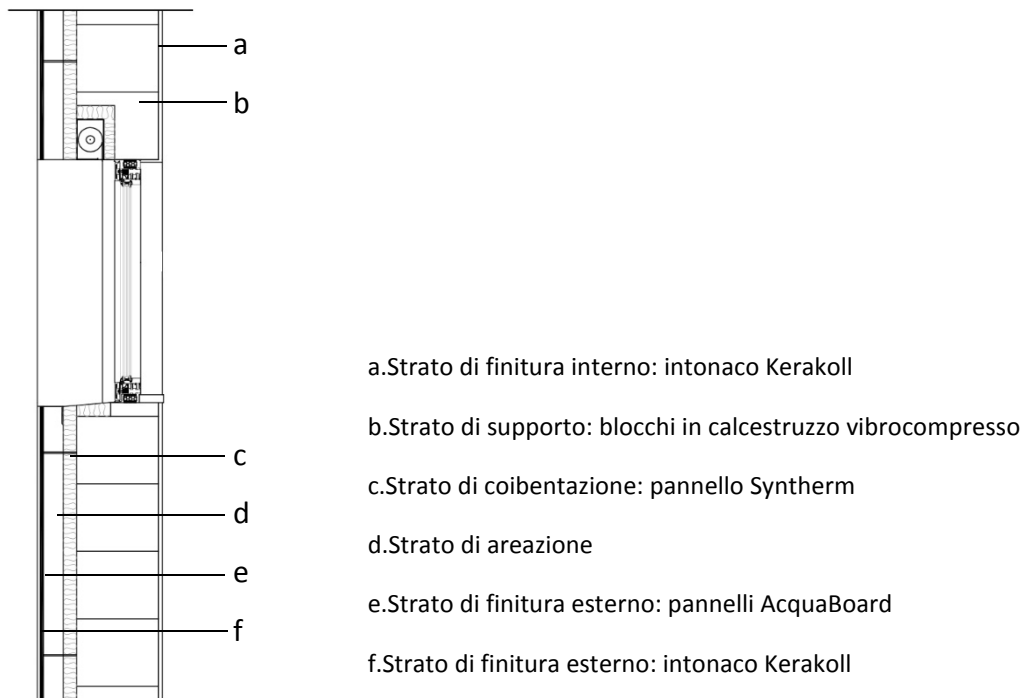


Fig. 55. Dettaglio parete perimetrale. Scala 1:20.

Il sistema di oscuramento della facciata è costituito da tendaggi a incasso in modo da non intaccare la linearità e le forme semplici dei prospetti.

Le partizioni interne, di due differenti tipologie in base all'utilizzo, possiedono tale stratigrafia:

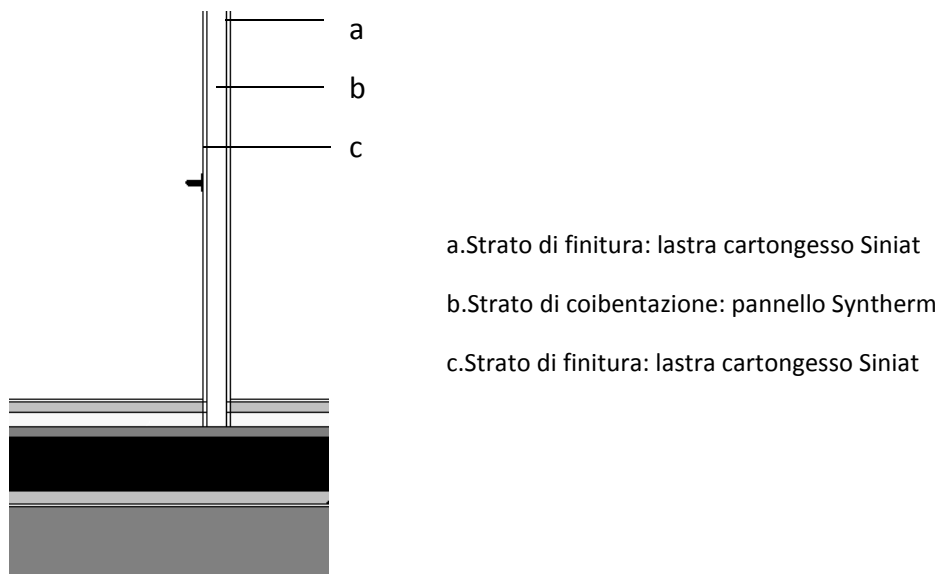
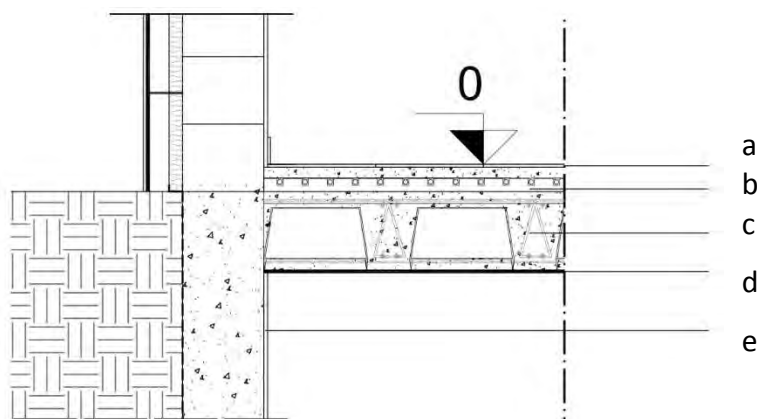


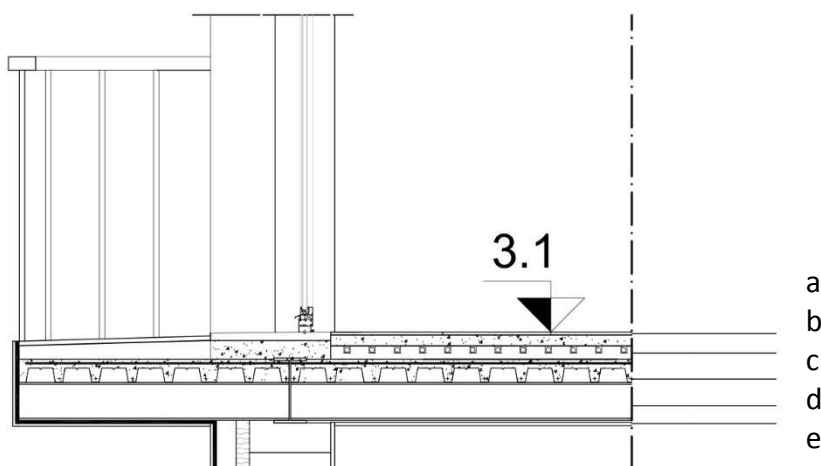
Fig. 56. Dettaglio partizione interna.

Nel progetto sono presenti due tipologie differenti di solaio; al piano terra è stato pensato un solaio di tipo Predalles, mentre il primo orizzontamento e la copertura, piana, sono solai in lamiera grecata con cappa di alleggerimento.



- a.Strato di finitura: ceramiche Caesar
b.Strato di integrazione impiantistica e massetto di allettamento
c.Strato di supporto: solaio tipo Predalles con alleggerimenti Beton
d.Strato di finitura: lastre cartongesso Siniat
e.Strato di finitura: intonaco Kerakoll

Fig. 57. Dettaglio solaio piano terra tipo Predalles. Scala 1:20.



a.Strato di finitura: ceramiche Caesar

b.Strato di integrazione impiantistica e massetto di allettamento

c.Strato di supporto: solaio con lamiera grecata e getto di completamento con rete elettrosaldata

d.Strato di supporto: trave secondaria IPE 140

e.Strato di finitura: lastre cartongesso Siniat

Fig. 58. Dettaglio solaio piano primo in acciaio. Scala 1:20.

Si è cercato di limitare il più possibile l'uso di calcestruzzo essendo un materiale che un forte limite di contenuto di aggregati provenienti da riciclo²⁵.

È quindi stato utilizzato per le cappe e massetti e per i parapetti dei balconi esterni.

Ai fini di un edilizia che punti sulla sostenibilità ambientale, si è pensata una predisposizione per l'installazione di pannelli solari termici e fotovoltaici in copertura.

²⁵ Si veda Cap. 8.1 – Calcestruzzo

13.2 BIM (Building Information Model) e sostenibilità

Attualmente gli architetti e gli ingegneri stanno utilizzando la potenza del BIM per creare un vero e proprio strumento informativo per tutto il processo di progettazione.

Anche nel campo della sostenibilità si inizia ad utilizzare questa tecnologia ad esempio per ridurre gli sprechi e combinare le spedizioni per ridurre ulteriormente le emissioni di carbonio

Prima di iniziare qualsiasi processo, però, gli imprenditori hanno bisogno di essere istruiti sulle pratiche di bioedilizia, studiando gli standard di informazione della USGBC, in particolare il sistema di certificazione LEED.

Il Building Information Modeling per quanto riguarda i progetti LEED può essere utilizzato in diversi modi, per esempio per una gestione più accurata dell'approvvigionamento dei materiali, affinché si producano meno rifiuti.

Un altro possibile uso del BIM è la capacità di analizzare le prestazioni di una costruzione virtuale e quindi verificare le prestazioni effettive dopo la costruzione. In questo modo sarà possibile avere un calcolo ammissibile del numero di crediti LEED sul progetto.

La scelta del materiale è uno dei fattori più importanti nella progettazione e la costruzione di progetti verdi. È possibile utilizzare BIM durante la fase di selezione dei materiali per aggiungere informazioni, per esempio, inserendo percentuali di quantità di materiali riciclati, come il rapporto di ceneri volanti in una miscela di calcestruzzo o di materiale in gomma riciclata.

Ciò consente di analizzare rapidamente se si stanno raggiungendo i crediti LEED o gli obiettivi del progetto che ci si è imposti di raggiungere^[17].

13.2.1 Modellazione in Revit e computo dei materiali

Si è deciso di utilizzare il programma Revit per la modellazione del fabbricato perché tale programma offre la possibilità di ottenere velocemente un computo dei materiali.

Si è aggiunta, tra i parametri attribuiti ad ogni singolo materiale, la voce *Recycled Content*.

Questa operazione ha permesso l'attribuzione ad ogni materiale della percentuale, determinata dalle schede tecniche, di materiale proveniente da riciclo. Con un semplice foglio di calcolo si è proceduto alla determinazione del quantitativo totale.

Per ottenere un computo più preciso si è dovuto inizialmente creare diverse *Schedules Materials Take Off* per ogni categoria di Revit utilizzata: muri, solai, pilastri, travi, scale, porte e finestre.

| Wall Material Takeoff | | | |
|------------------------------------|---------------|----------------------------|------------------------------|
| Prodotto/Materiale | Volume [mc] | Contenuto di riciclato [%] | Volume totale riciclato [mc] |
| Intonaco Kerakoll | 18.80 | 0.2 | 3.76 |
| Blocco Cls vibrocompresso Vibrapac | 213.95 | 0.4 | 85.58 |
| Isolante Sintherm | 50.28 | 0.85 | 42.738 |
| Lastra Siniat Acquaboard | 55.10 | 0.36 | 19.836 |
| Lastra cartongesso Siniat | 8.82 | 0.38 | 3.3516 |
| Calcestruzzo | 0.87 | 0.15 | 0.1044 |
| Totali | 298.57 | 52 | 155.37 |

| Floor Material Takeoff | | | |
|-------------------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|
| Prodotto/Materiale | Volume [mc] | Contenuto di riciclato [%] | Volume totale riciclato [mc] |
| Blocchi in alleggerito U-Boot Beton | 50.68 | 1 | 50.68 |
| Cappe/ massetti in calcestruzzo | 72.9 | 1 | 58.32 |
| Isolamento Sintherm | 17.8 | 0.85 | 15.13 |
| Ceramiche Caesar | 11.18 | 0.4 | 4.472 |
| Sugher System | 21.87 | 1 | 21.87 |
| Lastra in cartongesso | 6.22 | 0.38 | 2.36 |

| | | | |
|---------------------------------|---------------|--------------|---------------|
| Siniat | | | |
| Guaina Bituminosa Derbigum | 1.74 | 0.25 | 0.435 |
| Barriera al vapore Derbicoat | 0.72 | 0.3 | 0.21 |
| Totali | 183.11 | 82.82 | 153.48 |

| Column Material Takeoff | | | |
|--------------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Prodotto/Materiale | Volume [mc] | Contenuto di riciclato [%] | Volume totale riciclato [mc] |
| HEB 140 | 0.12 | 1 | 0.12 |
| HEB 260 | 1.68 | 1 | 1.68 |
| Totali | 1.8 | 100 | 1.8 |

| Framing Material Takeoff | | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Prodotto/Materiale | Volume [mc] | Contenuto di riciclato [%] | Volume totale riciclato [mc] |
| IPE 100 | 0.04 | 1 | 0.04 |
| IPE 140 | 0.45 | 1 | 0.45 |
| IPE 240 | 0.98 | 1 | 0.98 |
| Totali | 1.47 | 100 | 1.47 |

| Stair Material Takeoff | | | |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Prodotto/Materiale | Volume [mc] | Contenuto di riciclato [%] | Volume totale riciclato [mc] |
| Acciaio | 0.61 | 1 | 0.61 |
| Ceramiche Caesar | 0.42 | 0.4 | 0.17 |
| Vetro vano ascensore | 0.28 | 0 | 0 |
| Totali | 1.31 | 59.54 | 0.78 |

| Door and Window Material Takeoff | | | |
|---|----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Prodotto/Materiale | Volume [mc] | Contenuto di riciclato [%] | Volume totale riciclato [mc] |
| Alluminio porte | 1.86 | 0.43 | 0.8 |
| Vetro porte | 0.22 | 0 | 0 |
| Alluminio finestre | 0.68 | 0.43 | 0.29 |
| Vetro finestre | 0.54 | 0 | 0 |
| Totali | 3.3 | 33 | 1.09 |

Ottenuti i volumi totali e le relative percentuali di quantitativo proveniente da riciclo, si può determinare la percentuale complessiva di materia prima secondarie sul volume totale dei materiali e prodotti costituenti l'edificio.

| Categoria | Volumi totali [mc] | Volumi di materiale proveniente da riciclo [mc] |
|-------------------------------------|--------------------|---|
| Muri | 298.57 | 155.37 |
| Solai | 183.11 | 153.48 |
| Pilastrini | 1.8 | 1.8 |
| Travi | 1.47 | 1.47 |
| Scale | 1.31 | 0.78 |
| Porte | 3.09 | 0.79 |
| Finestre | 1.22 | 0.29 |
| Totali | 490.57 | 313.98 |
| Percentuale complessiva: 64% | | |

Come appena dimostrato tramite il computo, si è raggiunta una percentuale del 64% di materie prime secondarie sull'intero edificio.

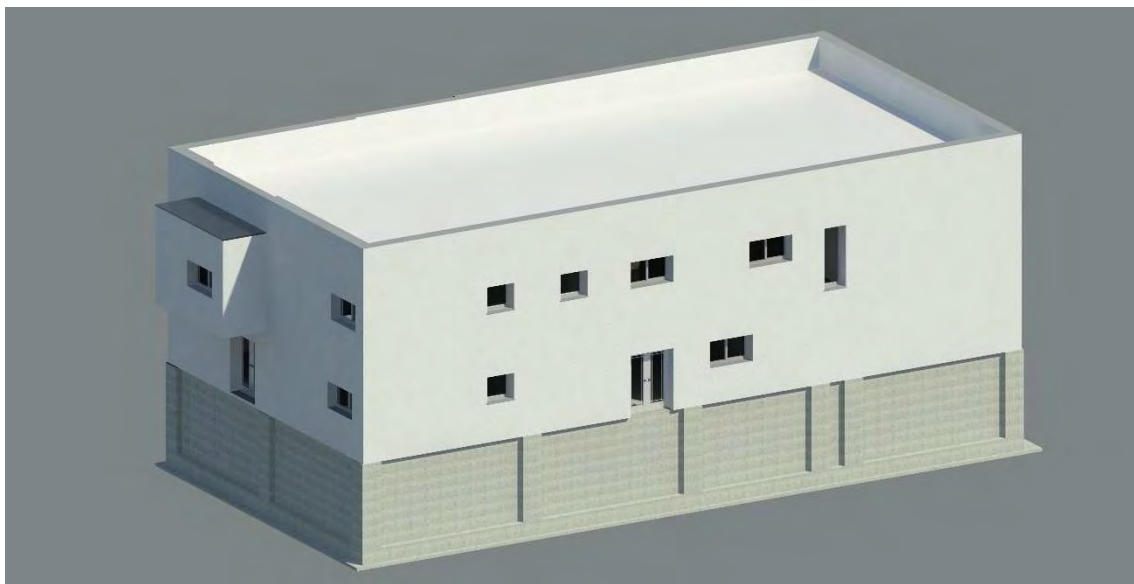
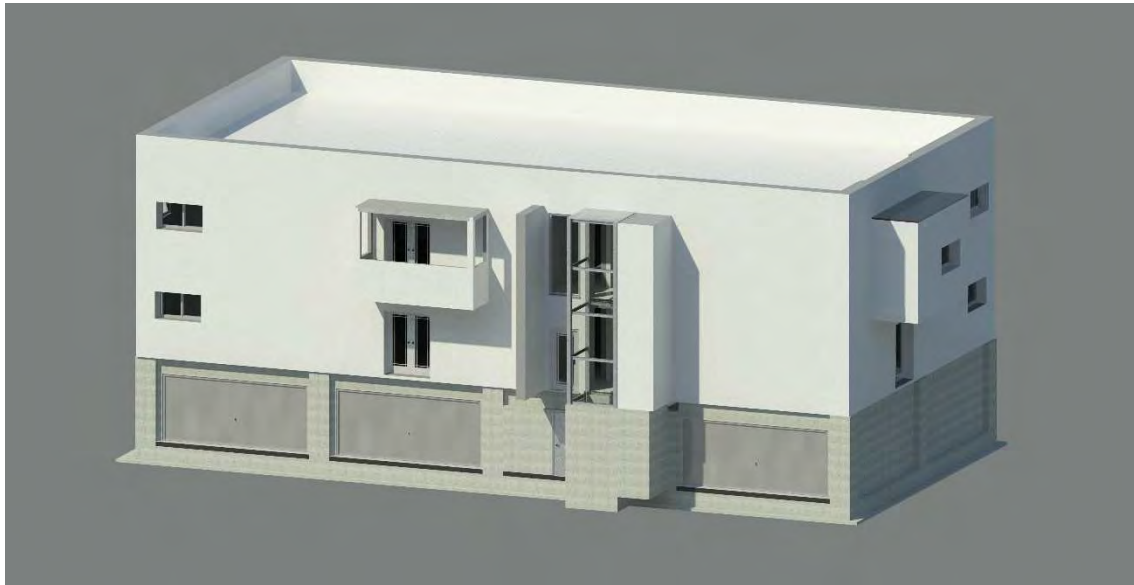


Fig. 59. Immagini dell'edificio di studio modellato in Revit.

13.3 Valutazione energetica

Dopo aver determinato le diverse stratigrafie che costituiscono la struttura, attraverso il programma TerMus si è proceduto alla determinazione della classe di prestazione energetica dell'edificio in esame.

Vengono poste in allegato le schede tecniche con le caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi e quelle termiche dei componenti finestrati.

Per quanto riguarda gli impianti si è optato per un sistema di pompa di calore elettrica trifase terra-acqua, versione sorgente geotermica tipo Riello Ekometis g 0121 da 32.5 kW di potenza termica e COP 3.61.

Si è ipotizzato un sistema di fonti rinnovabili con pannelli solari termici con area captazione pannelli di 15 mq ad assorbitore piano con accumulo da 100l e un sistema di pannelli fotovoltaici da 100 mq per potenza di picco di 13 kW.

Tutte le abitazioni sono dotate di un sistema di riscaldamento a pavimento e un sistema di trattamento dell'area con controllo dell'umidificazione e recupero attivo del tipo ElfoFresh della Clivet.

Questi dati iniziali hanno portato alla redazione di prototipo di Attestato di Certificazione Energetica (posto in allegato), che dichiara il raggiungimento della classe di prestazione energetica A.

14. Conclusioni

In questo lavoro di tesi si è voluto sperimentare l'elaborazione di un progetto che utilizza prodotti contenenti materiali provenienti da riciclo.

L'obiettivo principale della tesi è stato quello di dimostrare che è possibile elaborare il progetto di un edificio a destinazione d'uso principalmente residenziale conforme alle normative vigenti e che utilizzi i prodotti catalogati.

L'uso di tali prodotti, inseriti nel modello dell'edificio, ha permesso di verificare che è possibile raggiungere una buona percentuale, calcolata sul volume totale dei prodotti utilizzati nell'edificio, di materie prime secondarie utilizzate (64%).

Il raggiungimento di tale valore è stato possibile grazie al fatto che la scelta è ricaduta su elementi tecnici che costituiscono gran parte del volume complessivo (ad esempio partizioni e solai), contenenti una discreta percentuale di riciclato.

Un secondo obiettivo, non meno importante, è stato quello di porre attenzione alla classe di prestazione energetica dell'edificio, progettando un involucro energeticamente efficiente. L'utilizzo infatti di un sistema di isolamento delle pareti perimetrali esterne (pareti ventilate), ha portato al raggiungimento della classe di prestazione energetica A.

Quello che è apparso evidente è la scarsa presenza in commercio di prodotti che attestino l'effettiva provenienza degli elementi componenti e il relativo quantitativo di riciclato sulla percentuale totale del prodotto.

Si è constatato che al giorno d'oggi le aziende tendono a pubblicizzare i prodotti puntando di più su aspetti di competitività a livello economico, piuttosto che sulla composizione degli stessi; infatti molte aziende preferiscono non dichiarare la presenza di materiali da riciclo, perché probabilmente non hanno un controllo scrupoloso dei materiali di input nella produzione.

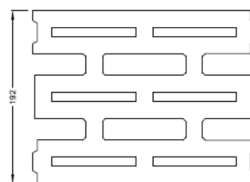
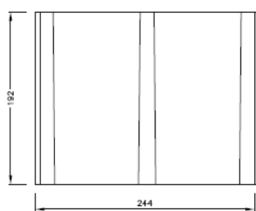
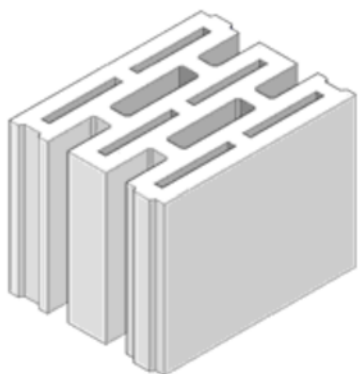
Alla luce dell'importanza che una tale presenza ha per la certificazione ambientale in termini di crediti raggiungibili, sarebbe invece utile cercare di muoversi in tale direzione affinché molti edifici realizzati possano avere l'attribuzione di più crediti con i quali raggiungere elevati livelli di certificazione ambientale.

Si riscontra quindi la necessità di realizzare un catalogo dei prodotti presenti nel mercato, con una certificazione sul contenuto proveniente da riciclo, affinché tutti gli operatori del processo edilizio possano ampliare maggiormente le loro conoscenze su ciò che offre il mercato.

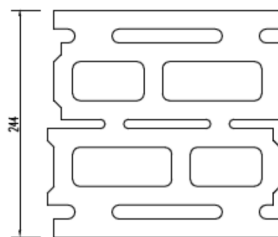
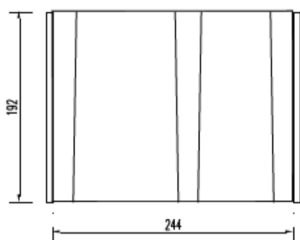
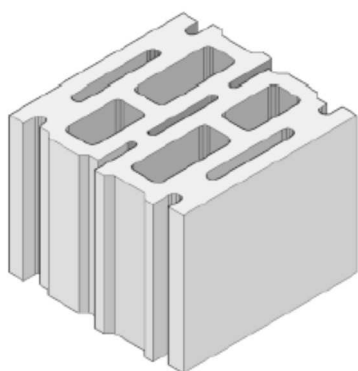
ALLEGATI

SCHEDE PRODOTTO

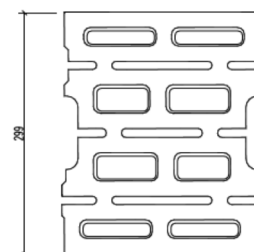
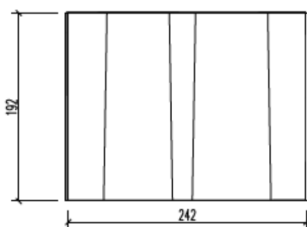
| | | | |
|--|-----------------------|---|-------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.1.1 |
| Biodämm | Vibrapac | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Vibrapac | | | |
| Milano | Roma | | |
| Via Vallone, 1 | Via Messico, 1 | | |
| Solaro (MI), 20020 | Pomezia (Roma), 00040 | | |
| Tel. 02 96 98 131 | Tel. 06 91 21 053 | | |
| Fax. 02 96 91 472 | Fax. 06 91 05 323 | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> | | | |
| Biodämm NT | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
| Blocchi forati portanti a incastro di conglomerato cementizio vibrocompresso alleggerito Vibrapac linea Biodämm. Tali elementi all'interno contengono materie prime secondarie di riciclo prodotti in Sistema Qualità certificato UNI EN ISO 9001 e marcati CE (categoria I): inerti speciali a granulometria controllata e vetro espanso riciclato. | | | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Partizioni interne ed esterne verticali. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| Gli elementi saranno formati da un impasto a ridotto impatto ambientale, con contenuto di riciclato pre e post-consumo superiore al 40% , conformemente alla norma UNI EN ISO 14021 con convalida di primario istituto di controllo accreditato SINCERT. L'elevata massa dell'elemento, unitamente ad un adeguato strato isolante esterno, deve garantire una inerzia termica pari ad almeno 150h di tempo di raffreddamento convenzionale. | | | |
| Gli elementi avranno le seguenti caratteristiche tecniche [rif. UNI EN 771-3]: | | | |
| - dimensioni di coordinazione (Lung x Larg x Alt) 25 x 20-25-30 x 20 cm; | | | |
| - dimensioni di fabbricazione (Lung x Larg x Alt) 244 x 192-244-299 x 192 mm; | | | |
| - stabilità dimensionale: spostamento dovuto all'umidità ≤ 0,5 mm/m; | | | |
| - massa volumica lorda (netta) a secco 970-890-910 ±10% (1450±10%) kg/m ³ ; | | | |
| - percentuale di foratura ≈ 33-39-38 %; | | | |
| - peso muratura in opera: B.20 220±10% kg / m ² – B.25 255±10% kg / m ² –B. 30 305±10% kg / m ² ; | | | |



Modulo indicativo del Biodämm 20
Fonte: www.vibrapac.it



Modulo indicativo del Biodämm 25
Fonte: www.vibrapac.it

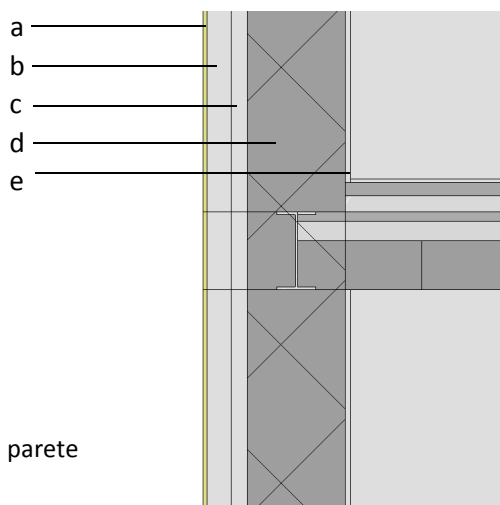


Modulo indicativo del Biodämm 30
Fonte: www.vibrapac.it

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura esterno
- b. Strato di aerazione
- c. Strato di coibentazione
- d. Stato di supporto: elementi Biodämm
- e. Strato di finitura interno



Esempio di applicazione dei blocchi Vibrapac in una parete perimetrale verticale. Fuori scala


Letture delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------|----------------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | D.M. 16/02/2007 ALL.D.4.3 B. 20: REI 180' B. 25: REI 240' B. 30: REI 240' |
| | Resistenza al gelo | Assorbimento d'acqua per immersione: $\leq 26\%$ |
| | Stabilità chimico reattiva | Non sono presenti sostanze nocive |
| | Resistenza meccanica | Resistenza a compressione media: $\geq 4 (\geq 3) \text{ N / mm}^2$ |
| Benessere | Isolamento acustico | Per via aerea diretta: B. 20: Massa volumica lorda (netta) a secco $970 \pm 10\% (1450 \pm 10\%) \text{ kg / m}^3$ B. 25: Massa volumica lorda (netta) a secco $890 \pm 10\% (1450 \pm 10\%) \text{ kg / m}^3$ B. 30: Massa volumica lorda (netta) a secco $910 \pm 10\% (1450 \pm 10\%) \text{ kg / m}^3$ Potere fonoisolante per via analitica: B. 20: $\geq 49 \text{ dB}$ B. 25: $\geq 51 \text{ dB}$ B. 30: $\geq 53 \text{ dB}$ |

| | | |
|--|---------------------------|--|
| | <p>Isolamento termico</p> | <p>Conducibilità termica equivalente (UNI EN 1745): B. 20: 0,22 W / m K B. 25: 0,24 W / m K B. 30: 0,25 W / m K</p> <p>Conduttanza: B. 20: 1,15 W / m² K B. 25: 0,98 W / m² K B. 30: 0,82 W / m² K</p> <p>Resistenza termica: B. 20: 0,87 m² K / W B. 25: 1,02 m² K / W B. 30: 1,22 m² K / W</p> <p>Trasmittanza U: B. 20: 0,89 W / m² K B. 25: 0,78 W / m² K B. 30: 0,68 W / m² K</p> <p>Calore specifico: 1,00 kJ / kg K</p> |
|--|---------------------------|--|

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

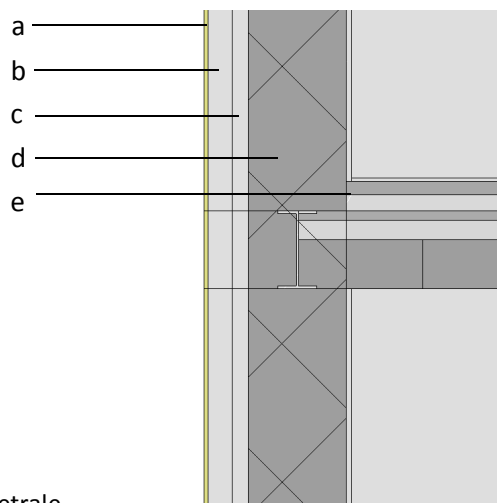
La posa degli elementi dovrà avvenire con malta Vibrapac per murature tagliafuoco almeno di tipo M5 (UNI EN 998-2). La muratura dovrà garantire assenza di fessurazioni da ritiro igrometrico; pertanto il ritiro igrometrico degli elementi formanti la stessa dovrà essere inferiore a 0,5 mm/m. Dovranno inoltre essere previsti opportuni giunti di dilatazione.

| | | | |
|---|---|--|-------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.1.1 |
| PregyAcquaBoard |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato a sistema | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| <p>Siniat S.p.A. Via G.G. Winkelmann, 2 20146, Milano P.IVA 12723350158 C.F. 01248350686 Tel. 02 42 41 51 Fax. 02 42 41 53 50 E-mail siniat.italia@siniat.com</p> | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> PregyAcquaBoard | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | <p>PregyAcquaBoard è una lastra per rivestimento esterno costituita da un cuore additivato resistente all'acqua e da un rivestimento idrorepellente. Essa fornisce una protezione dagli elementi atmosferici ed è resistente alla decomposizione, delaminazione e deterioramento dovuto all'esposizione diretta durante il cantiere e può essere usata come base per diversi sistemi di finitura (rasante/cappotto).</p> <p>PregyAcquaBoard è marcata CE in conformità alla norma EN15283-1 (tipo GM-H1, GM-I). È inoltre conforme alla norma EN520 (tipo D, E, F, H1, I).</p> | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Partizioni esterne - Controsoffitti in ambienti esterni o in presenza di elevata umidità ambientale | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| <p>La lastra da esterno, completamente riciclabile, è certificata LEED ed è composta da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - più dell' 88% di gesso con una percentuale di contenuto di riciclato del 38% (di cui 36% pre-consumer e 2% post-consumer); - il 3% di cartone speciale idrofugo; - meno del 9% di additivi. <p>Si attesta un contenuto di riciclato almeno del 34%, di cui 34% pre-consumer e il 2% post-consumer.</p> <p>La lastra PregyAcquaBoard, disponibile nelle lunghezze 2 e 3 m e di spessore 12,5 mm, è di colore giallo su entrambe le facce e presenta i bordi longitudinali assottigliati.</p> | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura esterno: lastra Pregy
- b. Strato di aerazione
- c. Strato di coibentazione
- d. Stato di supporto
- e. Strato di finitura interno




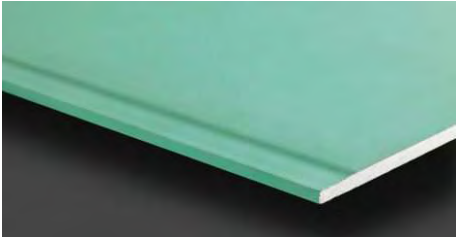
Esempio di applicazione della lastra Pregy su perimetrale verticale ventilata. Fuori scala

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|-----------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Euroclasse A2-s1,d0 (secondo EN 13501-1) |
| | Resistenza termica | R= 0,05 m ² K/W Nessuna perdita di integrità e nessuna crepa nel nucleo dovuti al gelo. |
| | Resistenze alle muffe | 10/10 (resistenza massima secondo ASTM D3273) |
| | Resistenza meccanica | EN 15283-1 Carico di rottura longitudinale > 500 N Carico di rottura trasversale > 250 N Resistenza alla compressione ≥ 10 MPa |
| Benessere | Isolamento acustico | L'indice Rw dipende dalla configurazione del sistema. |
| | Isolamento termico | λ=0,25 W/mK (secondo EN12524) |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

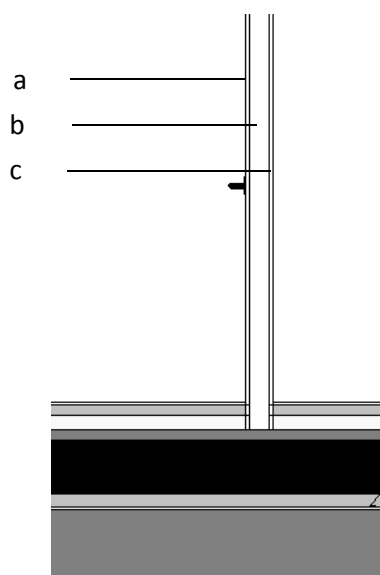
Le lastre devono essere stoccate al riparo da agenti atmosferici e umidità. Le istruzioni per la movimentazione e taglio sono le stesse delle lastre in cartongesso standard. Per il fissaggio devono essere utilizzate le viti PregyAquaBoard avvitate su struttura metallica PregyMetalAquaBoard ad elevata resistenza in atmosfera salina.

| | | | |
|--|---|---|----------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 3.1.1 3.2.1 |
| Pregydro |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato a sistema | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Siniat S.p.A. Via G.G. Winkelmann, 2 20146, Milano P.IVA 12723350158 C.F. 01248350686 Tel. 02 42 41 51 Fax. 02 42 41 53 50 E-mail siniat.italia@siniat.com | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> Pregydro | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | Pregydro è una lastra di gesso rivestito marcata CE in conformità alla norma EN15283-1 (tipo GM-H1, GM-I). È inoltre conforme alla norma EN520 (tipo D, E, F, H1, I). | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Tramezzi, contropareti e controsoffitti in ambienti umidi o in presenza di vapore acqueo periodico o persistente (bagni e cucine); controsoffittature di portici e tettoie non esposte direttamente all'acqua. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| La lastra da esterno, completamente riciclabile, è certificata LEED ed è composta da: <ul style="list-style-type: none"> - più dell' 90% di gesso con una percentuale di contenuto di riciclato del 38% (di cui 36% pre-consumer e 2% post-consumer); - il 2% di carta 100% riciclata, di cui il 14% pre-consumer e l'86% post-consumer; - meno del 6% di additivi. Si attesta un contenuto di riciclato almeno del 38%, di cui 34% pre-consumer e il 4% post-consumer. | | | |
| La lastra Pregydro, disponibile nella lunghezza di 3 m e di spessore 12,5 mm, presenta i bordi longitudinali assottigliati. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura: lastra Pregy
- b. Strato di coibentazione
- c. Strato di finitura: lastra Pregy




Esempio di applicazione della lastra Pregydro in una partizione interna verticale. Fuori scala.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------|----------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Euroclasse A2-s1,d0 (secondo EN 13501-1) |
| | Resistenza meccanica | Resistenza a flessione longitudinale: -valore minimo per la progettazione 550 N -valore medio 635 N Resistenza a flessione trasversale: -valore minimo per la progettazione 210 N -valore medio 275 N |
| Benessere | Isolamento acustico | L'indice R_w dipende dalla configurazione del sistema. |
| | Isolamento termico | $\lambda=0,21$ W/mK |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

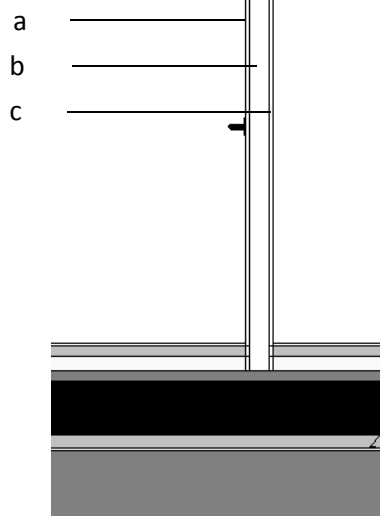
Le lastre devono essere stoccate al riparo da agenti atmosferici e umidità. Le istruzioni per la movimentazione e taglio sono le stesse delle lastre in cartongesso standard.

| | | | |
|--|---|---|----------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 3.1.1 3.2.1 |
| PregydroFlam |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato a sistema | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Siniat S.p.A. Via G.G. Winkelmann, 2 20146, Milano P.IVA 12723350158 C.F. 01248350686 Tel. 02 42 41 51 Fax. 02 42 41 53 50 E-mail siniat.italia@siniat.com | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> | | | |
| PregydroFlam | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | PregydroFlam è una lastra di gesso rivestito marcata CE in conformità alla norma EN15283-1 (tipo GM-H1, GM-I). È inoltre conforme alla norma EN520 (tipo D, E, F, H1, I). | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Tramezzi, contropareti e controsoffitti in ambienti umidi o in presenza di vapore acqueo periodico o persistente (bagni e cucine); controsoffittature di portici e tettoie non esposte direttamente all'acqua. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| La lastra da esterno, completamente riciclabile, è certificata LEED ed è composta da: <ul style="list-style-type: none"> - più dell' 90% di gesso con una percentuale di contenuto di riciclato del 38% (di cui 36% pre-consumer e 2% post-consumer); - il 2% di carta 100% riciclata, di cui il 14% pre-consumer e l'86% post-consumer; - meno del 6% di additivi. Si attesta un contenuto di riciclato almeno del 38%, di cui 34% pre-consumer e il 4% post-consumer. | | | |
| La lastra PregydroFlam, disponibile nella lunghezza di 3 m e di spessore 12,5 mm, presenta i bordi longitudinali assottigliati. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura: lastra Pregy
- b. Strato di coibentazione
- c. Strato di finitura: lastra Pregy





Esempio di applicazione della lastra PregydroFlam in una partizione interna verticale. Fuori scala.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|----------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Euroclasse A2-s1,d0 (secondo EN 13501-1) |
| | Resistenza meccanica | Resistenza a flessione longitudinale: -valore minimo per la progettazione 550 N -valore medio 630 N Resistenza a flessione trasversale: -valore minimo per la progettazione 210 N -valore medio 260 N |
| Benessere | Isolamento acustico | L'indice R_w dipende dalla configurazione del sistema. |
| | Isolamento termico | $\lambda=0,21$ W/mK |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

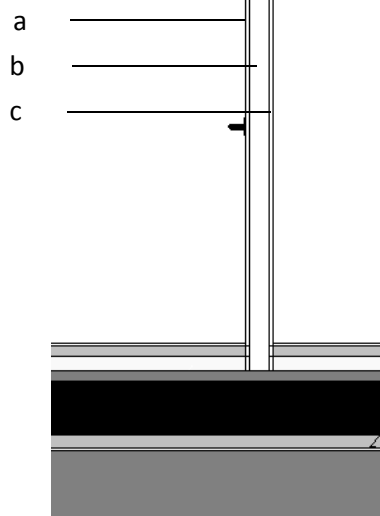
Le lastre devono essere stoccate al riparo da agenti atmosferici e umidità. Le istruzioni per la movimentazione e taglio sono le stesse delle lastre in cartongesso standard.

| | | | |
|--|---|--|----------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 3.1.1 3.2.1 |
| PregyDur |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato a sistema | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Siniat S.p.A. Via G.G. Winkelmann, 2 20146, Milano P.IVA 12723350158 C.F. 01248350686 Tel. 02 42 41 51 Fax. 02 42 41 53 50 E-mail siniat.italia@siniat.com | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> | | | |
| PregyDur | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | PregyDur è una lastra di gesso rivestito, a cuore densificato con fibre di vetro, marcata CE in conformità alla norma EN15283-1 (tipo GM-H1, GM-I). È inoltre conforme alla norma EN520 (tipo D, E, F, H1, I). | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Tramezze, contropareti e controsoffitti in cui è previsto un maggior rischio di impatto o di usura o dove si vuole conferire al sistema una migliore prestazione di fonoisolamento. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| La lastra da esterno, completamente riciclabile, è certificata LEED ed è composta da: <ul style="list-style-type: none"> - più dell' 90% di gesso con una percentuale di contenuto di riciclato del 38% (di cui 36% pre-consumer e 2% post-consumer); - il 2% di carta 100% riciclata, di cui il 14% pre-consumer e l'86% post-consumer; - meno del 6% di additivi. Si attesta un contenuto di riciclato almeno del 38%, di cui 34% pre-consumer e il 4% post-consumer. | | | |
| La lastra PregyDur, disponibile nella lunghezza di 3 m e di spessore 12,5 mm, presenta i bordi longitudinali assottigliati. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura: lastra Pregy
- b. Strato di coibentazione
- c. Strato di finitura: lastra Pregy



Esempio di applicazione della lastra PregyDur in una partizione interna verticale. Fuori scala.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|----------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Euroclasse A2-s1,d0 (secondo EN 13501-1) |
| | Resistenza meccanica | Resistenza a flessione longitudinale: -valore minimo per la progettazione 550 N -valore medio 630 N Resistenza a flessione trasversale: -valore minimo per la progettazione 210 N -valore medio 270 N |
| Benessere | Isolamento acustico | L'indice R_w dipende dalla configurazione del sistema. |
| | Isolamento termico | $\lambda=0,21$ W/mK |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

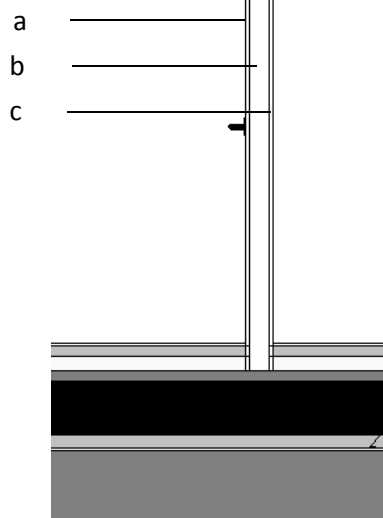
Le lastre devono essere stoccate al riparo da agenti atmosferici e umidità. Le istruzioni per la movimentazione e taglio sono le stesse delle lastre in cartongesso standard.

| | | | |
|--|---|--|----------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 3.1.1 3.2.1 |
| PregyVapor |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato a sistema | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Siniat S.p.A. Via G.G. Winkelmann, 2 20146, Milano P.IVA 12723350158 C.F. 01248350686 Tel. 02 42 41 51 Fax. 02 42 41 53 50 E-mail siniat.italia@siniat.com | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> PregyVapor | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | PregyVapor è una lastra di gesso rivestito di 9,5 mm accoppiata su una faccia con un foglio di alluminio, marcata CE in conformità alla norma EN520 e EN14190. | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Pareti, controsoffitti, contropareti di murature perimetrali o dove la condensa potrebbe aggredire gli isolanti termoacustici riducendone l'efficacia. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| La lastra da esterno, completamente riciclabile, è certificata LEED ed è composta da: <ul style="list-style-type: none"> - più dell' 90% di gesso con una percentuale di contenuto di riciclato del 38% (di cui 36% pre-consumer e 2% post-consumer); - il 2% di carta 100% riciclata, di cui il 14% pre-consumer e l'86% post-consumer; - meno del 6% di additivi. Si attesta un contenuto di riciclato almeno del 38%, di cui 34% pre-consumer e il 4% post-consumer. | | | |
| La lastra PregyVapor, disponibile nella lunghezza di 3 m e di spessore 9,5 mm, presenta i bordi longitudinali assottigliati. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura: lastra Pregy
- b. Strato di coibentazione
- d. Strato di finitura: lastra Pregy





Esempio di applicazione della lastra PregyVapor in una partizione interna verticale. Fuori scala.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|----------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Euroclasse A2-s1,d0 |
| | Resistenza meccanica | Resistenza a flessione longitudinale: -valore minimo per la progettazione 400 N -valore medio 450 N Resistenza a flessione trasversale: -valore minimo per la progettazione 160 N -valore medio 175 N |
| Benessere | Isolamento acustico | L'indice R_w dipende dalla configurazione del sistema. |
| | Isolamento termico | $\lambda=0,21$ W/mK |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

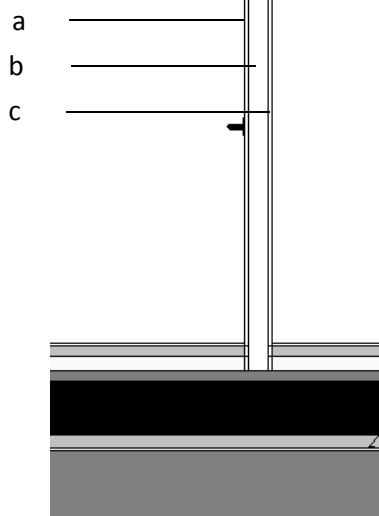
Le lastre devono essere stoccate al riparo da agenti atmosferici e umidità. Le istruzioni per la movimentazione e taglio sono le stesse delle lastre in cartongesso standard.

| | | | |
|--|---|--|----------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 3.1.1 3.2.1 |
| PregyLaDura |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato a sistema | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Siniat S.p.A. Via G.G. Winkelmann, 2 20146, Milano P.IVA 12723350158 C.F. 01248350686 Tel. 02 42 41 51 Fax. 02 42 41 53 50 E-mail siniat.italia@siniat.com | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> PregyLaDura | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | PregyLaDura è una lastra di gesso rivestito a cuore densificato e rinforzato con fibre di legno e di vetro, rivestito da entrambe le parti da cartone ignifugo a basso potere calorifico. È marcata CE in conformità alla norma EN520. | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Tramezze, contropareti e controsoffitti nelle soluzioni dove è richiesta la protezione al fuoco e la classe A1 di reazione al fuoco. Offrono maggior resistenza per la sospensione dei carichi e all'impatto da corpo duro. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| La lastra da esterno, completamente riciclabile, è certificata LEED ed è composta da: <ul style="list-style-type: none"> - più dell' 90% di gesso con una percentuale di contenuto di riciclato del 38% (di cui 36% pre-consumer e 2% post-consumer); - il 2% di carta 100% riciclata, di cui il 14% pre-consumer e l'86% post-consumer; - meno del 6% di additivi. Si attesta un contenuto di riciclato almeno del 38%, di cui 34% pre-consumer e il 4% post-consumer. | | | |
| La lastra PregyLaDura, disponibile nella lunghezza di 2 e 3 m, e di spessore di 12,5 e 15 mm, presenta i bordi longitudinali assottigliati. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura: lastra Pregy
- b. Strato di coibentazione
- e. Strato di finitura: lastra Pregy



Esempio di applicazione della lastra PregyLaDura in una partizione interna verticale. Fuori scala.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------|----------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Euroclasse A1 |
| | Resistenza meccanica | Resistenza a flessione longitudinale, valore medio: 12,5 mm → 725 N 15 mm → 870 N Resistenza a flessione trasversale, valore medio: 12,5 mm → 300 N 15 mm → 360 N |
| Benessere | Isolamento acustico | L'indice R_w dipende dalla configurazione del sistema. |
| | Isolamento termico | $\lambda=0,25$ W/mK |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Le lastre devono essere stoccate al riparo da agenti atmosferici e umidità. Le istruzioni per la movimentazione e taglio sono le stesse delle lastre in cartongesso standard.

Non possono essere incollate su supporto murario, se non tramite un fissaggio meccanico o previo particolare trattamento. La particolare natura del cartone che conferisce alla lastra la reazione al fuoco in classe A1 richiede, per l'esecuzione dei giunti, l'impiego di stucchi Siniat e l'armatura con banda in carta microforata.

| | | | |
|------------------------------------|---|---|-------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 3.2.1 |
| PregyBoard Italia |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato a sistema | CP 3 |

1. Informazione sull'origine del prodotto

Siniat S.p.A.

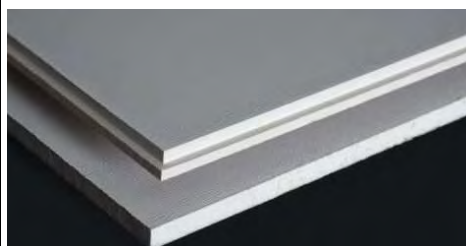
Via G.G. Winkelmann, 2
20146, Milano
P.IVA 12723350158 C.F. 01248350686
Tel. 02 42 41 51 Fax. 02 42 41 53 50
E-mail siniat.italia@siniat.com

2. Informazioni tecniche descrittive

Denominazione commerciale:

PregyBoard Italia

Classificazione descrittiva:



PregyBoard è una lastra di gesso rivestito marcata CE in conformità alla norma EN520.

Utilizzo:

Controsoffitti ispezionabile.

Descrizione morfologica:

La lastra da esterno, completamente riciclabile, è certificata LEED ed è composta da:

- più dell' 90% di gesso con una percentuale di **contenuto di riciclato del 38%** (di cui **36% pre-consumer e 2% post-consumer**);
- il 2% di carta 100% riciclata, di cui il **14% pre-consumer e l'86% post-consumer**;
- meno del 6% di additivi.

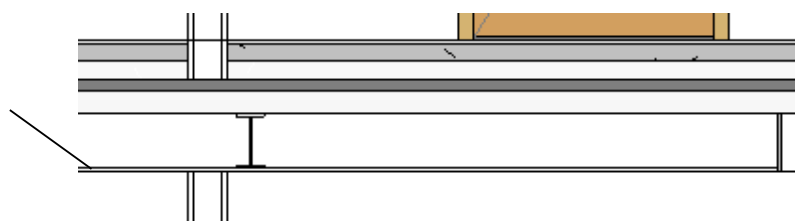
Si attesta un **contenuto di riciclato almeno del 26%, di cui 21% pre-consumer e il 5% post-consumer**, in conformità alla UNI EN ISO 14021, convalidata da ICMQ (attestato n°0032AA del 16/01/2012).

La lastra PregyBoard è disponibile nelle dimensioni 595 x 595 x 9,5 mm.

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

Strato di finitura:
lastra PregyBoard



Esempio di applicazione della lastra PregyBoard in un controsoffitto. Fuori scala

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|---------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Euroclasse A2-s1,d0 Resistenza al fuoco REI120 |
| Benessere | Isolamento acustico | Fonoassorbimento $\alpha_w = 0,10$ (L) |

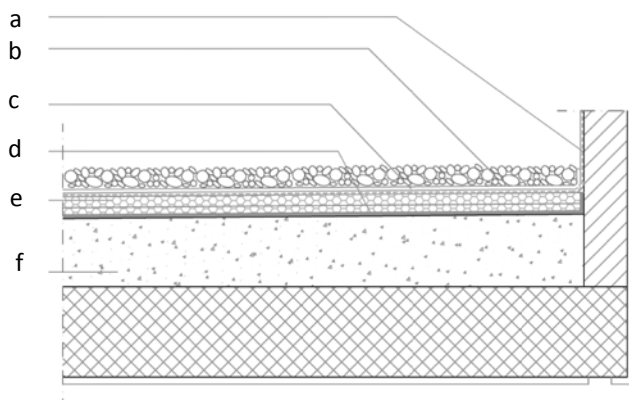
4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Le lastre devono essere stoccate al riparo da agenti atmosferici e umidità. Le istruzioni per la movimentazione e taglio sono le stesse delle lastre in cartongesso standard.

| | | | |
|--|---|---|----------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.4.1 4.2.1 |
| Derbigum |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Derbigum Italia Via dell'Agricoltura, 3 40023 - Castel Guelfo di Bologna (BO) Loc. Poggio Piccolo Tel : +39 0542 488 613 Fax : +39 0542 488 201 e-mail: infoit@derbigum.com | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> DERBIGUM NT | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | Derbigum è una membrana impermeabile bituminosa realizzata con materie prime secondarie derivanti da sfridi e da vecchie membrane bituminose riciclate. | |
| <i>Utilizzo:</i> Fondazioni, locali interrati e coperture | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> Il DERBIGUM NT è provvisto sulla faccia superiore di due armature, una in velo di vetro e una in tessuto non tessuto di poliestere, per una maggiore stabilità dimensionale, resistenza allo strappo e alla perforazione. La faccia inferiore è munita di una cimosa protetta da striscia di PE termofusibile e da una cimosa talcata. È costituito dal 25% di materie prime secondarie derivanti dal riciclaggio ed è riciclabile a l 100%. È disponibile in rotoli di 25 kg e con spessore di 3 o 4mm. Le prestazioni sono dichiarate secondo le specifiche tecniche armonizzate EN 13707: 2004 + A2: 2009 | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



- a.Strato di tenuta: guaina bituminosa
- b.Strato di protezione: ghiaia
- c.Strato di separazione tessuto non tessuto
- d.Strato di tenuta: barriera al vapore
- e.Strato di coibentazione: pannelli di isolante
- f.strato di supporto

Dettaglio di una copertura piana. Fuori scala.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|---------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Conforme alla EN 13501-5 classificazione BROOF (t1, t2,t3) secondo il metodo ENV 1187. Reazione al fuoco: E |
| | Resistenza al gelo | Conforme alla EN 1109 |

| | | |
|--|----------------------|--|
| | Resistenza meccanica | <ul style="list-style-type: none"> -Resistenza massima a trazione LxT* (EN 12311-1) 700 x 650 (± 20%) N/50mm -Allungamento massimo a rottura LxT* (EN 12311-1) 45 x 45 (± 15) % -Stabilità dimensionale (EN 1107-1) ≤ 0,2 % -Resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) 200 (± 20%) N -Resistenza all'urto (EN 12691) ≥ 1250 mm -Resistenza al punzonamento statico (EN 12730) ≥ 20 kg -Resistenza dei giunti: Resistenza al peeling dei giunti 65 (± 20%) N/50mm -Resistenza a trazione dei giunti 560 (± 20%) N/50mm |
|--|----------------------|--|

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

I rotoli devono essere stoccati all'asciutto e in posizione verticale. In nessun caso i rotoli possono essere stoccati a contatto diretto col suolo.

| | | | |
|------------------------------------|--|---|-------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.4.1 |
| Derbicoat |  DERBIGUM® MAKING BUILDINGS SMART | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |

1. Informazione sull'origine del prodotto

Derbigum Italia

Via dell'Agricoltura, 3
40023 - Castel Guelfo di Bologna (BO)
Loc. Poggio Piccolo
Tel : +39 0542 488 613
Fax : +39 0542 488 201
e-mail: infoit@derbigum.com

2. Informazioni tecniche descrittive

Denominazione commerciale:

DERBICOAT NT

Classificazione descrittiva:



Derbicoat è un sottostrato bituminoso della gamma ecologica NT ricavata da materie prime secondarie ottenute dal riciclaggio di sfridi e di vecchie membrane bituminose.

Utilizzo:

Coperture e pareti perimetrali.

Descrizione morfologica:

DERBICOAT NT ha un'armatura composita vetro/poliestere che conferisce alla membrana una resistenza alla trazione superiore.

È costituito dal **30% di materie prime secondarie** derivanti dal riciclaggio ed è riciclabile al 100%.

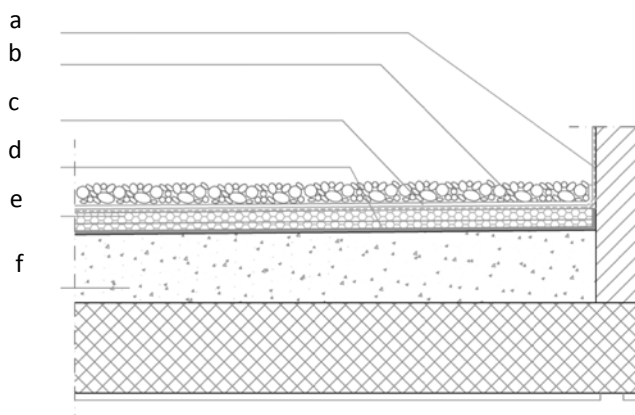
Può essere posizionato tanto su tetti piani quanto su tetti fortemente inclinati con fissaggio meccanico, tramite adesione o caldo o con incollaggio a freddo (pendenza max. 15%). È disponibile in rotoli di 40 kg e con spessore di 2,5 mm.

Le prestazioni sono dichiarate secondo le specifiche tecniche armonizzate

EN 13707: 2004 + A2: 2009

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



- a.Strato di tenuta: guaina bituminosa
- b.Strato di protezione: ghiaia
- c.Strato di separazione tessuto non tessuto
- d.Strato di tenuta: barriera al vapore
- e.Strato di coibentazione: pannelli di isolante
- f.strato di supporto

Dettaglio di una copertura piana. Fuori scala.



Letture delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|---------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | Conforme alla EN 13501-5 classificazione BROOF (t1, t2,t3) secondo il metodo ENV 1187. Reazione al fuoco: F |
| | Resistenza al gelo | Conforme alla EN 1109 |

| | | |
|--|----------------------|--|
| | Resistenza meccanica | <ul style="list-style-type: none"> -Resistenza massima a trazione LxT* (EN 12311-1) 600 x 400 (± 20%) N/50mm -Allungamento massimo a rottura LxT* (EN 12311-1) 40 x 40 (± 15) % -Stabilità dimensionale (EN 1107-1) ≤ 0,5 % -Resistenza alla lacerazione (EN 12310-1) 200 x 200 (± 25%) N -Resistenza all'impatto 1000 mm -Resistenza al carico statico (EN 12730) 10 kg |
|--|----------------------|--|

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

I rotoli devono essere stoccati all'asciutto e in posizione verticale. In nessun caso i rotoli possono essere stoccati a contatto diretto col suolo.

| | | | |
|---|---|---|---|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.1.1 / 2.2.1 2.4.1 / 3.1.1 3.2.1 |
|  |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |

1. Informazione sull'origine del prodotto

Manifattura Maiano s.p.a.
Via Maiano 207 - 50013 Capalle (FI)
P. IVA 00384310488
tel. +39 055 894071 - fax +39 055 8951330
www.maiano.it - maiano@maiano.it

2. Informazioni tecniche descrittive

Denominazione commerciale:
Recycletherm

Classificazione descrittiva:



Recycletherm è un pannello di isolamento prodotto da materiali tessili a km0.

Utilizzo:

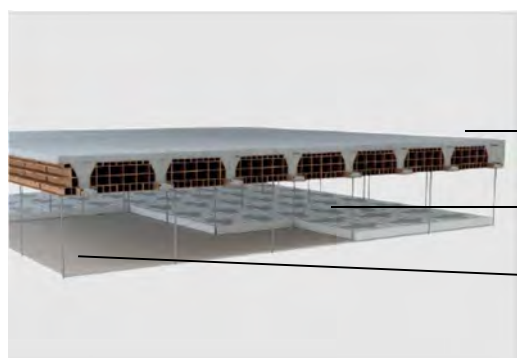
Generalmente impiegato come isolamento termico e acustico nelle intercapedini di pareti interne ed esterne, in muratura e in cartongesso, solai e coperture.

Descrizione morfologica:

Il pannello è composto al 20% di lana, 10% di cotone, 20% di poliestere, 15% di polipropilene e il 30% di altre fibre tessili (per un totale del **95% di materiali riciclati**). Disponibili in pannelli 120x60 cm, con spessori da 50 a 60 mm.

3. Informazioni sulle prestazioni

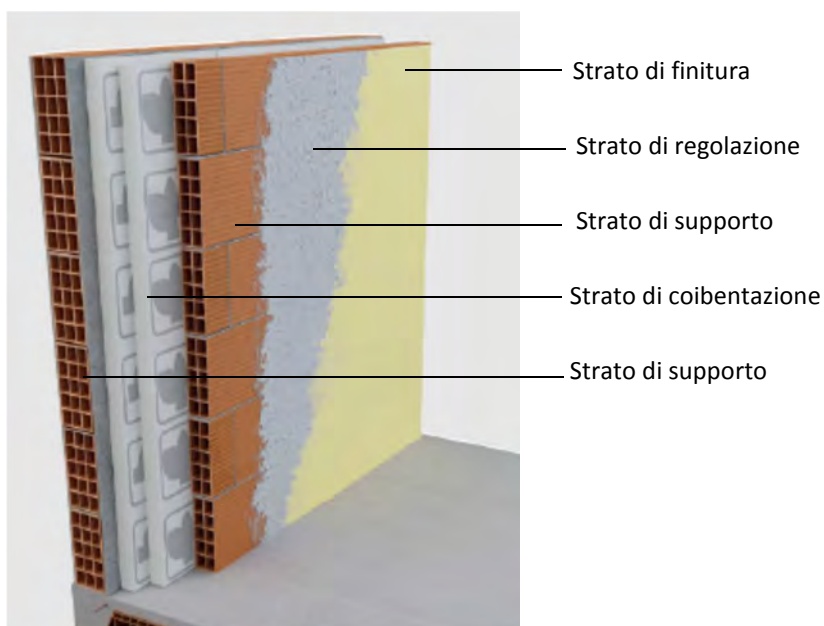
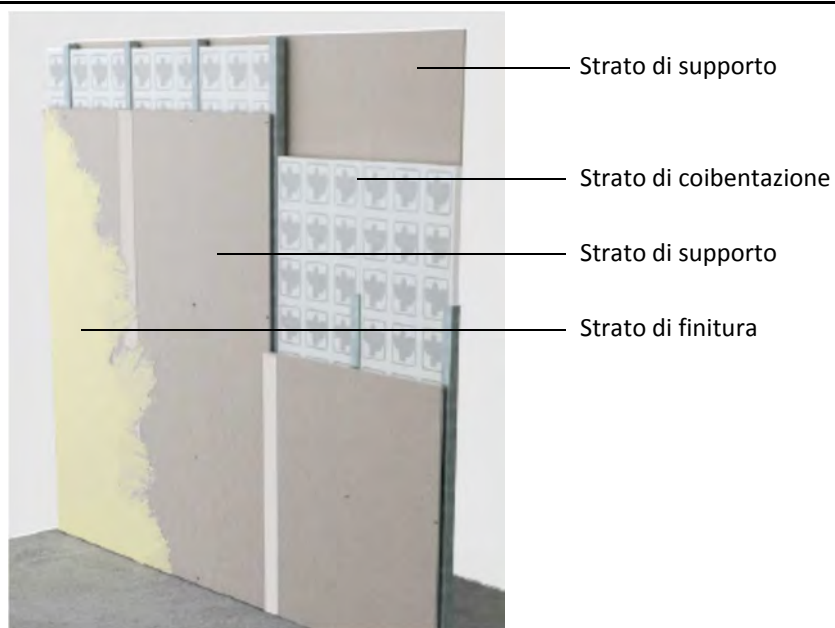
Identificazione funzionale



Strato di supporto

Strato di coibentazione

Strato di finitura



Applicazione dei pannelli di coibentazione Recycletherm. Fonte: www.maiano.it

Letture delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|-----------------------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al gelo | Temperatura di uso: -40 °C +110 °C |
| | Resistenza meccanica | Deformazione sotto carico 1kPa UNI EN ISO 12431 27% per 30 mm di spessore. |
| | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |

| Benessere | Isolamento acustico | Assorbimento acustico: UNI EN ISO 10534-2:2001 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Hz</th> <th>α_n</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>125</td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>0,51</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>0,89</td> </tr> <tr> <td>4000</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table> Potere fonoisolante: UNI EN ISO 140-4 $R_w = 52$ dB per parete in laterizio 12 cm, controparete su ambo i lati di doppia lastra in gesso rivestito con 3cm di Recycletherm. | Hz | α_n | 125 | 0,03 | 250 | 0,07 | 500 | 0,21 | 1000 | 0,51 | 2000 | 0,89 | 4000 | 0,96 |
|--------------------|--|---|----|------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | Hz | α_n | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | 0,03 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 0,07 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 0,21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | 0,51 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 0,89 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4000 | 0,96 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Isolamento termico | Conducibilità termica UNI EN ISO 12667 0,0358 - 0,0381W/mK | | | | | | | | | | | | | | | |

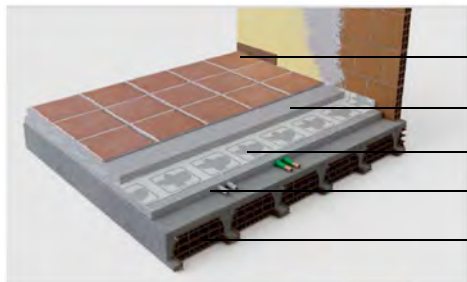
4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

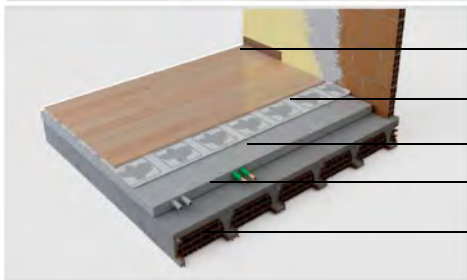
| | | | |
|--|---|---|-------------------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.2.1 2.4.1 3.2.1 |
|  RECYCLEPAV PLUS |  MANIFATTURA MAIANO... | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Manifattura Maiano s.p.a. Via Maiano 207 - 50013 Capalle (FI) P. IVA 00384310488 Tel. +39 055 894071 - Fax +39 055 8951330 www.maiano.it - maiano@maiano.it | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> Recyclepav plus | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | RECYCLEPAV PLUS è un materiale isolante a basso spessore che viene fornito in rotoli, già accoppiato con un film impermeabile antipercolamento. È caratterizzato da un basso impatto ambientale in quanto consente di dare nuova vita a materiali provenienti da scarti di lavorazioni tessili o a prodotti tessili giunti al termine del loro ciclo di impiego. | | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Viene utilizzato maggiormente come sottomassetto o sottoparquet. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| Il pannello è composto al 20% di lana, 10% di cotone, 20% di poliestere, 15% di polipropilene e il 30% di altre fibre tessili (per un totale del 95% di materiali riciclati). Disponibili in pannelli 1x20 m, con spessori da 3 a 4 mm. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



- Strato di finitura
- Strato di allettamento
- Strato di coibentazione
- Strato di integrazione impiantistica
- Strato di supporto



- Strato di finitura
- Strato di allettamento
- Strato di coibentazione
- Strato di integrazione impiantistica
- Strato di supporto



- Strato di finitura
- Strato di aerazione
- Strato di coibentazione
- Strato di supporto

Applicazione dei pannelli di coibentazione Recyclepav plus. Fonte: www.maiano.it



Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|-----------------------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al gelo | Temperatura di uso: -40 °C +110 °C |
| | Resistenza meccanica | Deformazione sotto carico 1kPa UNI EN ISO 12431 5,7% per 3 mm di spessore. |
| | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |
| Benessere | Isolamento acustico | Abbattimento acustico UNI EN ISO 140-7 $\Delta L'_{nw} = 27$ dB su 4mm di spessore |

| | | |
|--|--------------------|--|
| | Isolamento termico | Assorbimento igroscopico UNI EN 12571 $u = 0,02$ Permeabilità al vapore acqueo UNI EN 12086 $\delta = 195\ 000$ Resistenza alla diffusione del vapore acqueo UNI EN 12086 $\mu = 2,2$ |
|--|--------------------|--|

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

| | | |
|--|--|---|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | Classificazione funzionale | 2.1.1 / 2.2.1 2.4.1 / 3.1.1 3.2.1 |
| | Codice di classificazione tipologica | |
|  SINThERM EVO |  MANIFATTURA MAIANO ... | |
| | Materiale semilavorato | CP 2 |

1. Informazione sull'origine del prodotto

Manifattura Maiano s.p.a.
Via Maiano 207 - 50013 Capalle (FI)
P. IVA 00384310488
Tel. +39 055 894071 - Fax +39 055 8951330
www.maiano.it - maiano@maiano.it

2. Informazioni tecniche descrittive

Denominazione commerciale:

Sintherm Evo

Classificazione descrittiva:



Sintherm Evo è un pannello isolante in poliestere realizzato con fibre selezionate provenienti dal riciclaggio di PET.

Viene utilizzato sia per isolamenti termici che acustici ed è consigliato per strutture a secco e ristrutturazioni.



Utilizzo:

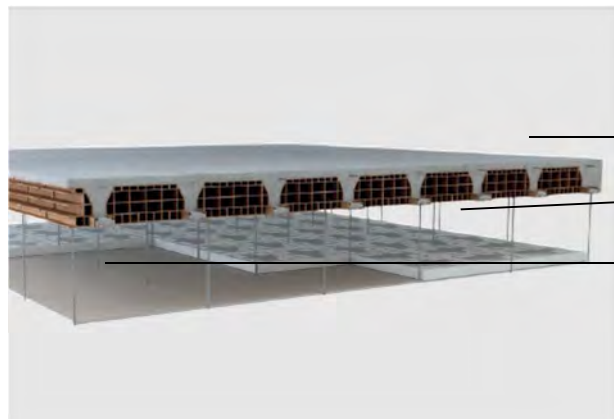
Viene consigliato l'utilizzo in intercapedini tra partizioni murarie in laterizio e in cartongesso, nelle facciate ventilate, nei controsoffitti, nei solai e nelle coperture.

Descrizione morfologica:

Il pannello è composto al 100% da poliestere (**80% della fibra è rigenerata da PET**). Disponibile in pannelli da 120x60 cm con spessore variabile dai 30 ai 70 mm.

3. Informazioni sulle prestazioni

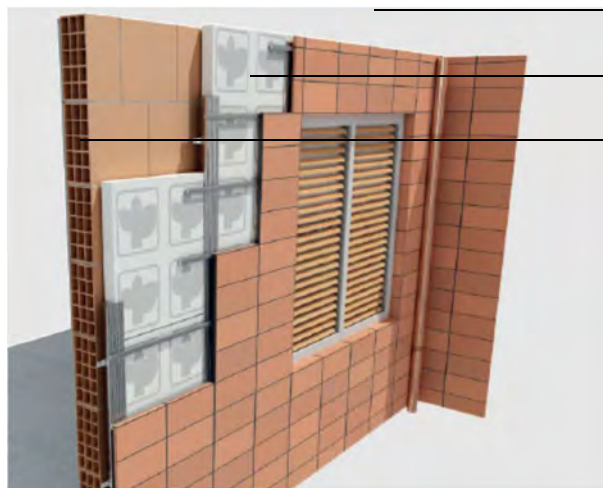
Identificazione funzionale



Strato di supporto

Strato di coibentazione

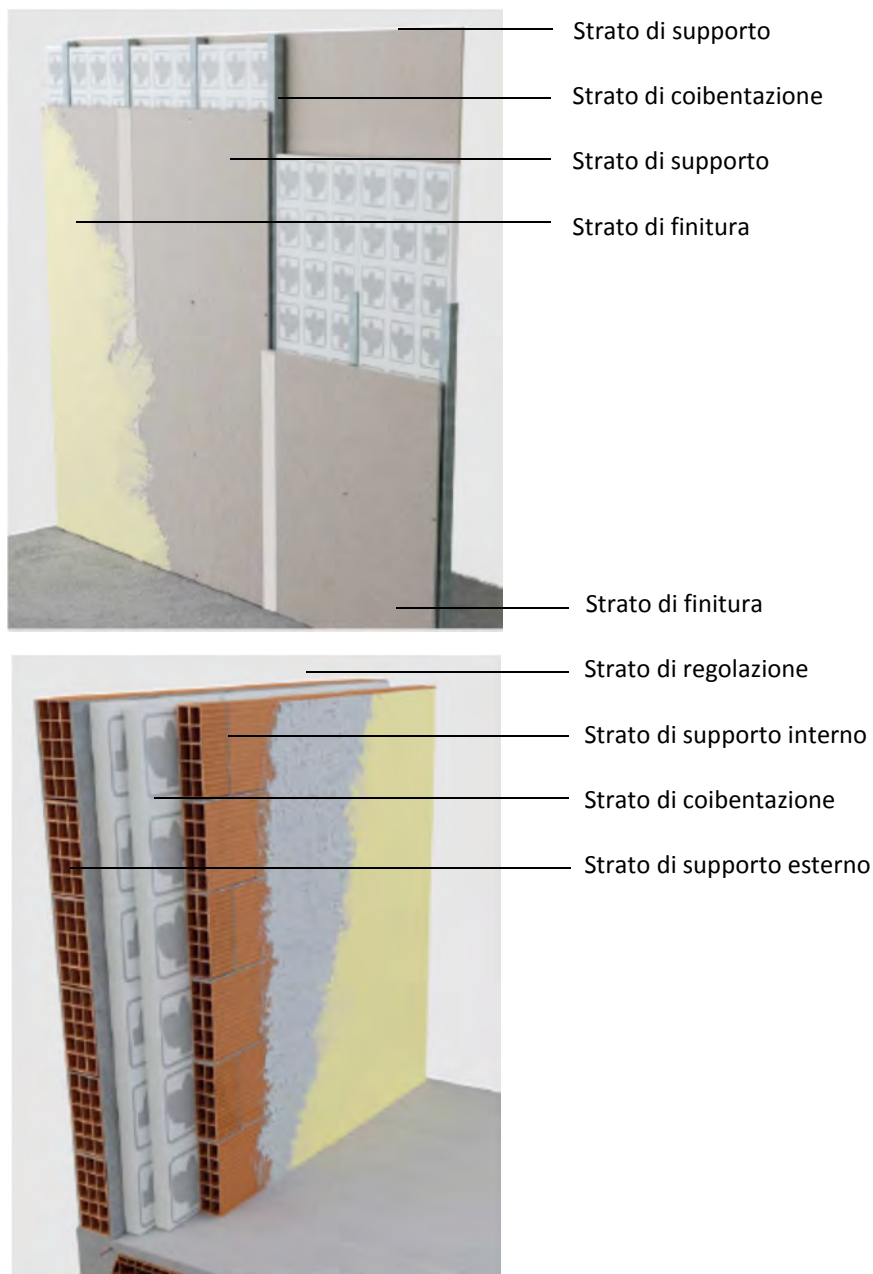
Strato di finitura



Strato di supporto esterno

Strato di coibentazione

Strato di supporto interno



Esempi di applicazione del pannello di coibentazione Sintherm Evo. Fonte: www.maiano.it

Letture delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|-----------------------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | UNI EN 13501-1 B, s2, d0 |
| | Resistenza meccanica | Deformazione sotto carico 1kPa UNI EN ISO 12431 5,7% per 3 mm di spessore. |
| | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |

| | | |
|-----------|---------------------|--|
| Benessere | Isolamento acustico | Coefficiente di assorbimento acustico UNI EN ISO 354 $\alpha_w = 0,65$ 30mm $\alpha_w = 0,85$ 50mm |
| | Isolamento termico | Conduttività termica UNI EN ISO 12667 $\lambda = 0,034$ W/mk su una densità di riferimento di 25 kg/m ³ |

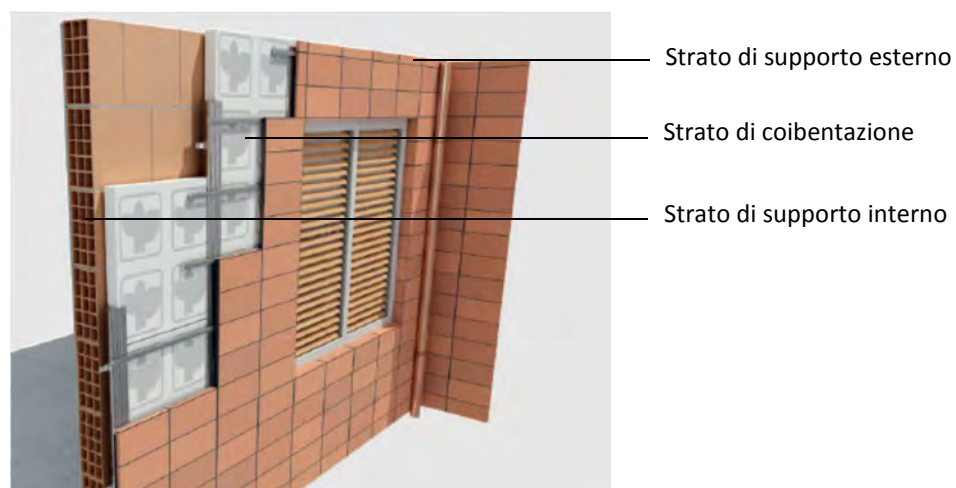
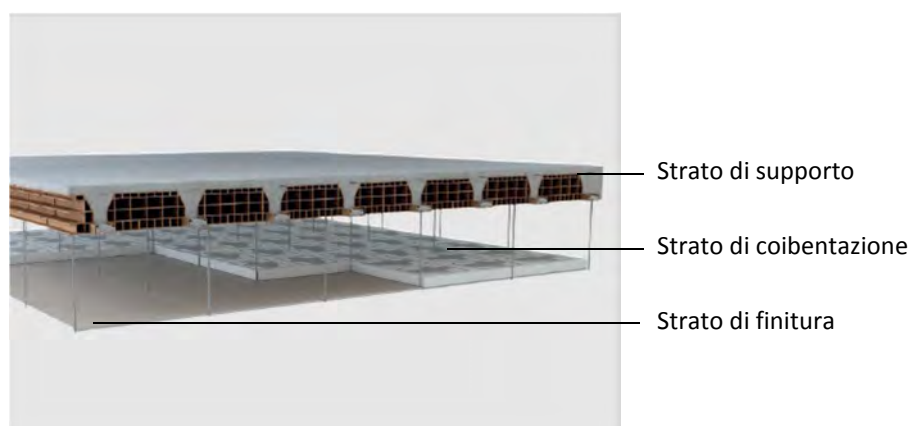
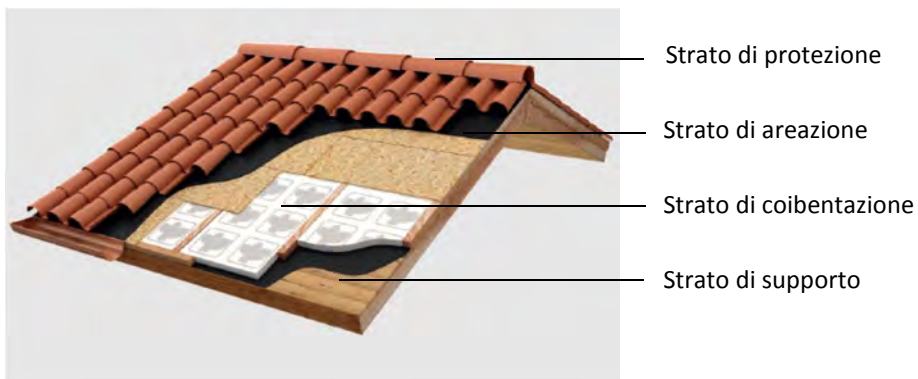
4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

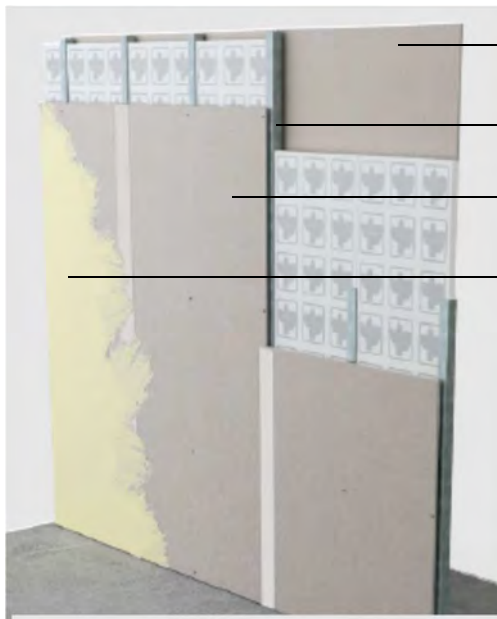
Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

| | | | |
|---|---|--|---|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.1.1 / 2.2.1 2.4.1 / 3.1.1 3.2.1 |
|  |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| <p>Manifattura Maiano s.p.a. Via Maiano 207 - 50013 Capalle (FI) P. IVA 00384310488 Tel. +39 055 894071 - Fax +39 055 8951330 www.maiano.it - maiano@maiano.it</p> | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> Sintherm Fr | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | Sintherm Fr è un isolante ignifugo, anallergico, ricavato dal riciclo di PET. Soddisfa sia i requisiti termici che acustici dettati dalle normative. | |
|  | | | |
| <i>Utilizzo:</i> Viene consigliato l'utilizzo in intercapedini tra partizioni murarie in laterizio e in cartongesso, nelle facciate ventilate, nei controsoffitti, nei solai e nelle coperture. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> Il pannello è composto al 100% da poliestere (85% della fibra è rigenerata da PET). Disponibile in pannelli da 120x60 cm con spessore variabile dai 40 ai 60 mm, per pareti e solai, da 8 a 12 mm per sottoparquet e sottomoquette. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



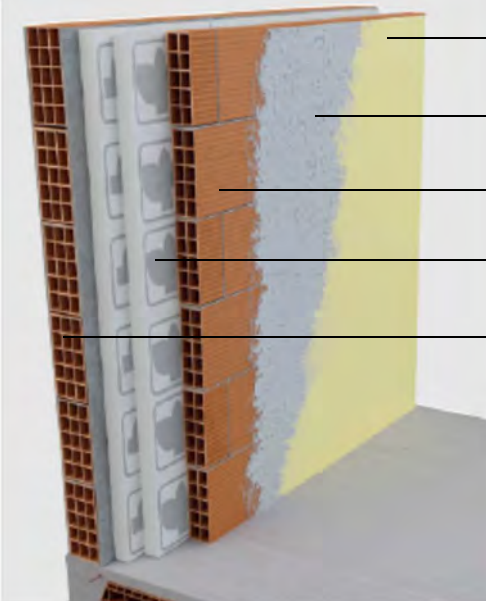


Strato di supporto

Strato di coibentazione

Strato di supporto

Strato di finitura



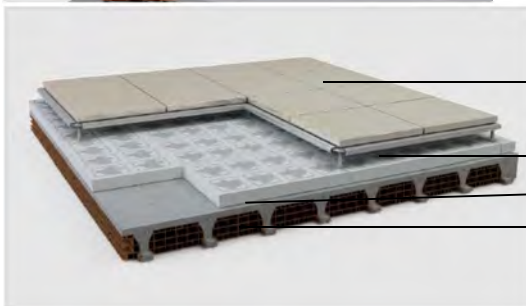
Strato di finitura

Strato di regolazione

Strato di supporto interno

Strato di coibentazione

Strato di supporto esterno



Strato di finitura

Strato di areazione

Strato di coibentazione

Strato di supporto

Esempi di applicazione del pannello Sintherm Fr in una parete ventilata. Fonte: www.maiano.it

Letture delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|-----------------------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | UNI EN 13501-1 B, s2, d0 UNI 9177 Classe 1 Determinazione all'opacità dei fumi e alla tossicità dei gas ATS 1000.001ISSUE-4 Soddisfa i limiti |
| | Resistenza al gelo | Temperatura di esercizio: -40°C +110°C |
| | Resistenza meccanica | Deformazione sotto carico 1kPa UNI EN ISO 12431 3% per 8mm di spessore. Rigidità dinamica UNI EN 29052 $S'_t = 15 \text{ MN/m}^3$ 8mm $S'_t = 1,8 \text{ MN/m}^3$ 30mm |
| | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |
| Benessere | Isolamento acustico | Coefficiente di assorbimento acustico UNI EN ISO 354 $\alpha_w = 0,65$ 30mm $\alpha_w = 0,75$ 50mm Potere fonoisolante UNI EN ISO 140-4 $R'_w = 53 \text{ dB}$ Per parete divisoria a orditura metallica con doppie lastre di gesso rivestito di mm12,5 e 15 su ambi i lati. |
| | Isolamento termico | Conduttività termica UNI EN ISO 12667 $\lambda = 0,034 \text{ W/mk}$ 60kg/m ³ $\lambda = 0,037 \text{ W/mk}$ 50kg/m ³ $\lambda = 0,038 \text{ W/mk}$ 40 kg/m ³ $\lambda = 0,042 \text{ W/mk}$ 30 kg/m ³ $\lambda = 0,048 \text{ W/mk}$ 20 kg/m ³ |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

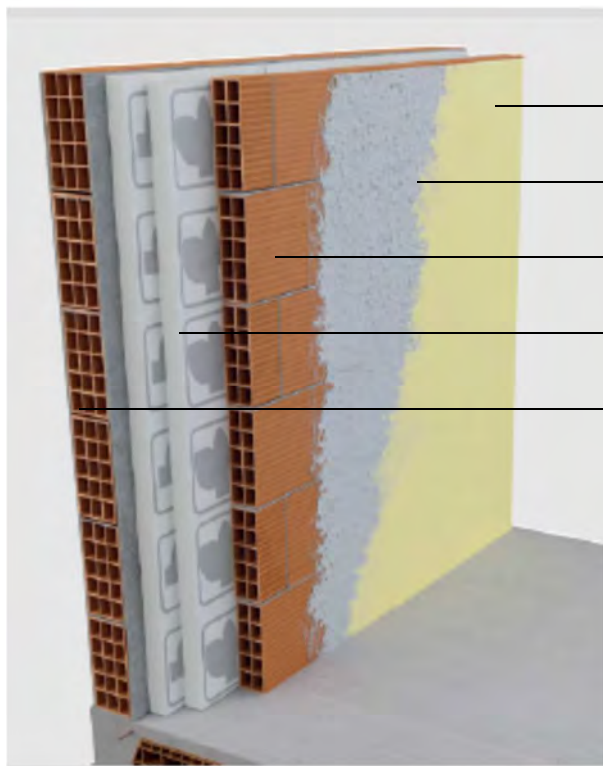
| | | | |
|--|---|--|----------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.1.1 2.4.1 |
|  |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| Manifattura Maiano s.p.a. Via Maiano 207 - 50013 Capalle (FI) P. IVA 00384310488 Tel. +39 055 894071 - Fax +39 055 8951330 www.maiano.it - maiano@maiano.it | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> Recotherm-PL | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | Recotherm-PL è un pannello isolante ecologico che nasce dal recupero di materiali di rifiuto pre e post consumo. | |
|  | | | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Viene consigliato l'utilizzo, come isolamento termico, nelle intercapedini tra le pareti in laterizio o nell'intradosso delle coperture. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| Il pannello è composto al 100% da poliestere riciclato . Disponibile in pannelli da 120x60 cm con spessore variabile dai 40 ai 120 mm. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



- Strato di protezione
- Strato di supporto
- Strato di coibentazione
- Strato di finitura



- Strato di finitura
- Strato di regolarizzazione
- Strato di supporto interno
- Strato di coibentazione
- Strato di supporto esterno


Esempi di applicazione del pannello Recotherm PL. Fonte: www.maiano.it

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|-----------------------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |
| Benessere | Isolamento termico | Conduttività termica UNI EN ISO 12667 $\lambda = 0,035 \text{ W/mk}$ 50 kg/m^3 $\lambda = 0,037 \text{ W/mk}$ 30 kg/m^3 |

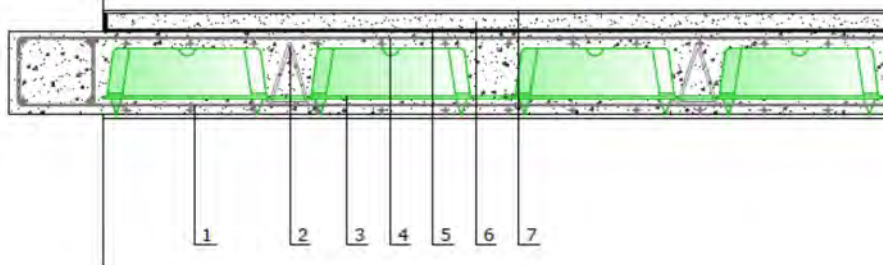
4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

| | | | |
|---|--|--|--------------------------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 1.1.1 / 2.2.1 2.4.1 / 3.2.1 |
| U-Boot |  Building Innovation © Creatori dell'Iglù® | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| DALIFORM GROUP SRL Via Serenissima, 30 31040 Gorgo al Monticano TV Italy Tel. +39 0422 2083 Fax +39 0422 800234 info@daliform.com | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> U-Boot Beton | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | Cassero a perdere in polipropilene riciclato per strutture alleggerite in c.a. gettate in opera. | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Solette e platee in calcestruzzo armato alleggerito. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| I casseri sono costituiti da polipropilene 100% riciclato e insieme al getto di calcestruzzo armato, costituiscono un sistema per solette e platee certificato secondo le Norme UNI EN ISO 9001, UNI EN ISO 14001 e SA 8000. Disponibile in diverse dimensioni, da 10 a 56 cm di altezza. | | | |

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



- 1-elemento di armatura inferiore
- 2-elemento di armatura: traliccio nei canali
- 3-elemento ad alleggerimento U-Boot Beton
- 4-elemento di armatura superiore
- 5-strato di coibentazione
- 6-strato di allettamento
- 7-strato di finitura


Dettaglio di un solaio in casseri a perdere di polipropilene –scala 1:20- Fonte: www.daliform.com

Letture delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------|-----------------------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al fuoco | D.M. 16.02.2007 certificata REI 180 con copriferro di 3 cm. |
| | Resistenza meccanica | -Certificato di Prova di Carico su Solaio con U-Boot Beton rilasciato dall'Università di Darmstadt. -Prove di carico a rottura certificate dall'Università degli Studi di Padova. |
| | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |
| Benessere | Isolamento acustico | -Test acustico secondo la Norma UNI EN ISO 140-6 – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio; Misurazioni in laboratorio dell'isolamento di rumore da calpestio di solai rilasciati da Istituto Giordano di Gatteo (FC). -Test acustico secondo la Norma UNI EN ISO 140-3 - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici; misurazioni in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio rilasciati da Istituto Giordano di Gatteo (FC). |

4. Informazioni per il corretto uso e la posa

1. Si procede a casserare con tavole di legno (o con sistemi analoghi) l'intera superficie del solaio da gettare in opera, si stendono quindi le barre di armatura inferiore nelle due direzioni mutuamente ortogonali secondo quanto previsto dal progetto e si dispongono i tralicci distanziatori delle armature superiori.
2. Si posano quindi i casseri U-Boot Beton utilizzando gli appositi giunti distanziatori per disporli dell'interasse voluto che determinerà lo spessore delle travi. Grazie al piedino conico elevatore, i casseri U-Boot Beton risulteranno sollevati dalla superficie e permetteranno la formazione della soletta inferiore. Nel caso si utilizzino elementi doppi o tripli sarà necessario assemblare preventivamente le semiparti, che saranno fornite in cantiere in bancali distinti.
3. Si completa la posa delle armature disponendo al di sopra del cassero U-Boot Beton le barre superiori nelle due direzioni, nonché i ferri per il taglio e il punzonamento ove necessario secondo quanto previsto dal progetto.
4. Il getto di calcestruzzo dovrà essere eseguito in due fasi per evitare il possibile galleggiamento degli alleggerimenti: un primo strato sarà gettato fino a colmare uno spessore pari all'altezza del piedino elevatore. Si proseguirà a gettare questa prima porzione del solaio fino a che il calcestruzzo non cominci a fare presa e a perdere di fluidità.
5. Assicurato un adeguato livello di presa si potrà completare il getto ricominciando dal punto di partenza annegando completamente l'U-Boot Beton. Si procederà infine al livellamento e alla lisciatura della gettata in maniera tradizionale.
6. Trascorsi i tempi tecnici per l'indurimento della struttura si procederà a scasserare.

| | | | |
|------------------------------------|---|---|--------------------------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 1.1.1 / 2.2.1 2.4.1 / 3.2.1 |
| Cupolex |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale semilavorato | CP 2 |

1. Informazione sull'origine del prodotto

Pontarolo Engineering Spa
Via Clauzetto, 20
33078 San Vito al Tagliamento (PN)
Italy
P.IVA 00631040938
Tel. +39 0434 857010

2. Informazioni tecniche descrittive

Denominazione commerciale:
Cupolex

Classificazione descrittiva:
Igloo per la ventilazione in plastica riciclata al 100 %.

Utilizzo:

Vespai areati

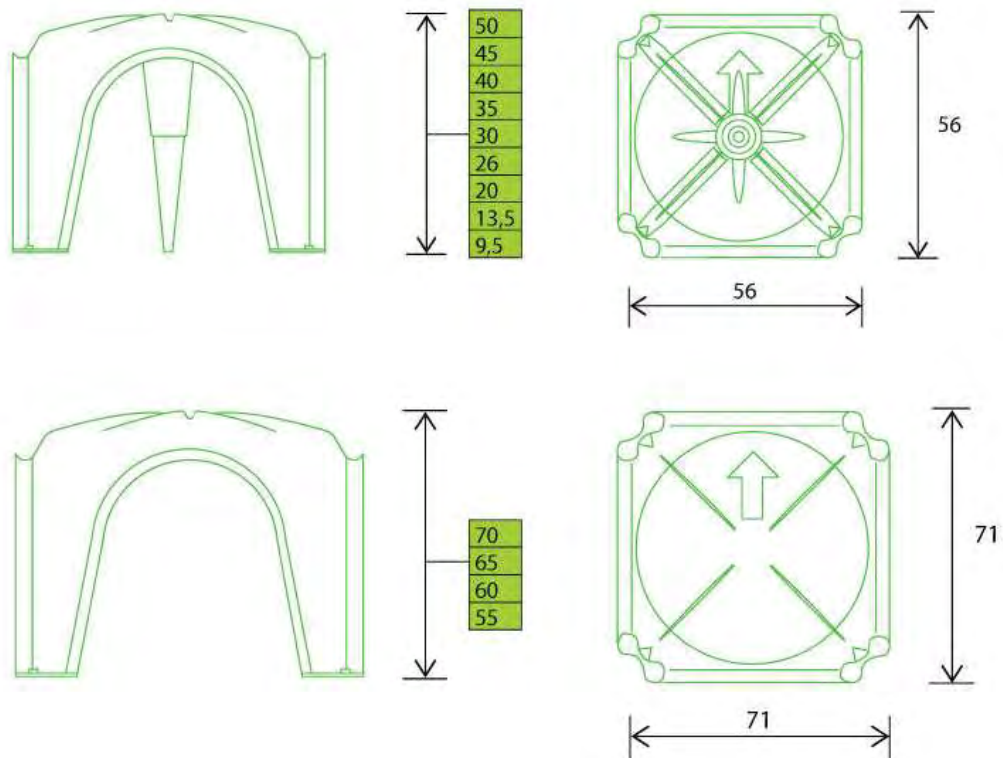
Descrizione morfologica:

Elemento in polipropilene (PP) rigenerato per la realizzazione di vespai aerati. Gli elementi, collegati gli uni agli altri, compongono una struttura autoportante atta a ricevere il getto di calcestruzzo.

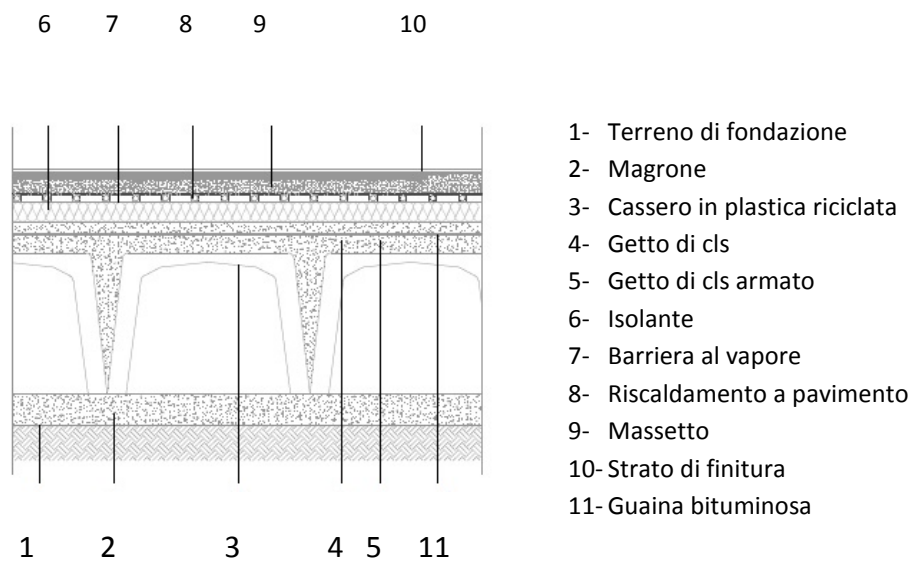


3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



Schema esemplificativo del prodotto in analisi con indicazioni sulle dimensioni disponibili dal produttore. Fonte: www.pontarolo.com



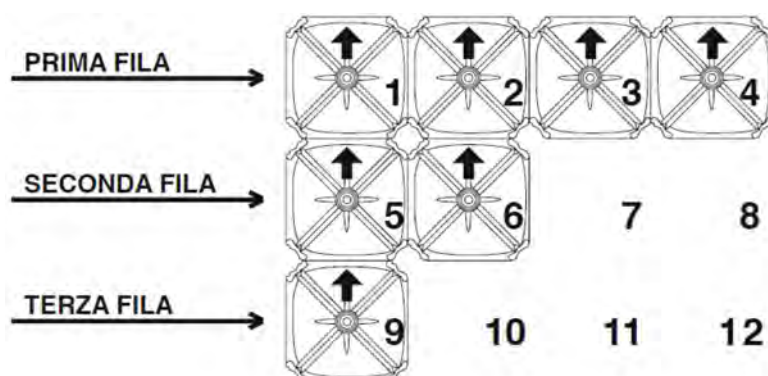
Dettaglio di un solaio in casseri a perdere con impianto di riscaldamento a pavimento – fuori scala

Letture delle prestazioni del prodotto


| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|----------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza meccanica | Sovraccarico permanente: -abitazione civile 200kg/m ² -uffici 200kg/m ² -garage 300kg/m ² -industria 300kg/m ² |
| | | Sovraccarico accidentale: -abitazione civile 200kg/m ² -uffici 300kg/m ² -garage 700kg/m ² -industria 1200kg/m ² |
| | | Spessore della soletta: -abitazione civile 4 -uffici 5 -garage 5 -industria 6 |
| | | Armatura metallica: -ab. civile d.5/20x20 -uffici d.5/20x20 -garage d.6/20x20 -industria d.8/20x20 |
| | | |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Disporre gli elementi con la freccia, stampata sopra ciascun elemento, in avanti, procedere per file orizzontali iniziando da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso.



- Maneggiare con cura usando guanti di protezione cercando di evitare gli urti;
- Avere particolari avvertenze nel caso di utilizzo con temperature inferiori a 0° C o superiori a 35° C;
- In caso di smaltimento Cupplex è totalmente riciclabile.

| | | | |
|------------------------------------|---|---|-------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.1.2 |
| Planet Neo62 |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Componente a sistema | CP 6 |

1. Informazione sull'origine del prodotto

Fresia Alluminio Spa

Via Venezia 35
10088 Volpiano (TO)
Tel. 011 22 50 211 – Fax. 011 22 50 290
P. IVA 02674950015
www.fresialluminio.it

2. Informazioni tecniche descrittive

Denominazione commerciale:

Planet Neo 62

Classificazione descrittiva:

La serie Planet NEO 62 è un sistema di tenuta a giunto aperto con precamera. Utilizza alluminio secondario proveniente da riciclo, barrette in poliammide rigenerate e guarnizioni in termoplastico in sostituzione dell'epdm.

Descrizione morfologica:

Il contenuto medio di materiale riciclato in alluminio é:

- **19% post-consumatore**
- **24% pre-consumatore**

Le definizioni di post-consumatore e pre-consumatore rispondono ai requisiti della norma UNI EN ISO 14021:2002 (7.8).

Le barrette di poliammide rigenerate NEOTECH sono un prodotto realizzato con materiale proveniente da scarti post-industriali e polimero vergine.

PARAMETRI DEL SERRAMENTO:

Profilati estrusi: in lega leggera 6060 (UNI 3569TA 16) anodizzabili e verniciabili

Sormonto tra telaio e anta: 8mm

Altezza battuta vetro: 22mm

Sovrapposizione aletta: 6mm

Telaio fisso con profondità: 62mm

Fuga tra i profili: 5mm

Spazio per vetri e pannelli per anta: da 27mm a 55mm

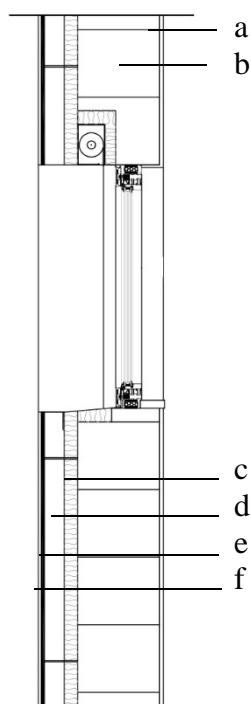
Spazio per vetri e pannelli per telaio: da 27mm a 62mm

Tenuta: con guarnizione centrale in epdm con tripla funzionalità (tenuta, abbattimento acustico e termico).



3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale





- a.Strato di finitura interno: intonaco Kerakoll
- b.Strato di supporto: blocchi in calcestruzzo vibrocompressso
- c.Strato di coibentazione: pannello Syntherm
- d.Strato di areazione
- e.Strato di finitura esterno: pannelli AcquaBoard
- f.Strato di finitura esterno: intonaco Kerakoll

Lettura delle prestazioni del prodotto

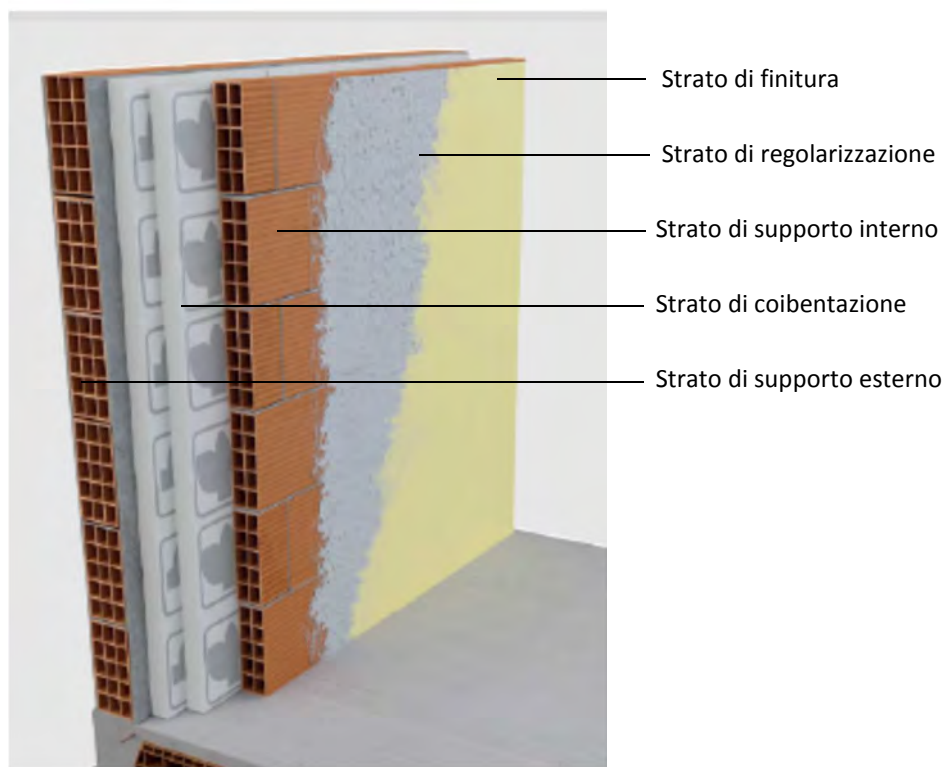
| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|---------------------|--|
| Sicurezza | Resistenza al gelo | Resistenza all'aria: UNI EN 12207 Classe 4 Resistenza all'acqua: UNI EN 12208 E 1050 Resistenza al vento: UNI EN 12009 Classe C5 |
| Benessere | Isolamento acustico | 44 dB |
| | Isolamento termico | Su serramento normalizzato a due ante $U_w = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ con valore del vetro $U_g = 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

| | | | |
|--|---|--|--------------------------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.2.1 / 3.1.1 3.2.1 / 4.2.1 |
| Biocalce Intonaco KeraKoll |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale trattato industrialmente amorfo | CP 1 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| <p>KERAKOLL Spa Via dell'Artigianato, 9 41049 Sassuolo (MO) Italia Tel. 0536 816 511 - Fax 0536 816 581 e-mail: info@kerakoll.com www.kerakoll.com</p> | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> Biocalce Intonaco | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
|  | | L'intonaco KeraKoll è un intonaco costituito da materie prime naturali e provenienti da riciclo. | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Idoneo per intonacature traspiranti e protettive di murature portanti e di tamponamenti in laterizio, mattone, tufo, pietra e miste interne ed esterne. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| Viene dichiarato che al prodotto in questione, la certificazione LEED attribuisce, al credito 4 sul contenuto di riciclato, 2 punti. Per tale ragione si può affermare che il contenuto di riciclato all'interno della biocalce sia maggiore al 20% . | | | |
| 3. Informazioni sulle prestazioni | | | |

Identificazione funzionale




Esempio di applicazione dell'intonaco in una parete perimetrale. Fuori scala.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|-----------------------------------|--|
| Sicurezza | Reazione al fuoco | EN 13501-1 Classe A1 |
| | Resistenza a compressione a 28 gg | EN 998-1 Categoria CS II |
| | Durabilità al gelo-disgelo | EN 998-1 Valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta. |
| | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |
| Benessere | Indice di radioattività | UNI 10797/1999 $I = 0,26$ |
| | Qualità dell'aria interna | Conforme all' EC1 GEV-Emicode Azione batteriostatica: Classe B+ proliferazione assente Azione fungistatica: Classe F+ proliferazione assente |
| | Isolamento termico | Conducibilità termica EN 1745 $\lambda_{10,dry} = 0,54 \text{ W/mK}$ |

| | | |
|---|--|---|
| | | EN 1934 $\lambda_{10,dry} = 0,33 \text{ W/mK}$ Calore specifico $C_p = 1,45 (10^6 \text{ J/m}^3\text{K})$ misurato con analizzatore di scambio di calore. |
| | | |
| 4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione | | |
| Da non utilizzare su supporti sporchi, decoesi, polverulenti, vecchie pitture o rasature. È necessario rimuovere dalle superfici le eventuali incrostazioni saline interstiziali. | | |

| | | | |
|------------------------------------|---|---|---|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.1.1 / 2.2.1 3.1.1 / 3.2.1 4.2.1 |
| Piastrelle in ceramica |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Componente | CP 5 |

1. Informazione sull'origine del prodotto

Ceramiche Caesar Spa
Via Canaletto 49
41042 Spezzano di Fiorano
Modena
Tel. 0536 817 111 – Fax 0536 817 300
www.caesar.it

2. Informazioni tecniche descrittive

Denominazione commerciale:
Change – Quality Quarz - More

Classificazione descrittiva:

Piastrelle in porcellana disponibili in vari colori e, in base al modello, di diverse dimensioni (20x30, 30x30, 20x60, 30x60, 40x60, 60x60).

(Per colori e dimensioni specifiche si rimanda al catalogo dell'azienda disponibile sul sito di riferimento).

Utilizzo:

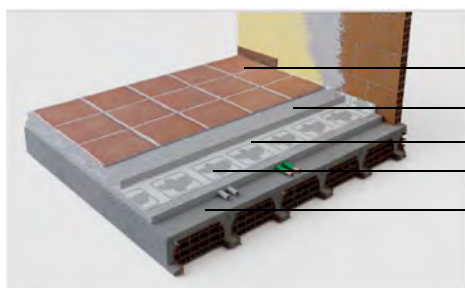
Pavimentazioni per esterni e d interni, rivestimenti pareti.

Descrizione morfologica:

Viene dichiarato che al prodotto in questione è realizzato con **almeno il 40%** di materiale riciclato "pre-consumer". Questi prodotti rispondono ai requisiti previsti dalla certificazione per edifici LEED.

3. Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale



- Strato di finitura
- Strato di allettamento
- Strato di coibentazione
- Strato di integrazione impiantistica
- Strato di supporto

Esempio di pavimentazione su solaio con riscaldamento a pavimento.

Lettura delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------------|--|---|
| Sicurezza | Reazione a flessione | ISO 10545-4 ≥ 47 N/mm ² |
| | Coefficiente dilatazione termica lineare | ISO 10545-8 6,5 (10 ⁻⁶ °C ⁻¹) |
| | Durabilità al gelo-disgelo | Conforme alla ISO 10545-9 e 10545-12. |
| | Resistenza agli attacchi chimici | Conforme alla ISO 10545-13 |
| Benessere | Assorbimento acqua | ISO 10545-3 0,05% |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

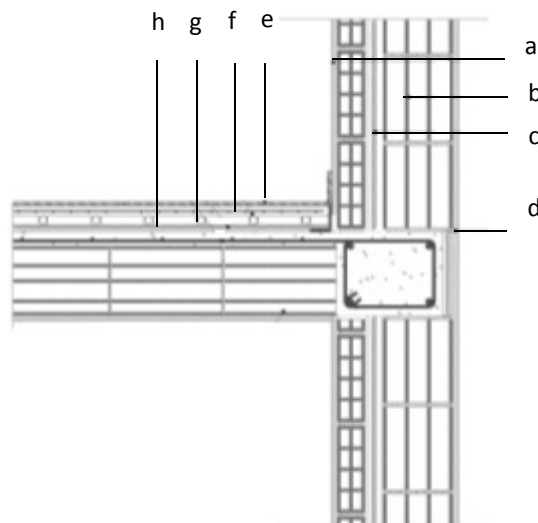
Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

| | | | |
|--|---|--|---------------|
| SCHEDA TECNICA DI PRODOTTO: | | Classificazione funzionale | 2.2.1 / 3.2.1 |
| Sugher System |  | Codice di classificazione tipologica | |
| | | Materiale e/o semilavorato a sistema | CP 3 |
| 1. Informazione sull'origine del prodotto | | | |
| <p>Sace Components srl Via dell' Industria, 47 Zona Industriale San Marco Paludi 63900 Fermo (FM) Tel. 0734 640631/640750 - Fax 0734 640750</p> | | | |
| 2. Informazioni tecniche descrittive | | | |
| <i>Denominazione commerciale:</i> Sugher System | | | |
| <i>Classificazione descrittiva:</i> | | | |
| <p>Pannello isolante per sistemi di riscaldamento a pavimento con sughero bruno, ideale per isolamento termico ed acustico.</p> | | | |
|  | | <p>Superiormente viene posto un pannello di plastica tecnica riciclata per sistemi di riscaldamento a pavimento per tubo 17 passo 50 mm. Disponibile in pannelli 1000 x 500 mm con diversi spessori (20 – 100 mm). Certificato secondo la CE UNI EN 13170.</p> | |
| <i>Utilizzo:</i> | | | |
| Sistemi di riscaldamento a pavimento. | | | |
| <i>Descrizione morfologica:</i> | | | |
| <p>Il conglomerato di sughero bruno, naturale al 100%, è fabbricato dalla corteccia della sughera, poi ridotta in granuli, surriscaldata e compattata in blocchi, utilizzando unicamente la Suberina (resina presente nel sughero) come elemento collante ed aggregatore dei granuli (UNI EN 13170, UNI EN 13172). Il pannello posto superiormente è di plastica riciclata al 100%.</p> | | | |

3 Informazioni sulle prestazioni

Identificazione funzionale

- a. Strato di finitura interno
- b. Elemento resistente: laterizio
- c. Strato di coibentazione
- d. Strato di finitura esterno
- e. Strato di finitura: pavimentazione
- f. Strato di integrazione impiantistica
- g. Strato di allettamento



Dettaglio costruttivo scala 1:200

Letture delle prestazioni del prodotto

| ESIGENZA | REQUISITO | PRESTAZIONE |
|-----------|-----------------------------------|---|
| Sicurezza | Resistenza al gelo | Temperatura di uso: -200 – 130 °C |
| | Resistenza meccanica | Carico di rottura per trazione: 0,6 – 0,9 kg/cm ² Resistenza alla compressione: 1,24 -1,59 kg/cm ² Rigidità dinamica (spessore 5mm): 126 N/cm ² |
| | Resistenza agli agenti aggressivi | Non si riscontrano particolari patologie |
| Benessere | Isolamento acustico | Assorbimento acustico (40mm): 0,29 – 0,33 dB (a 500Hz) |
| | Isolamento termico | Conducibilità termica (a 10°): 0,0375 – 0,0363 W/m ² K Resistenza termica R (m ² K/W): 0,267 10 mm 0,534 20 mm 0,801 30 mm 1,068 40 mm 1,335 50 mm 1,602 60 mm 1,869 70 mm 2,136 80 mm 2,403 90 mm |

4. Informazioni per il corretto uso e manutenzione

Non vengono riportate osservazioni particolari per il corretto uso e la manutenzione.

FASCICOLO SCHEDE STRUTTURA

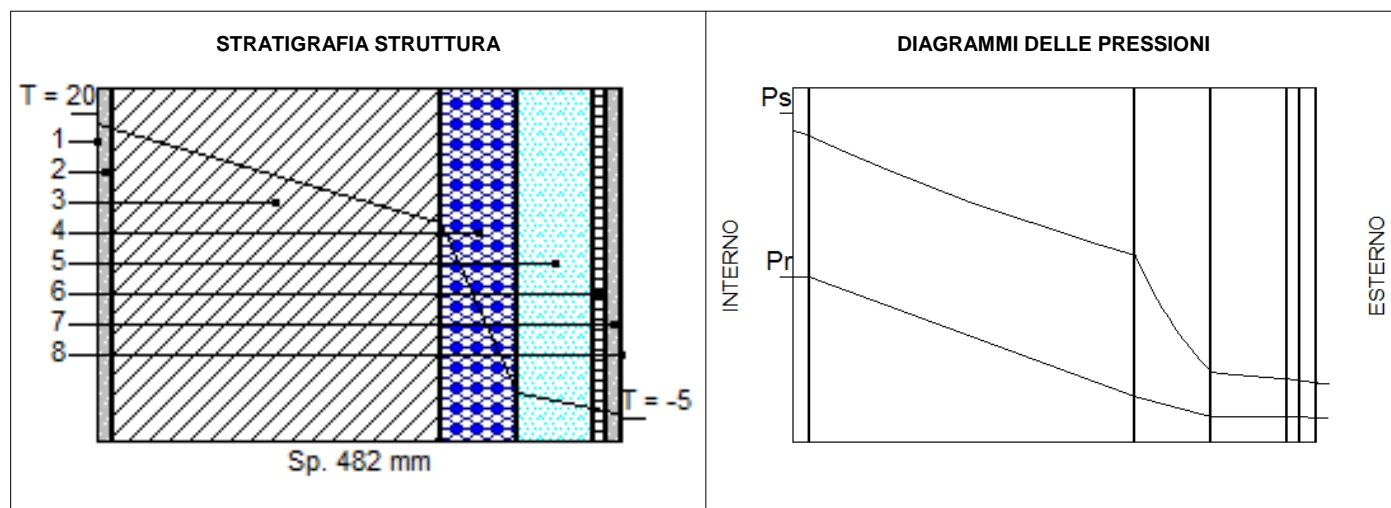
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: 01
 Descrizione Struttura: parete esterna

| N. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] |
|----|--|-----------|------------------|--------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Interna | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| 2 | Intonaco di calce e gesso. | 15 | 0.330 | 22.000 | 21.00 | 18.000 | 1000 | 0.045 |
| 3 | CLS vibrocompresso | 300 | 0.263 | 0.875 | 273.00 | 2.600 | 1000 | 1.143 |
| 4 | Isolante PET azienda Maiano | 70 | 0.034 | 0.486 | 1.75 | 3.748 | 1000 | 2.059 |
| 5 | Strato d'aria verticale da 7 cm | 70 | 0.389 | 5.556 | 0.09 | 193.000 | 1008 | 0.180 |
| 6 | Cartongesso in lastre Siniat | 12 | 0.250 | 20.833 | 10.80 | 23.000 | 1000 | 0.048 |
| 7 | Intonaco di calce e gesso. | 15 | 0.330 | 22.000 | 21.00 | 18.000 | 1000 | 0.045 |
| 8 | Adduttanza Esterna | 0 | | 25.000 | | | 0 | 0.040 |

| | |
|---|--|
| RESISTENZA = 3.690 m²K/W | TRASMITTANZA = 0.271 W/m²K |
| SPESSORE = 482 mm | CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 43.960 kJ/m²K |
| TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.02 W/m²K | MASSA SUPERFICIALE = 286 kg/m² |
| | FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.06 |
| | SFASAMENTO = 15.32 h |

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



| | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] | Te [°C] | Pse [Pa] | Pre [Pa] | URe [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 | -5.0 | 401 | 156 | 38.9 |

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

| VERIFICA IGROMETRICA | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
| URcf1 | 81.80 | 62.90 | 69.30 | 62.40 | 67.10 | 67.70 | 69.50 | 65.00 | 68.80 | 71.20 | 86.80 | 82.50 |
| Tcf1 | 2.50 | 5.00 | 9.40 | 13.80 | 17.50 | 21.80 | 23.90 | 23.70 | 20.30 | 14.80 | 8.60 | 4.40 |
| URcf2 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 |
| Tcf2 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |

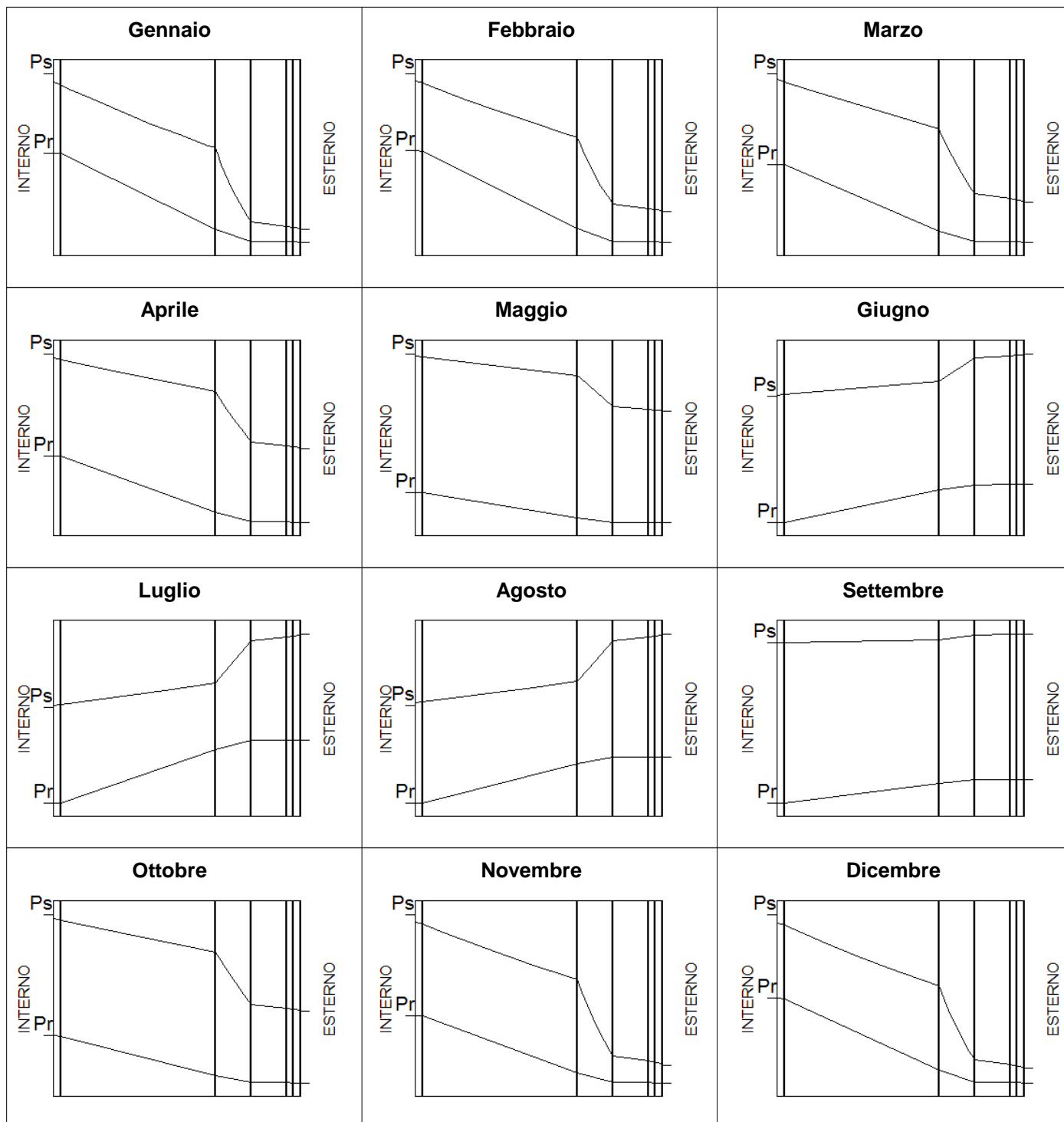
Verifica Interstiziale VERIFICATA La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
Verifica Superficiale VERIFICATA Valore massimo ammissibile di U = 0.5468 W/m2K (mese critico: Gennaio).

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = Esterno

cf2 = Zona riscaldata

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI MENSILI



| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ti [°C] | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| Psi [Pa] | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 |
| Pri [Pa] | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 |
| URi [%] | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 |
| Te [°C] | 2.5 | 5.0 | 9.4 | 13.8 | 17.5 | 21.8 | 23.9 | 23.7 | 20.3 | 14.8 | 8.6 | 4.4 |
| Pse [Pa] | 730.9 | 871.9 | 1 178.8 | 1 577.1 | 1 998.9 | 2 610.4 | 2 964.3 | 2 928.9 | 2 380.7 | 1 682.6 | 1 116.8 | 836.0 |
| Pre [Pa] | 597.9 | 548.4 | 816.9 | 984.1 | 1 341.2 | 1 767.2 | 2 060.2 | 1 903.8 | 1 637.9 | 1 198.0 | 969.4 | 689.7 |
| URe [%] | 81.8 | 62.9 | 69.3 | 62.4 | 67.1 | 67.7 | 69.5 | 65.0 | 68.8 | 71.2 | 86.8 | 82.5 |

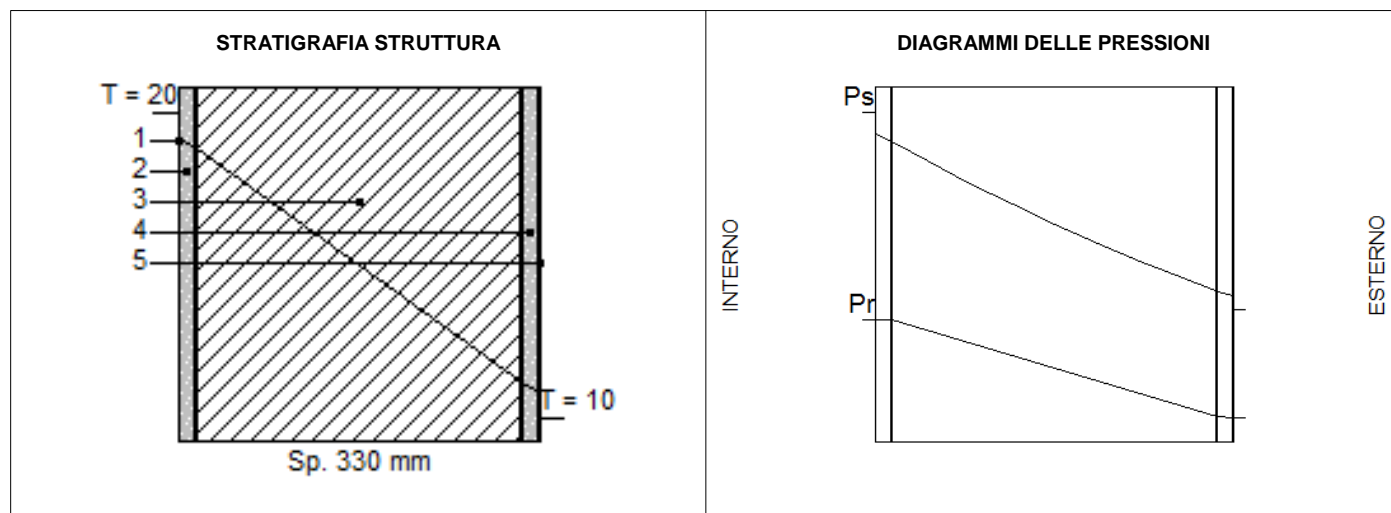
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: 03
Descrizione Struttura: Parete perimetrale interna

| N. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] |
|--|--|---|------------------|--------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Interna | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| 2 | Intonaco di calce e gesso. | 15 | 0.330 | 22.000 | 21.00 | 18.000 | 1000 | 0.045 |
| 3 | CLS vibrocompresso | 300 | 0.263 | 0.875 | 273.00 | 2.600 | 1000 | 1.143 |
| 4 | Intonaco di calce e gesso. | 15 | 0.330 | 22.000 | 21.00 | 18.000 | 1000 | 0.045 |
| 5 | Adduttanza Esterna | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| RESISTENZA = 1.494 m²K/W | | | | | | TRASMITTANZA = 0.670 W/m²K | | |
| SPESSORE = 330 mm | | CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 44.785 kJ/m²K | | | | MASSA SUPERFICIALE = 273 kg/m² | | |
| TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.10 W/m²K | | FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.15 | | | | SFASAMENTO = 13.47 h | | |

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



| | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] | Te [°C] | Pse [Pa] | Pre [Pa] | URe [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 | 10.0 | 1 227 | 614 | 50.0 |

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

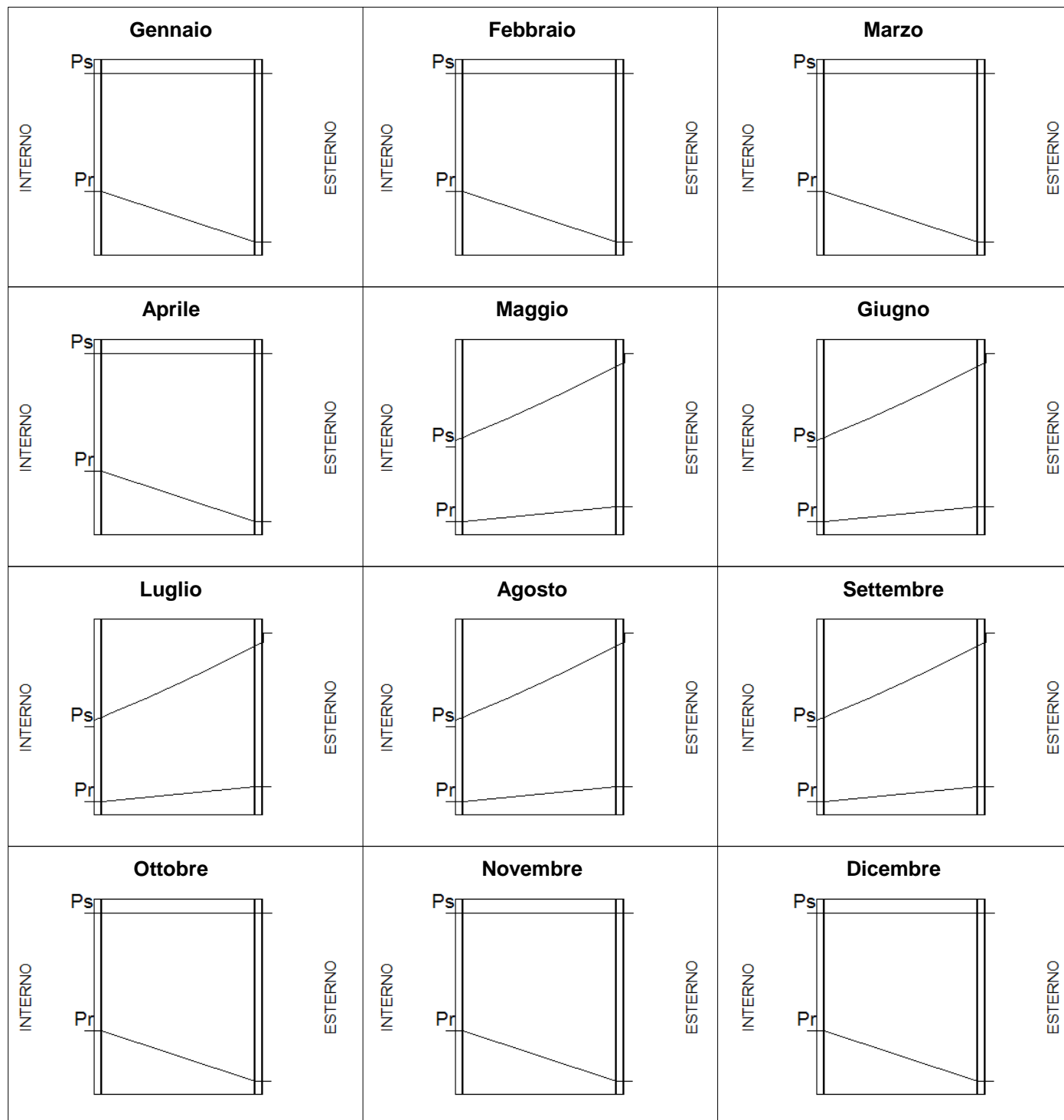
| VERIFICA IGROMETRICA | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
| URcf1 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 |
| Tcf1 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| URcf2 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 |
| Tcf2 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| Verifica Interstiziale | VERIFICATA | | La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. | | | | | | | | | |
| Verifica Superficiale | NON ESEGUITA | | I dati climatici introdotti non sono ammissibili (modificarli per il mese di Ottobre). | | | | | | | | | |

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = Zona riscaldata

cf2 = zona vs nr

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI MENSILI



| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ti [°C] | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| Psi [Pa] | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 |
| Pri [Pa] | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 |
| URi [%] | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 |
| Te [°C] | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| Pse [Pa] | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 3 359.5 | 3 359.5 | 3 359.5 | 3 359.5 | 3 359.5 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 |
| Pre [Pa] | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 168.5 |
| URe [%] | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 |

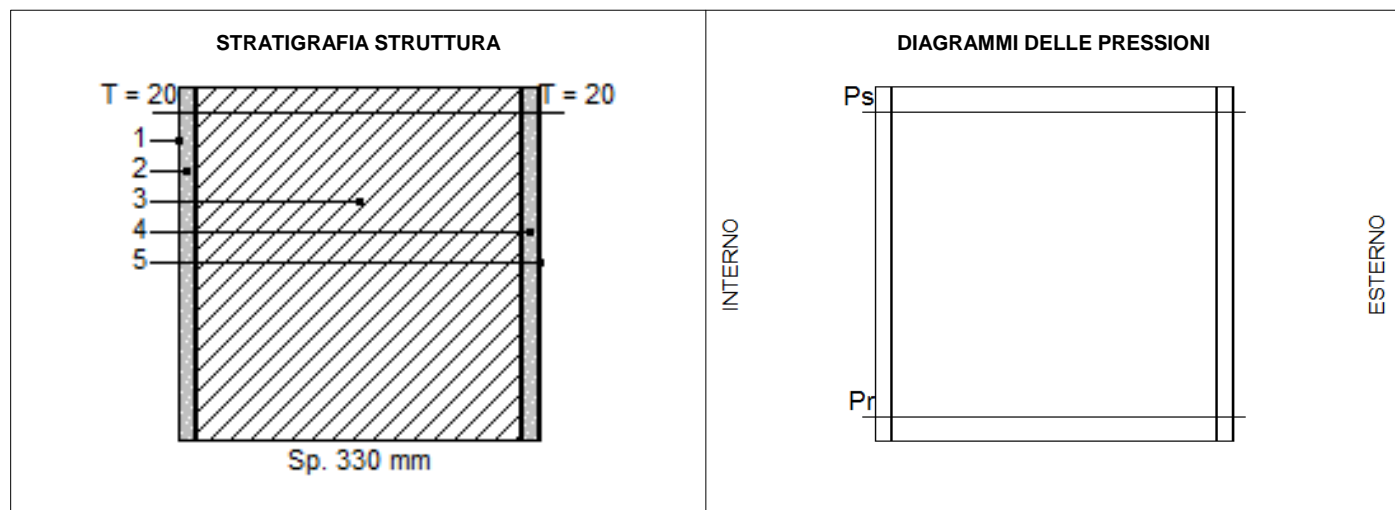
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: 03
Descrizione Struttura: Parete perimetrale interna

| N. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] |
|--|--|---|------------------|--------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Interna | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| 2 | Intonaco di calce e gesso. | 15 | 0.330 | 22.000 | 21.00 | 18.000 | 1000 | 0.045 |
| 3 | CLS vibrocompresso | 300 | 0.263 | 0.875 | 273.00 | 2.600 | 1000 | 1.143 |
| 4 | Intonaco di calce e gesso. | 15 | 0.330 | 22.000 | 21.00 | 18.000 | 1000 | 0.045 |
| 5 | Adduttanza Esterna | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| RESISTENZA = 1.494 m²K/W | | | | | | TRASMITTANZA = 0.670 W/m²K | | |
| SPESSORE = 330 mm | | CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 44.785 kJ/m²K | | | | MASSA SUPERFICIALE = 273 kg/m² | | |
| TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.10 W/m²K | | FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.15 | | | | SFASAMENTO = 13.47 h | | |

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



| | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] | Te [°C] | Pse [Pa] | Pre [Pa] | URe [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 |

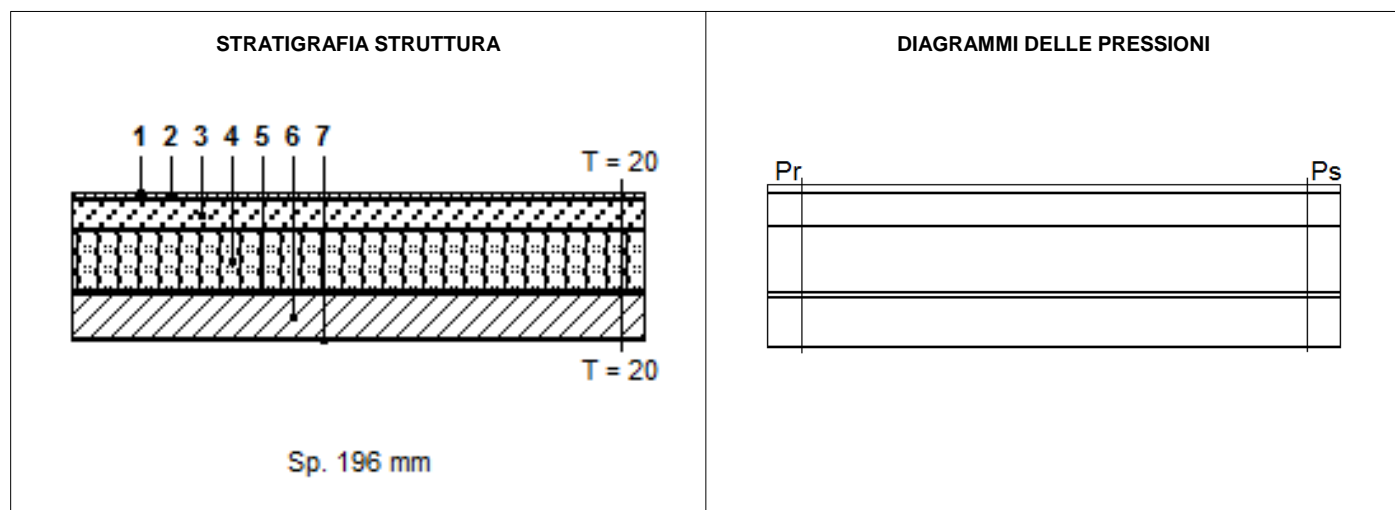
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: sil02
Descrizione Struttura: soalio con lamiera grecata

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] |
|--|--|---|------------------|--------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| 2 | Piastrelle ceramiche | 11 | 1.300 | 118.182 | 25.30 | 0.940 | 840 | 0.008 |
| 3 | Massetto in calcestruzzo alleggerito | 40 | 1.080 | 27.000 | 64.00 | 1.460 | 1000 | 0.037 |
| 4 | Polistirolo | 80 | 0.045 | 0.563 | 1.20 | 62.500 | 1220 | 1.778 |
| 5 | Bitume | 5 | 0.170 | 34.000 | 6.00 | 0.000 | 920 | 0.029 |
| 6 | Calcestruzzo alleggerito | 60 | 0.330 | 5.500 | 72.00 | 2.230 | 1000 | 0.182 |
| 7 | Adduttanza Inferiore | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| RESISTENZA = 2.294 m²K/W | | | | | | TRASMITTANZA = 0.436 W/m²K | | |
| SPESSORE = 196 mm | | CAPACITA' TERMICA AREICA = 51.639 kJ/m²K | | | | MASSA SUPERFICIALE = 169 kg/m² | | |
| TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.24 W/m²K | | FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.54 | | | | SFASAMENTO = 6.55 h | | |

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



| | Ts [°C] | Pss [Pa] | Prs [Pa] | URs [%] | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 |

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: sol.01
Descrizione Struttura: solaio predalles piano terra

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] |
|----|--|-----------|------------------|--------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 | | 5.900 | | | 0 | 0.169 |
| 2 | Piastrelle ceramiche | 11 | 1.300 | 118.182 | 25.30 | 0.940 | 840 | 0.008 |
| 3 | Calcestruzzo alleggerito | 40 | 0.330 | 8.250 | 48.00 | 2.230 | 1000 | 0.121 |
| 4 | Polistirolo | 60 | 0.045 | 0.750 | 0.90 | 62.500 | 1220 | 1.333 |
| 5 | Bitume. | 5 | 0.170 | 34.000 | 6.00 | 0.000 | 1000 | 0.029 |
| 6 | Massetto in calcestruzzo alleggerito | 50 | 1.080 | 21.600 | 80.00 | 1.460 | 1000 | 0.046 |
| 7 | Solaio tipo predalles (spessore = 240 - flusso dicendente) | 240 | | 3.333 | 355.00 | 19.000 | 900 | 0.300 |
| 8 | Intonaco di calce e gesso. | 10 | 0.330 | 33.000 | 14.00 | 18.000 | 1000 | 0.030 |
| 9 | Adduttanza Inferiore | 0 | | 5.900 | | | 0 | 0.169 |

RESISTENZA = 2.208 m²K/W

TRASMITTANZA = 0.453 W/m²K

SPESSORE = 416 mm

CAPACITA' TERMICA AREICA = 46.209 kJ/m²K

MASSA SUPERFICIALE = 515 kg/m²

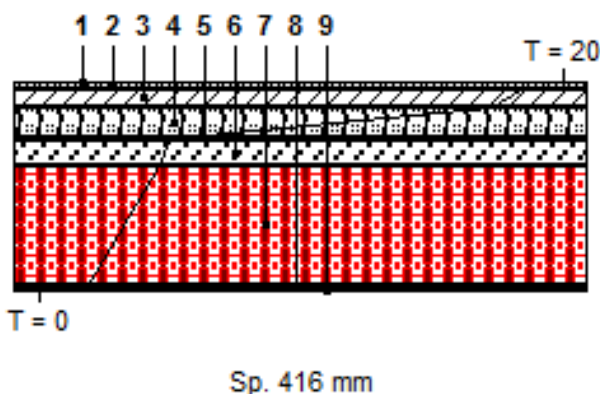
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m²K

FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.07

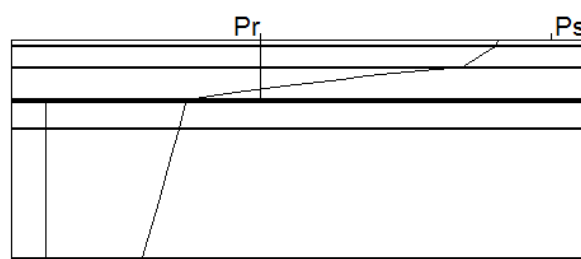
SFASAMENTO = 14.03 h

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..

STRATIGRAFIA STRUTTURA



DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI



| | Ts [°C] | Pss [Pa] | Prs [Pa] | URs [%] | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 | 0.0 | 611 | 305 | 50.0 |

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

VERIFICA IGROMETRICA

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| URcf1 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 |
| Tcf1 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| URcf2 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 |
| Tcf2 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |

Verifica Interstiziale VERIFICATA La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

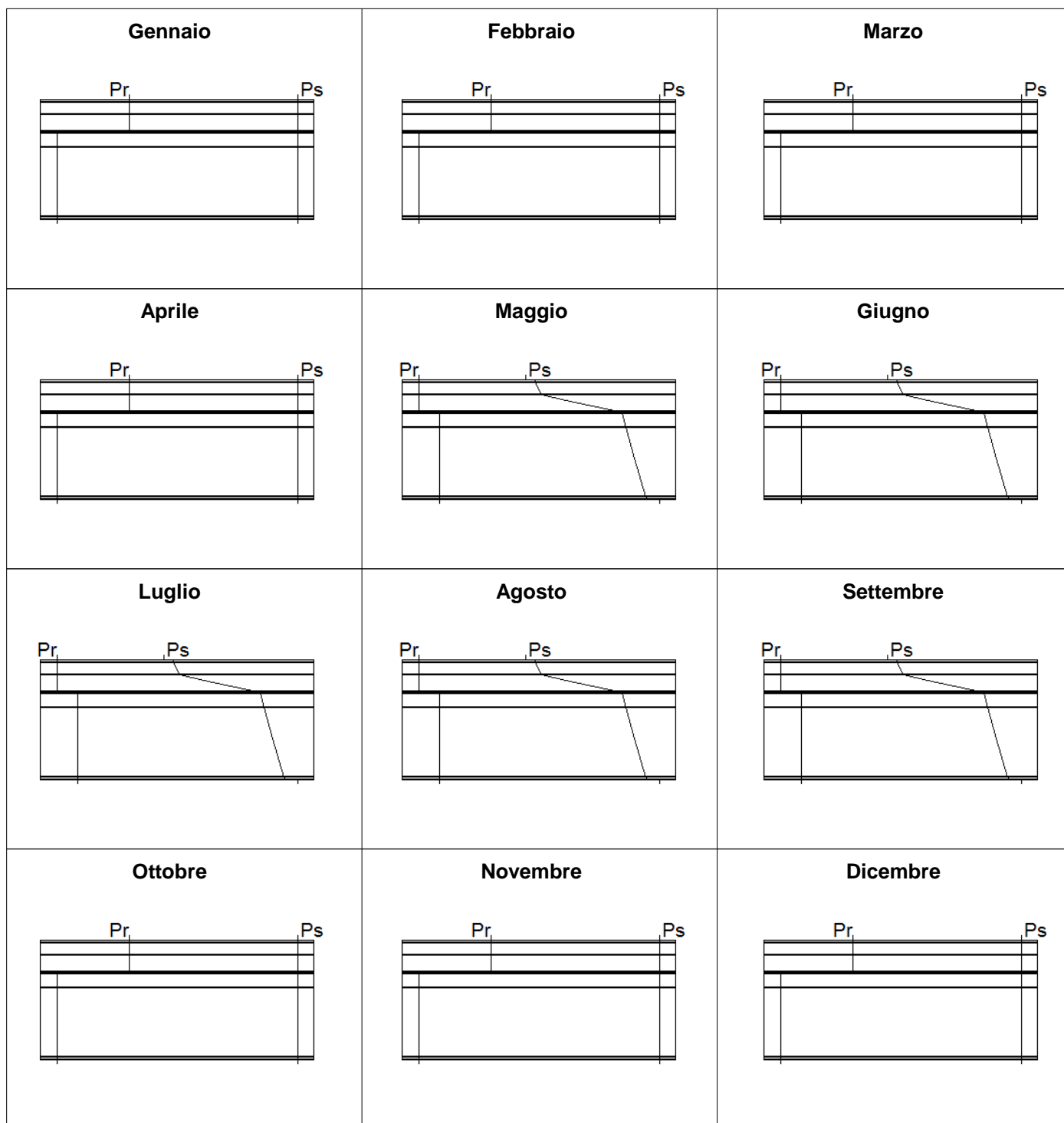
Verifica Superficiale NON ESEGUITA I dati climatici introdotti non sono ammissibili (modificarli per il mese di Ottobre).

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = Zona riscaldata

cf2 = interrato

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI MENSILI



| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ts [°C] | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| Pss [Pa] | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 |
| Prs [Pa] | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 |
| URs [%] | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 |
| Ti [°C] | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| Psi [Pa] | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 3 359.5 | 3 359.5 | 3 359.5 | 3 359.5 | 3 359.5 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 |
| Pri [Pa] | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 679.7 | 1 168.5 | 1 168.5 | 1 168.5 |
| URi [%] | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 |

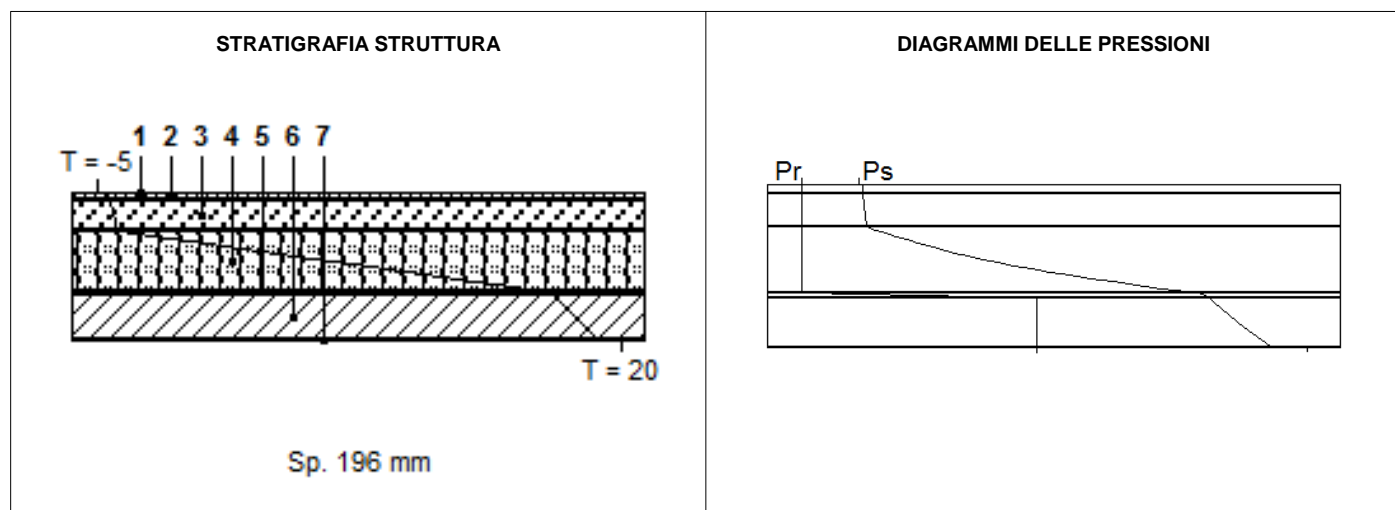
Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: sil02
 Descrizione Struttura: soalio con lamiera grecata

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] |
|---|--|--|------------------|--------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 | | 25.000 | | | 0 | 0.040 |
| 2 | Piastrelle ceramiche | 11 | 1.300 | 118.182 | 25.30 | 0.940 | 840 | 0.008 |
| 3 | Massetto in calcestruzzo alleggerito | 40 | 1.080 | 27.000 | 64.00 | 1.460 | 1000 | 0.037 |
| 4 | Polistirolo | 80 | 0.045 | 0.563 | 1.20 | 62.500 | 1220 | 1.778 |
| 5 | Bitume | 5 | 0.170 | 34.000 | 6.00 | 0.000 | 920 | 0.029 |
| 6 | Calcestruzzo alleggerito | 60 | 0.330 | 5.500 | 72.00 | 2.230 | 1000 | 0.182 |
| 7 | Adduttanza Inferiore | 0 | | 10.000 | | | 0 | 0.100 |
| RESISTENZA = 2.175 m²K/W | | | | | | TRASMITTANZA = 0.460 W/m²K | | |
| SPESSORE = 196 mm | | CAPACITA' TERMICA AREICA = 55.430 kJ/m²K | | | | MASSA SUPERFICIALE = 169 kg/m² | | |
| TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.33 W/m²K | | FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.72 | | | | SFASAMENTO = 4.81 h | | |

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



| | Ts [°C] | Pss [Pa] | Prs [Pa] | URs [%] | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | -5.0 | 401 | 156 | 38.9 | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 |

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

VERIFICA IGROMETRICA

| | gen | feb | mar | apr | mag | giu | lug | ago | set | ott | nov | dic |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| URcf1 | 81.80 | 62.90 | 69.30 | 62.40 | 67.10 | 67.70 | 69.50 | 65.00 | 68.80 | 71.20 | 86.80 | 82.50 |
| Tcf1 | 2.50 | 5.00 | 9.40 | 13.80 | 17.50 | 21.80 | 23.90 | 23.70 | 20.30 | 14.80 | 8.60 | 4.40 |
| URcf2 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 | 65.00 |
| Tcf2 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |

Verifica Interstiziale VERIFICATA La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

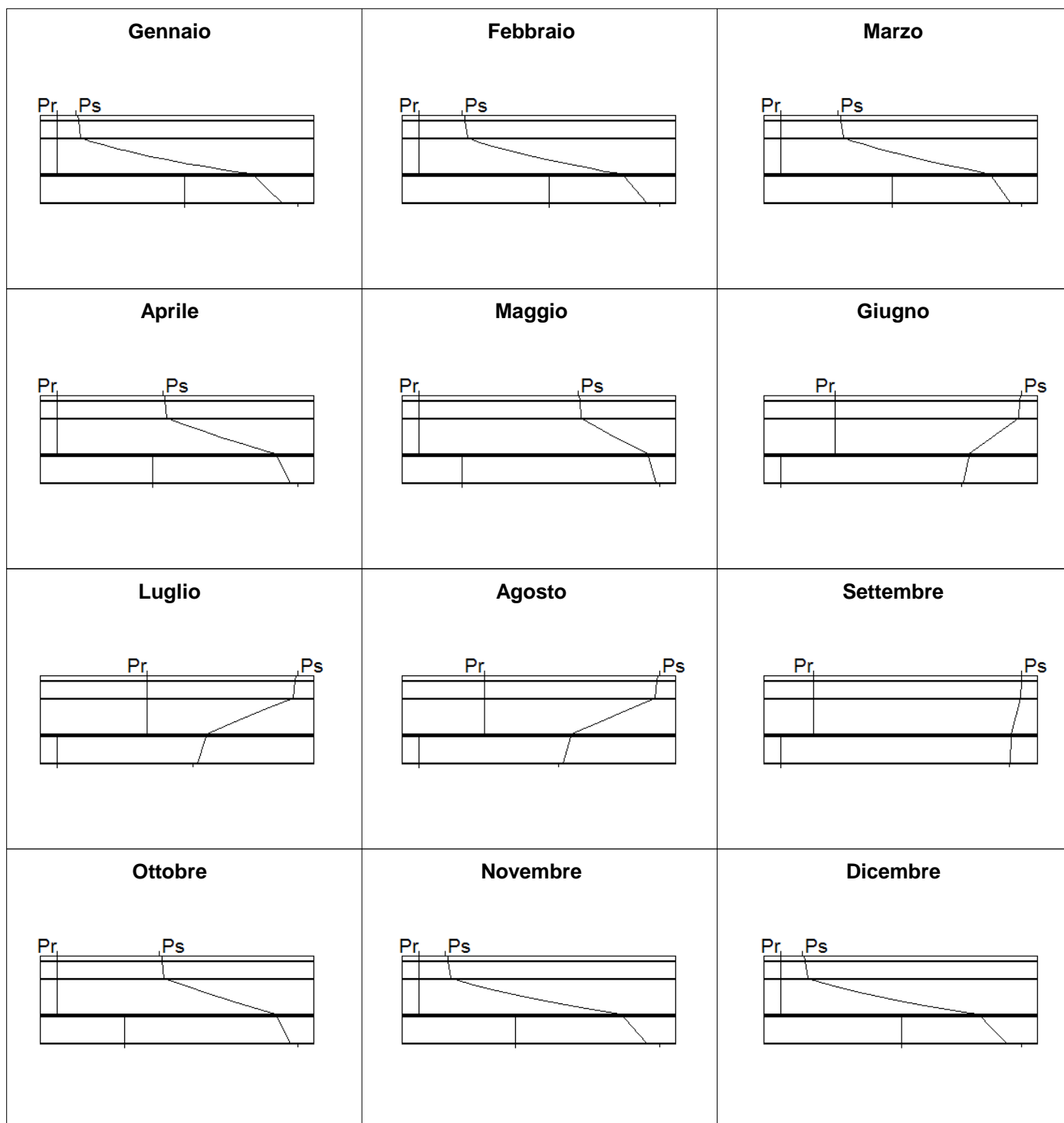
Verifica Superficiale VERIFICATA Valore massimo ammissibile di U = 0.5468 W/m²K (mese critico: Gennaio).

La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = Esterno

cf2 = Zona riscaldata

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI MENSILI



| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ts [°C] | 2.5 | 5.0 | 9.4 | 13.8 | 17.5 | 21.8 | 23.9 | 23.7 | 20.3 | 14.8 | 8.6 | 4.4 |
| Pss [Pa] | 730.9 | 871.9 | 1 178.8 | 1 577.1 | 1 998.9 | 2 610.4 | 2 964.3 | 2 928.9 | 2 380.7 | 1 682.6 | 1 116.8 | 836.0 |
| Prs [Pa] | 597.9 | 548.4 | 816.9 | 984.1 | 1 341.2 | 1 767.2 | 2 060.2 | 1 903.8 | 1 637.9 | 1 198.0 | 969.4 | 689.7 |
| URs [%] | 81.8 | 62.9 | 69.3 | 62.4 | 67.1 | 67.7 | 69.5 | 65.0 | 68.8 | 71.2 | 86.8 | 82.5 |
| Ti [°C] | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| Psi [Pa] | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 | 2 337.0 |
| Pri [Pa] | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 | 1 519.0 |
| URi [%] | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 |

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: sol.01
Descrizione Struttura: solaio predalles piano terra

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] |
|----|--|-----------|------------------|--------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |
| 2 | Piastrelle ceramiche | 11 | 1.300 | 118.182 | 25.30 | 0.940 | 840 | 0.008 |
| 3 | Calcestruzzo alleggerito | 40 | 0.330 | 8.250 | 48.00 | 2.230 | 1000 | 0.121 |
| 4 | Polistirolo | 60 | 0.045 | 0.750 | 0.90 | 62.500 | 1220 | 1.333 |
| 5 | Bitume. | 5 | 0.170 | 34.000 | 6.00 | 0.000 | 1000 | 0.029 |
| 6 | Massetto in calcestruzzo alleggerito | 50 | 1.080 | 21.600 | 80.00 | 1.460 | 1000 | 0.046 |
| 7 | Solaio tipo predalles (spessore = 240 - flusso dicendente) | 240 | | 3.333 | 355.00 | 19.000 | 900 | 0.300 |
| 8 | Intonaco di calce e gesso. | 10 | 0.330 | 33.000 | 14.00 | 18.000 | 1000 | 0.030 |
| 9 | Adduttanza Inferiore | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 |

RESISTENZA = 2.129 m²K/W

TRASMITTANZA = 0.470 W/m²K

SPESSORE = 416 mm

CAPACITA' TERMICA AREICA = 51.046 kJ/m²K

MASSA SUPERFICIALE = 515 kg/m²

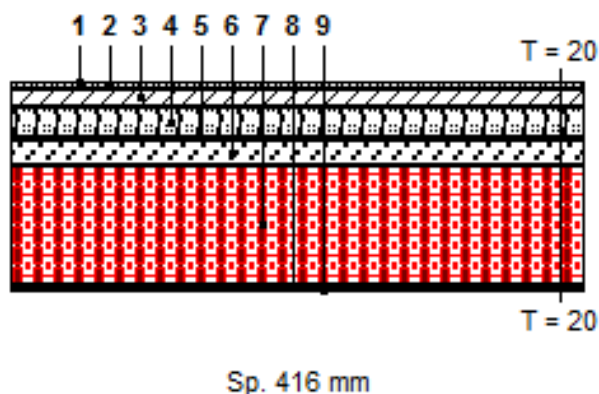
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.04 W/m²K

FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.09

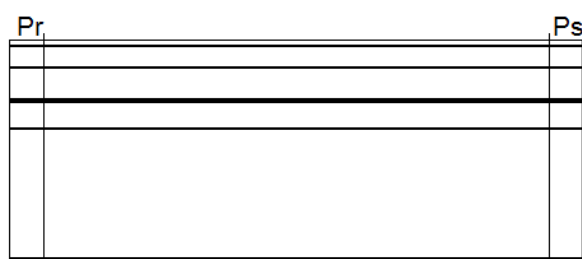
SFASAMENTO = 13.47 h

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..

STRATIGRAFIA STRUTTURA



DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI



| | Ts [°C] | Pss [Pa] | Prs [Pa] | URs [%] | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 |

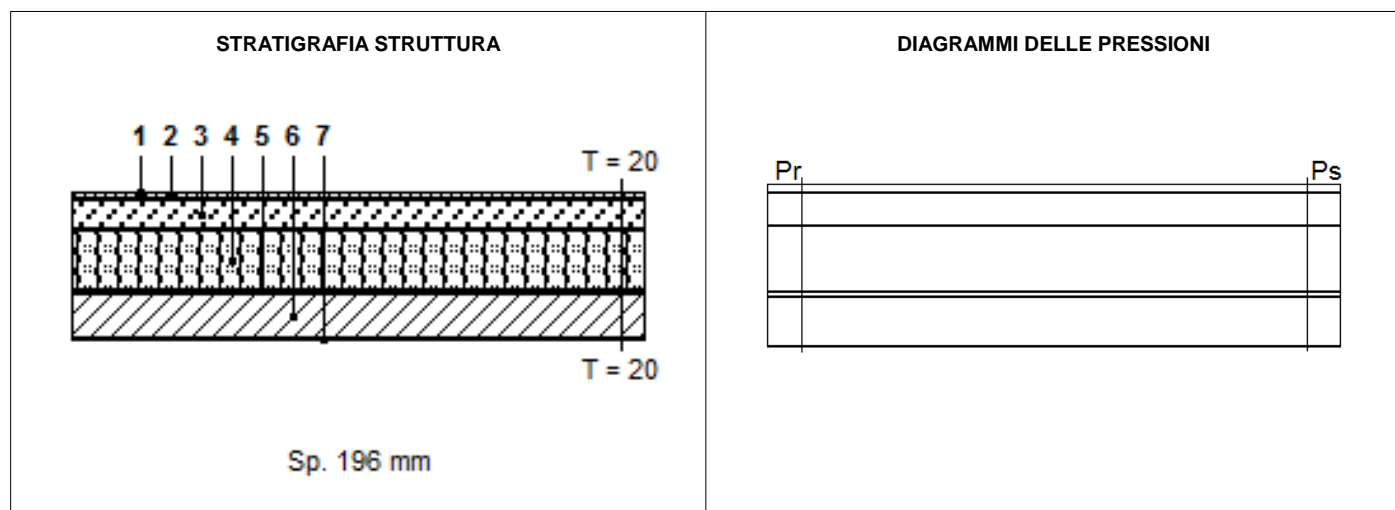
Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: sil02
 Descrizione Struttura: soalio con lamiera grecata

| N. | DESCRIZIONE STRATO (da superiore a inferiore) | s [mm] | lambda [W/mK] | C [W/m²K] | M.S. [kg/m²] | P<50*10 ¹² [kg/msPa] | C.S. [J/kgK] | R [m²K/W] | |
|---|--|--|------------------|--------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|--|
| 1 | Adduttanza Superiore | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 | |
| 2 | Piastrelle ceramiche | 11 | 1.300 | 118.182 | 25.30 | 0.940 | 840 | 0.008 | |
| 3 | Massetto in calcestruzzo alleggerito | 40 | 1.080 | 27.000 | 64.00 | 1.460 | 1000 | 0.037 | |
| 4 | Polistirolo | 80 | 0.045 | 0.563 | 1.20 | 62.500 | 1220 | 1.778 | |
| 5 | Bitume | 5 | 0.170 | 34.000 | 6.00 | 0.000 | 920 | 0.029 | |
| 6 | Calcestruzzo alleggerito | 60 | 0.330 | 5.500 | 72.00 | 2.230 | 1000 | 0.182 | |
| 7 | Adduttanza Inferiore | 0 | | 7.700 | | | 0 | 0.130 | |
| RESISTENZA = 2.294 m²K/W | | TRASMITTANZA = 0.436 W/m²K | | | | | | | |
| SPESSORE = 196 mm | | CAPACITA' TERMICA AREICA = 64.137 kJ/m²K | | | | MASSA SUPERFICIALE = 169 kg/m² | | | |
| TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.24 W/m²K | | FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.54 | | | | SFASAMENTO = 6.55 h | | | |

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



| | Ts [°C] | Pss [Pa] | Prs [Pa] | URs [%] | Ti [°C] | Psi [Pa] | Pri [Pa] | URi [%] |
|---------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|
| DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 | 20.0 | 2 337 | 1 168 | 50.0 |

Ts = Temperatura superiore; Pss = Pressione di saturazione superiore; Prs = Pressione relativa superiore; URs = Umidità superiore; Ti = Temperatura inferiore; Psi = Pressione di saturazione inferiore; Pri = Pressione relativa inferiore; URi = Umidità inferiore.

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: sl.1.31
Descrizione Struttura: Vetrata 1 anta, vetro doppio normale da 4 mm, telaio di metallo con taglio termico - [fonte UNI/TS 11300-1, appendice B]
 Intercapedine 6 mm riempita con aria
 Dimensioni sezione: 70-75 mm - Lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm
Dimensioni: L = 1.60 m; H = 0.90 m

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m ²] | Af [m ²] | Lg [m] | Ug [W/m ² K] | Uf [W/m ² K] | kl [W/mK] | Uw [W/m ² K] | Fg [-] |
| INFISSO | 1.110 | 0.330 | 4.440 | 1.000 | 2.050 | 0.110 | 1.580 | 0.67 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.18 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: fornita dal Produttore; Ug: fornita dal Produttore | | | | | | | | |
| Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale. | | | | | | | | |

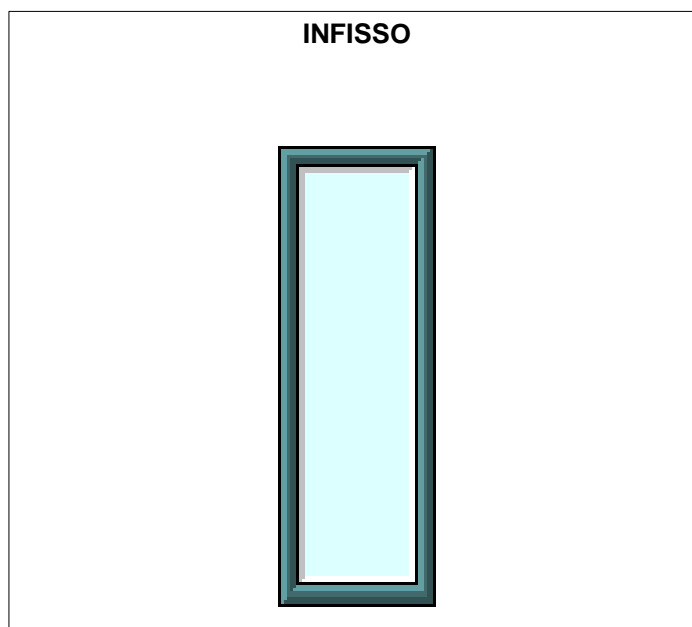


| | |
|---|-------------------------------|
| COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO | 0.2294 |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 0.130 m ² K/W |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 0.040 m ² K/W |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 7.700 W/m ² K |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 25.000 W/m ² K |
| RESISTENZA TERMICA TOTALE | 0.633 m²K/W |
| TRASMITTANZA TOTALE | 1.580 W/m²K |
| TRASMITTANZA VETRO TOTALE | 1.000 W/m²K |

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: *WIN.1.31
Descrizione Struttura: Vetrata 1 anta, vetro doppio normale da 4 mm, telaio di metallo con taglio termico - [fonte UNI/TS 11300-1, appendice B]
 Intercapedine 6 mm riempita con aria
 Dimensioni sezione: 70-75 mm - Lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm
Dimensioni: L = 1.60 m; H = 2.10 m

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m ²] | Af [m ²] | Lg [m] | Ug [W/m ² K] | Uf [W/m ² K] | kl [W/mK] | Uw [W/m ² K] | Fg [-] |
| INFISSO | 2.862 | 0.498 | 6.840 | 1.000 | 2.050 | 0.080 | 1.319 | 0.75 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.18 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: fornita dal Produttore; Ug: fornita dal Produttore | | | | | | | | |
| Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale. | | | | | | | | |



| | |
|---|-------------------------------|
| COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO | 0.1483 |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 0.130 m ² K/W |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 0.040 m ² K/W |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 7.700 W/m ² K |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 25.000 W/m ² K |
| RESISTENZA TERMICA TOTALE | 0.758 m²K/W |
| TRASMITTANZA TOTALE | 1.319 W/m²K |
| TRASMITTANZA VETRO TOTALE | 1.000 W/m²K |

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: sl.1.31
Descrizione Struttura: Vetrata 1 anta, vetro doppio normale da 4 mm, telaio di metallo con taglio termico - [fonte UNI/TS 11300-1, appendice B]
 Intercapedine 6 mm riempita con aria
 Dimensioni sezione: 70-75 mm - Lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm
Dimensioni: L = 1.00 m; H = 0.90 m

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m ²] | Af [m ²] | Lg [m] | Ug [W/m ² K] | Uf [W/m ² K] | kl [W/mK] | Uw [W/m ² K] | Fg [-] |
| INFISSO | 0.654 | 0.246 | 3.240 | 1.000 | 2.050 | 0.110 | 1.683 | 0.67 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.18 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: fornita dal Produttore; Ug: fornita dal Produttore | | | | | | | | |
| Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale. | | | | | | | | |

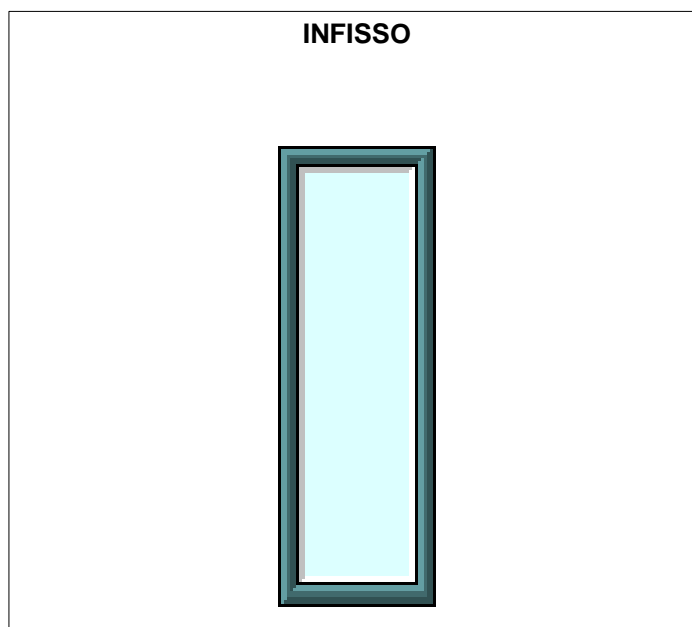


| | |
|---|-------------------------------|
| COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO | 0.2738 |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 0.130 m ² K/W |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 0.040 m ² K/W |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 7.700 W/m ² K |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 25.000 W/m ² K |
| RESISTENZA TERMICA TOTALE | 0.594 m²K/W |
| TRASMITTANZA TOTALE | 1.683 W/m²K |
| TRASMITTANZA VETRO TOTALE | 1.000 W/m²K |

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: *WIN.1.31
Descrizione Struttura: Vetrata 1 anta, vetro doppio normale da 4 mm, telaio di metallo con taglio termico - [fonte UNI/TS 11300-1, appendice B]
 Intercapedine 6 mm riempita con aria
 Dimensioni sezione: 70-75 mm - Lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm
Dimensioni: L = 0.80 m; H = 2.10 m

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|------------|------------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²K] | Uf [W/m²K] | kl [W/mK] | Uw [W/m²K] | Fg [-] |
| INFISSO | 1.294 | 0.386 | 5.240 | 1.000 | 2.050 | 0.080 | 1.491 | 0.75 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.18 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: fornita dal Produttore; Ug: fornita dal Produttore | | | | | | | | |
| Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale. | | | | | | | | |



| | |
|---|--------------------|
| COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO | 0.2300 |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 0.130 m²K/W |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 0.040 m²K/W |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 7.700 W/m²K |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 25.000 W/m²K |
| RESISTENZA TERMICA TOTALE | 0.671 m²K/W |
| TRASMITTANZA TOTALE | 1.491 W/m²K |
| TRASMITTANZA VETRO TOTALE | 1.000 W/m²K |

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

Codice Struttura: sl.1.31
Descrizione Struttura: Vetrata 1 anta, vetro doppio normale da 4 mm, telaio di metallo con taglio termico - [fonte UNI/TS 11300-1, appendice B]
 Intercapedine 6 mm riempita con aria
 Dimensioni sezione: 70-75 mm - Lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm
Dimensioni: L = 0.80 m; H = 0.90 m

| SERRAMENTO SINGOLO | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|-----------|
| DESCRIZIONE | Ag [m ²] | Af [m ²] | Lg [m] | Ug [W/m ² K] | Uf [W/m ² K] | kl [W/mK] | Uw [W/m ² K] | Fg [-] |
| INFISSO | 0.502 | 0.218 | 2.840 | 1.000 | 2.050 | 0.110 | 1.752 | 0.67 |
| Ponte Termico Infisso-Parete: = 0.18 [W/mK] | | | | | | | | |
| Fonte - Uf: fornita dal Produttore; Ug: fornita dal Produttore | | | | | | | | |
| Ag = Area vetro; Af = Area telaio; Lg = Lunghezza perimetro superficie vetrata; Ug = Trasmittanza termica superficie vetrata; Uf = Trasmittanza termica telaio; kl = Trasmittanza lineica distanziatore (nulla se singolo vetro); Uw = Trasmittanza termica totale serramento; Fg = Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale. | | | | | | | | |



| | |
|---|-------------------------------|
| COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO | 0.3033 |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 0.130 m ² K/W |
| RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 0.040 m ² K/W |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA | 7.700 W/m ² K |
| CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA | 25.000 W/m ² K |
| RESISTENZA TERMICA TOTALE | 0.571 m²K/W |
| TRASMITTANZA TOTALE | 1.752 W/m²K |
| TRASMITTANZA VETRO TOTALE | 1.000 W/m²K |

Centrale Termica: Centrale Termica

Impianto: PRINCIPALE

Fluido: mista

Tipologia: combinato (RSC + ACS)

Generatori Impianto

| Tipologia | Combustibile | Eta | Pnt | EER | Pnf | Acc. inerziale |
|----------------------|--------------|--------|-------|-----|-----|--------------------------|
| Generatore... | | | | | | |
| Pompa di Calore | Elettricità | 361.00 | 32.50 | - | - | <input type="checkbox"/> |

Eta [%] = Rendimento Termico Utile a carico nominale o Coefficiente di prestazione in condizione di riferimento; Pnt [kW] = Potenza Termica utile nominale; EER [%] = Coefficiente di prestazione in condizione di riferimento; Pnf [kW] = Potenza Frigorifera utile nominale.

Valori riferiti a "Generatore..."

| | Un.Mis. | Ott | Nov | Dic | Gen | Feb | Mar | Apr | Totale |
|-------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| EtaPh | % | - | - | - | - | - | - | - | - |
| QhGNout | kWh | 1 291.62 | 4 535.03 | 6 648.51 | 7 535.71 | 5 468.56 | 3 627.71 | 1 036.96 | 30 144.10 |
| QhGNout_d | kWh | 1 291.62 | 4 535.03 | 6 648.51 | 7 535.71 | 5 468.56 | 3 627.71 | 1 036.96 | 30 144.10 |
| QhGNrsd | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| EtaGNh | % | 259.37 | 370.78 | 420.02 | 436.81 | 406.57 | 331.05 | 237.13 | - |
| QIGNh | kWh | -793.63 | -3 311.93 | -5 065.60 | -5 810.52 | -4 123.51 | -2 531.87 | -599.67 | -22 236.73 |
| QxGNh | kWh | 6.53 | 16.03 | 20.74 | 22.61 | 17.63 | 14.36 | 5.73 | 103.63 |
| QhGNin | kWh | 497.99 | 1 223.10 | 1 582.92 | 1 725.18 | 1 345.05 | 1 095.83 | 437.29 | 7 907.37 |
| CMBh | kWh | 497.99 | 1 223.10 | 1 582.92 | 1 725.18 | 1 345.05 | 1 095.83 | 437.29 | 7 907.37 |
| QwGNout_I | kWh | 69.34 | 331.04 | 335.25 | 333.98 | 282.24 | 280.09 | 0.00 | 1 631.94 |
| QwGNout_d_I | kWh | 69.34 | 331.04 | 335.25 | 333.98 | 282.24 | 280.09 | 0.00 | 1 631.94 |
| QwGNrsd_I | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| EtaGNwl | % | 574.00 | 574.00 | 574.00 | 574.00 | 574.00 | 574.00 | 100.00 | - |
| QIGNw_I | kWh | -57.26 | -273.37 | -276.85 | -275.79 | -233.07 | -231.29 | 0.00 | -1 347.63 |
| QxGNw_I | kWh | 0.35 | 1.17 | 1.05 | 1.00 | 0.91 | 1.11 | 0.00 | 5.59 |
| QwGNin_I | kWh | 12.08 | 57.67 | 58.41 | 58.18 | 49.17 | 48.80 | 0.00 | 284.31 |
| CMBwl | kWh | 12.08 | 57.67 | 58.41 | 58.18 | 49.17 | 48.80 | 0.00 | 284.31 |

EtaPh = Rendimento di Produzione per RISCALDAMENTO; QhGNout = Fabbisogno di Energia Termica richiesto al Generatore per il Riscaldamento; QhGNout_d = Energia Termica prodotta dal Generatore per Riscaldamento; QhGNrsd = Fabbisogno di Energia Termica non soddisfatto dal Generatore per Riscaldamento; EtaGNh = Rendimento di Generazione per Riscaldamento; QIGNh = Perdite di Generazione; QxGNh = Fabbisogno di Energia Elettrica per gli ausiliari della Generazione; QhGNin = Fabbisogno di Energia Termica in Ingresso al Generatore per Riscaldamento; CMBh = Fabbisogno di combustibile(Elettricità); QwGNout_I = Fabbisogno di Energia Termica richiesto al Generatore per ACS (periodo invernale); QwGNout_d_I = Energia Termica prodotta dal Generatore per ACS (periodo invernale); QwGNrsd_I = Fabbisogno di Energia Termica non soddisfatto dal Generatore ACS (periodo invernale); EtaGNwl = Rendimento di Generazione per ACS (periodo invernale); QIGNw_I = Perdite di generazione per l'ACS (invernale); QxGNw_I = Fabbisogno di energia elettrica di generazione per l'ACS (invernale); QwGNin_I = Fabbisogno di Energia Termica in Ingresso al Generatore per ACS (periodo invernale); CMBwl = Fabbisogno di Combustibile per la produzione di ACS (periodo invernale)(Elettricità);

| | Un.Mis. | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Totale |
|-------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| QwGNout_E | kWh | 301.79 | 69.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 128.12 | 350.29 | 850.07 |
| QwGNout_d_E | kWh | 301.79 | 69.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 128.12 | 350.29 | 850.07 |
| QwGNrsd_E | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| EtaGNwE | % | 574.00 | 574.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 574.00 | 574.00 | - |
| QIGNwE | kWh | -249.21 | -57.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -105.80 | -289.27 | -701.98 |
| QxGNwE | kWh | 4.22 | 7.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.46 | 4.08 | 23.35 |
| QwGNin_E | kWh | 52.58 | 12.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.32 | 61.03 | 148.10 |
| CMBwE | kWh | 52.58 | 12.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.32 | 61.03 | 148.10 |

QwGNout_E = Fabbisogno di Energia Termica richiesto al Generatore per ACS (periodo estivo); QwGNout_d_E = Energia Termica prodotta dal Generatore per ACS (periodo estivo); QwGNrsd_E = Fabbisogno di Energia Termica non soddisfatto dal Generatore per ACS (periodo estivo); EtaGNwE = Rendimento di Generazione per ACS (periodo estivo); QIGNwE = Perdite di Generazione per ACS; QxGNwE = Fabbisogno di Energia Elettrica Ausiliari del Generatore per ACS; QwGNin_E = Fabbisogno di Energia Termica in Ingresso al Generatore per ACS (periodo estivo); CMBwE = Fabbisogno di combustibile per la produzione di ACS (periodo estivo)(Elettricità);

Produzione Centralizzata da Solare Termico e Fotovoltaico

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| QhSTout | 3 729 | 2 841 | 2 110 | 641 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 767 | 2 384 | 3 338 |
| QwSTout | 350 | 328 | 408 | 784 | 1 044 | 934 | 927 | 930 | 961 | 767 | 374 | 358 |
| QxPVout | 441 | 651 | 1 036 | 1 262 | 1 603 | 1 672 | 1 821 | 1 626 | 1 286 | 938 | 518 | 468 |

QhSTout [kWh] = Energia termica Prodotta dall'impianto solare per Riscaldamento; QwSTout [kWh] = Energia termica Prodotta dall'impianto solare per ACS; QxPVout [kWh] = Energia Elettrica prodotta dai moduli.

EODC serviti dalla Centrale Termica

| tesi | | | | | | | | | | |
|--|---------|----------|----------|--------|----------|-----------|----------|-------|-------|--|
| "Zona riscaldata": E1(1) - abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo | | | | | | | | | | |
| Classe | Qit_EPe | VlmL | VlmN | AreaN | AreaN150 | QPhNR | QPwNR | EPI | EPacs | |
| A | I | 1 776.29 | 1 304.02 | 482.97 | 0.00 | 19 252.27 | 1 212.45 | 39.86 | 2.51 | |

Classe = Classe Energetica Globale dell' EODC; Qit_EPe = Qualità Prestazionale dell'Involucro per la climatizzazione estiva; VlmL [m³] = Volume lordo; VlmN [m³] = Volume netto; AreaN [m²] = Superficie netta calpestabile; AreaN150 [m²] = Superficie netta calpestabile con altezza inferiore a m 1,50; QPhNR [kWh] = Fabbisogno di Energia Primaria per Riscaldamento non rinnovabile; QPwNR [kWh] = Fabbisogno di Energia Primaria per ACS non rinnovabile; EPI [kWh/m²anno] = Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale; EPacs [kWh/m²anno] = Indice di Prestazione Energetica per ACS

EODC: tesi

| | | |
|---|-----------------|------|
| Volume lordo | 1 776.29 | m³ |
| Superficie lorda disperdente (1) | 1 112.91 | m² |
| Rapporto di Forma S/V | 0.63 | 1/m |
| Volume netto | 1 304.02 | m³ |
| Superficie netta calpestabile | 482.97 | m² |
| Altezza netta media | 2.70 | m |
| Superficie lorda disperdente delle Vetrate | 30.42 | m² |
| Capacità Termica totale | 78 234.57 | kJ/K |
| Periodo di riscaldamento | 15 ott - 15 apr | |
| Periodo di riscaldamento della Centrale Termica di riferimento | 15 ott - 15 apr | |
| Periodo di raffrescamento | 11 giu - 1 set | |
| Periodo di raffrescamento della Centrale Termica di riferimento | 11 giu - 1 set | |

(1) Superficie lorda disperdente = superficie che delimita il volume lordo riscaldato verso l'esterno e verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento

Risultati

| | | |
|--|-----------|-----|
| Durata del periodo di riscaldamento | 183 | G |
| Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento | 23 640.75 | kWh |
| Fabbisogno di Energia Primaria per il Riscaldamento | 19 252.27 | kWh |
| Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di Riscaldamento | 1 099.87 | kWh |
| Durata del periodo di raffrescamento | 83 | G |
| Fabbisogno di Energia Utile per Raffrescamento (solo involucro) | -1 959.73 | kWh |
| Volumi di ACS | 91.25 | m³ |
| Fabbisogno di Energia Termica per ACS | 2 777.17 | kWh |
| Fabbisogno di Energia Primaria per ACS | 1 212.45 | kWh |
| Fabbisogno di Energia Elettrica degli Ausiliari dell'impianto di ACS | 1 084.37 | kWh |

Calcolo di Potenza

| | | |
|---|-------|----|
| Temperatura Esterna di Progetto | -5.00 | °C |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione | 9.88 | kW |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione | 5.54 | kW |
| Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) | 19.77 | kW |

Dati Prestazione Energetica per la Certificazione

| | | |
|--|--------|------------|
| Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione estiva (solo involucro) | 4.058 | kWh/m²anno |
| Indice di Prestazione Energetica per la climatizzazione invernale (solo involucro) | 48.949 | kWh/m²anno |
| Indice di Prestazione Energetica per RISCALDAMENTO - EPi | 39.862 | kWh/m²anno |
| Indice di Prestazione Energetica per ACS - EPacs | 2.510 | kWh/m²anno |
| Classe Energetica Globale dell' EODC | A | |

Fabbisogni per il Riscaldamento

| | Un.Mis. | Ott | Nov | Dic | Gen | Feb | Mar | Apr | Totale |
|--------------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| INVOLUCRO | | | | | | | | | |
| QhTR | MJ | 4 038.34 | 11 559.09 | 16 330.20 | 18 269.69 | 14 341.64 | 11 103.47 | 3 698.85 | 79 341.30 |
| QhVE | MJ | 1 302.43 | 3 853.22 | 5 448.59 | 6 112.21 | 4 732.03 | 3 702.25 | 1 215.72 | 26 366.46 |
| QhHT | MJ | 5 340.78 | 15 412.32 | 21 778.80 | 24 381.90 | 19 073.67 | 14 805.72 | 4 914.57 | 105 707.75 |
| Qsol | MJ | 1 472.98 | 1 778.77 | 1 672.49 | 1 552.64 | 2 153.26 | 3 214.27 | 1 792.45 | 13 636.86 |
| Qint | MJ | 660.96 | 1 166.40 | 1 205.28 | 1 205.28 | 1 088.64 | 1 205.28 | 583.20 | 7 115.04 |
| Qh,nd [MJ] | MJ | 3 244.20 | 12 471.11 | 18 902.03 | 21 624.52 | 15 834.62 | 10 415.20 | 2 615.01 | 85 106.69 |
| Qh,nd | kWh | 901.17 | 3 464.20 | 5 250.56 | 6 006.81 | 4 398.51 | 2 893.11 | 726.39 | 23 640.75 |
| IMPIANTO | | | | | | | | | |
| Qlr | kWh | 7.76 | 13.69 | 14.15 | 14.15 | 12.78 | 14.15 | 6.84 | 83.51 |
| QIA | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| EtaGN | | 2.59 | 3.71 | 4.20 | 4.37 | 4.07 | 3.31 | 2.37 | - |
| EtaEh | | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | - |
| EtaRh | | 0.85 | 0.93 | 0.95 | 0.96 | 0.94 | 0.89 | 0.82 | - |
| EtaD | | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | - |
| VETTORI ENERGETICI | | | | | | | | | |
| Qx | kWh | 1 575.10 | 1 036.88 | 629.75 | 442.84 | 674.41 | 1 126.09 | 1 464.80 | 1 099.87 |
| CMB1 | kWh | 497.99 | 1 223.10 | 1 582.92 | 1 725.18 | 1 345.05 | 1 095.83 | 437.29 | 7 907.37 |

Valori energetici relativi al riscaldamento, in regime di funzionamento continuo per i giorni di attivazione dell'impianto ex D.P.R. 412/93: QhTR = Dispersione per Trasmissione; QhVE = Dispersione per Ventilazione; Qsol = Energia Termica da Apporti Solari; Qint = Energia Termica da Apporti Interni; Qh,nd [MJ] = Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento; Qh,nd = Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento; EtaEh = Rendimento di Emissione; EtaRh = Rendimento di Regolazione; EtaD = Rendimento di Distribuzione; QIA = Perdite di Accumulo; EtaGN = Rendimento di Generazione; CMB1 = Elettricità;

Fabbisogni per il Raffrescamento

| | Un.Mis. | Giu | Lug | Ago | Set | Totale |
|-----------|---------|----------|----------|----------|--------|----------|
| INVOLUCRO | | | | | | |
| QcTR | MJ | 2 421.71 | 1 999.54 | 2 443.04 | 139.17 | 7 003.46 |
| QcVE | MJ | 859.65 | 733.46 | 803.32 | 46.92 | 2 443.36 |

| | | | | | | |
|--|-----|----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| QcHT | MJ | 3 281.37 | 2 733.01 | 3 246.36 | 186.09 | 9 446.82 |
| QcSol | MJ | 3 190.31 | 5 111.69 | 4 706.08 | 140.96 | 13 149.04 |
| QcInt | MJ | 777.60 | 1 205.28 | 1 205.28 | 38.88 | 3 227.04 |
| Qc,nd [MJ] | MJ | -787.56 | -3 584.38 | -2 669.10 | -13.99 | -7 055.03 |
| Qc,nd | kWh | -218.77 | -995.66 | -741.42 | -3.89 | -1 959.73 |
| IMPIANTO | | | | | | |
| QIA | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| EtaGN | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |
| EtaEc | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |
| EtaRc | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |
| EtaD | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |
| VETTORI ENERGETICI | | | | | | |
| Qxc | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Valori energetici relativi al riscaldamento, in regime di funzionamento continuo per i giorni di attivazione dell'impianto ex D.P.R. 412/93: QcTR = Dispersione per Trasmissione; QcVE = Dispersione per Ventilazione; QcSol = Energia Termica da Apporti Solari; QcInt = Energia Termica da Apporti Interni; Qc,nd [MJ] = Fabbisogno di Energia Frigorifera Utile per Raffrescamento; Qc,nd = Fabbisogno di Energia Frigorifera Utile per Raffrescamento; EtaEc = Rendimento di Emissione; EtaRc = Rendimento di Regolazione; EtaD = Rendimento di Distribuzione; QIA = Perdite di Accumulo; EtaGN = Rendimento di Generazione; | | | | | | |

Fabbisogni per l' ACS

periodo invernale

| | Un.Mis. | Ott | Nov | Dic | Gen | Feb | Mar | Apr | Totale |
|---------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-----------|
| PERDITE DI IMPIANTO | | | | | | | | | |
| Qwl | kWh | 129.35 | 228.26 | 235.87 | 235.87 | 213.04 | 235.87 | 114.13 | - |
| EtaE | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |
| EtaD | | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | - |
| EtaGN | | 5.74 | 5.74 | 5.74 | 5.74 | 5.74 | 5.74 | 1.00 | - |
| QIGN | kWh | -57.26 | -273.37 | -276.85 | -275.79 | -233.07 | -231.29 | 0.00 | -1 347.63 |
| VETTORI ENERGETICI | | | | | | | | | |
| Qx | kWh | 87.87 | 74.59 | 76.35 | 76.14 | 69.55 | 78.69 | 89.54 | 1 084.37 |
| CMB1 | kWh | 12.08 | 57.67 | 58.41 | 58.18 | 49.17 | 48.80 | 0.00 | 284.31 |

Qwl = Fabbisogno di Energia Termica per ACS (periodo invernale); EtaE = Rendimento di Erogazione; EtaD = Rendimento di Distribuzione; EtaGN = Rendimento di Generazione; QIGN = Perdite totali di Generazione nella CT relative all'EODC; Qx = Fabbisogno Totale di Energia Elettrica degli Ausiliari; CMB1 = Elettricit ;

periodo estivo

| | Un.Mis. | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Totale |
|---------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| PERDITE DI IMPIANTO | | | | | | | | | |
| QwE | kWh | 114.13 | 235.87 | 228.26 | 235.87 | 235.87 | 228.26 | 106.52 | - |
| EtaE | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |
| EtaD | | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | - |
| EtaGN | | 5.74 | 5.74 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 5.74 | 5.74 | - |
| QIGN | kWh | -249.21 | -57.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -105.80 | -289.27 | -701.98 |
| VETTORI ENERGETICI | | | | | | | | | |
| Qx | kWh | 46.88 | 111.41 | 103.57 | 107.73 | 104.46 | 104.46 | 41.76 | 620.28 |
| CMB1 | kWh | 52.58 | 12.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.32 | 61.03 | 148.10 |

QwE = Fabbisogno di Energia Termica per ACS (periodo estivo); EtaE = Rendimento di Erogazione; EtaD = Rendimento di Distribuzione; EtaGN = Rendimento di Generazione; QIGN = Perdite totali di Generazione nella CT relative all'EODC; Qx = Fabbisogno Totale di Energia Elettrica degli Ausiliari; CMB1 = Elettricit ;

Riepilogo dispersioni

Dispersioni per Vani

| Descrizione vano | AreaN [m ²] | Qh [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | Aliquota [%] |
|------------------|----------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1 | 109.15 | 5 017.64 | 21.22 | 4 401.71 | 22.27 |
| 2 | 66.17 | 2 820.03 | 11.93 | 2 369.71 | 11.99 |
| 3 | 66.17 | 2 797.89 | 11.84 | 2 796.36 | 14.15 |
| 4 | 109.15 | 5 872.23 | 24.84 | 4 627.24 | 23.41 |
| 2 | 66.17 | 3 468.35 | 14.67 | 2 673.31 | 13.52 |
| 5 | 66.17 | 3 664.61 | 15.50 | 2 900.91 | 14.67 |
| Totale | 482.97 | 23 640.75 | 100.00 | 19 769.23 | 100.00 |

Muri verticali

| Tipo struttura | AreaN [m ²] | U [W/m ² K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Parete perimetrale interna | 84.81 | 0.6695 | 1 275.67 | 20.18 | 567.82 | 10.0 | 18.73 |
| parete esterna | 322.04 | 0.2709 | 5 046.19 | 79.82 | 2 464.09 | -5.0 | 81.27 |
| Totale | 406.85 | | 6 321.86 | 100.00 | 3 031.91 | | 100.00 |

Solai superiori

| Tipo struttura | AreaN [m ²] | U [W/m ² K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| soalio con lamiera grecata | 241.49 | 0.4599 | 6 844.47 | 100.00 | 2 776.22 | -5.0 | 100.00 |
| Totale | 241.49 | | 6 844.47 | 100.00 | 2 776.22 | | 100.00 |

Solai inferiori

| Tipo struttura | AreaN [m ²] | U [W/m ² K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| solaio predalles piano terra | 241.49 | 0.4529 | 4 913.81 | 100.00 | 2 187.23 | 0.0 | 100.00 |
| Totale | 241.49 | | 4 913.81 | 100.00 | 2 187.23 | | 100.00 |

Finestre

| Tipo struttura | AreaN [m ²] | U [W/m ² K] | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | T esterna [°C] | Aliquota [%] |
|--|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Vetrata 1 anta, vetro doppio 4-6-4 aria, telaio metallo a t.t. (70-75 30-36) | 25.38 | 1.5801 | 3 404.60 | 85.99 | 1 624.55 | -5.0 | 86.18 |
| Vetrata 1 anta, vetro doppio 4-6-4 aria, telaio metallo a t.t. (70-75 30-36) | 5.04 | 1.4910 | 554.51 | 14.01 | 260.50 | -5.0 | 13.82 |
| Totale | 30.42 | | 3 959.11 | 100.00 | 1 885.05 | | 100.00 |

Dispersioni totali

| Componenti | QhTR [kWh] | Aliquota [%] | Qp [W] | Aliquota [%] |
|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Muri verticali | 6 321.86 | 28.68 | 3 031.91 | 30.69 |
| Solai superiori | 6 844.47 | 31.06 | 2 776.22 | 28.10 |
| Solai inferiori | 4 913.81 | 22.30 | 2 187.23 | 22.14 |
| Finestre | 3 959.11 | 17.96 | 1 885.05 | 19.08 |
| Ponti termici | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Totale | 22 039.25 | 100.00 | 9 880.41 | 100.00 |

AreaN = Superficie netta disperdente; Qh = Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento; Qp = Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA; U = Trasmittanza termica (comprese le adduttanze); QhTR = Dispersione per Trasmissione.

Fonti Rinnovabili per Riscaldamento e ACS

| Solare Termico | | |
|---|-----------|-----|
| Energia termica Prodotta dall'impianto solare per Riscaldamento (QhSTout) | 15 809.38 | kWh |
| Energia Termica Utile fornita all'EODC dall'impianto solare per Riscaldamento (QhSTutile) | 2 193.32 | kWh |
| Energia Termica Utile fornita all'EODC dall'impianto solare per ACS (QwSTutile) | 5 690.36 | kWh |
| Solare Fotovoltaico | | |
| Energia Elettrica totale prodotta dai moduli (QxPVout) | 13 320.24 | kWh |
| Energia Elettrica prodotta e utilizzata per Riscaldamento (QxhUtilePV) | 4 984.28 | kWh |
| Energia Elettrica prodotta e utilizzata per ACS (QxwUtilePV) | 895.01 | kWh |
| Energia Elettrica prodotta e utilizzata per la Ventilazione (QxvUtilePV) | 0.00 | kWh |
| Energia Elettrica prodotta e utilizzata per l'illuminazione (QxiUtilePV) | 0.00 | kWh |
| Pompa di Calore | | |
| Energia Termica prodotta Assimilabile a fonte rinnovabile per Riscaldamento (QhFR_PdC) | 22 034.65 | kWh |
| Energia Termica prodotta Assimilabile a fonte rinnovabile per ACS (QwFR_PdC) | 1 993.19 | kWh |
| Biomasse | | |
| Energia Termica prodotta da Biomassa per Riscaldamento (QhFR_Bio) | 0.00 | kWh |
| Energia Termica prodotta da Biomassa per ACS (QwFR_Bio) | 0.00 | kWh |
| Teleriscaldamento | | |
| Energia Termica prodotta da fonte rinnovabile per Riscaldamento (QhFR_DH) | 0.00 | kWh |
| Energia Termica prodotta da fonte rinnovabile per ACS (QwFR_DH) | 0.00 | kWh |
| Cogeneratore | | |
| Energia Elettrica Prodotta da Biomassa (QXFR_CHP) | 0.00 | kWh |
| Energia Elettrica Prodotta e utilizzata per Riscaldamento (QXhCHPutile) | 0.00 | kWh |
| Energia Elettrica Prodotta e utilizzata per ACS (QXwCHPutile) | 0.00 | kWh |

ZONA: 01 - Zona riscaldata
EOdC: tesi
Centrale Termica: Centrale Termica

| | |
|---|--------------------------|
| Destinazione d'uso: E1(1) - abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo | |
| Volume lordo | 1 776.29 m ³ |
| Volume netto | 1 304.02 m ³ |
| Superficie lorda | 567.73 m ² |
| Superficie netta calpestabile | 482.97 m ² |
| Altezza netta media | 2.70 m |
| Capacità Termica | 78 234.57 kJ/K |
| Apporti Interni medi globali | 0.93 W/m ² |
| Ventilazione naturale | 391.21 m ³ /h |
| Ventilazione meccanica: assente | |
| Volumi di ACS | 91.25 m ³ |
| Salto termico ACS | 26.19 °C |
| Fabbisogno di Energia Termica per ACS | 2 777.17 kWh |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) | 9.88 kW |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA) | 5.54 kW |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione + Ventilazione (POTENZA) | 15.42 kW |
| Fattore di ripresa | 9.00 W / m ² |

Caratteristiche Emissione e Regolazione: impianto di Riscaldamento

| Impianto | Tipologia di erogazione | Tipologia della regolazione |
|------------|---------------------------------------|---|
| PRINCIPALE | Pannelli annegati a pavimento isolati | Per singolo ambiente più climatica PI o PID |
| PRINCIPALE | Bocchette in sistemi ad aria | Solo Climatica / centralizzata |

Fabbisogni per Riscaldamento

| | Un.Mis. | Ott | Nov | Dic | Gen | Feb | Mar | Apr | Totale |
|------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| HTR | W/K | 375.14 | 375.14 | 375.14 | 375.14 | 375.14 | 375.14 | 375.14 | 0.00 |
| HVE | W/K | 130.40 | 130.40 | 130.40 | 130.40 | 130.40 | 130.40 | 130.40 | 0.00 |
| QhTR | MJ | 4 038.34 | 11 559.09 | 16 330.20 | 18 269.69 | 14 341.64 | 11 103.47 | 3 698.85 | 79 341.30 |
| QhVE | MJ | 1 302.43 | 3 853.22 | 5 448.59 | 6 112.21 | 4 732.03 | 3 702.25 | 1 215.72 | 26 366.46 |
| QhHT | MJ | 5 340.78 | 15 412.32 | 21 778.80 | 24 381.90 | 19 073.67 | 14 805.72 | 4 914.57 | 105 707.75 |
| Qsol | MJ | 1 472.98 | 1 778.77 | 1 672.49 | 1 552.64 | 2 153.26 | 3 214.27 | 1 792.45 | 13 636.86 |
| Qint | MJ | 660.96 | 1 166.40 | 1 205.28 | 1 205.28 | 1 088.64 | 1 205.28 | 583.20 | 7 115.04 |
| Qh,nd [MJ] | MJ | 3 244.20 | 12 471.11 | 18 902.03 | 21 624.52 | 15 834.62 | 10 415.20 | 2 615.01 | 85 106.69 |
| Qh,nd | kWh | 901.17 | 3 464.20 | 5 250.56 | 6 006.81 | 4 398.51 | 2 893.11 | 726.39 | 23 640.75 |
| Qlr | kWh | 7.76 | 13.69 | 14.15 | 14.15 | 12.78 | 14.15 | 6.84 | 83.51 |
| QIEh | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| QIRh | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| QhDout | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Qwl | kWh | 129.35 | 228.26 | 235.87 | 235.87 | 213.04 | 235.87 | 114.13 | 1 392.39 |
| Qill | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Valori energetici relativi al riscaldamento, in regime di funzionamento continuo per i giorni di attivazione dell'impianto ex D.P.R. 412/93: HTR = Coefficiente Globale di scambio termico per Trasmissione; HVE = Coefficiente Globale di scambio termico per Ventilazione; QhTR = Dispersione per Trasmissione; QhVE = Dispersione per Ventilazione; QhHT = Dispersione Totale (Trasmissione + Ventilazione); Qsol = Energia Termica da Apporti Solari; Qint = Energia Termica da Apporti Interni; Qh,nd [MJ] = Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento; Qh,nd = Fabbisogno di Energia Termica Utile per Riscaldamento; Qlr = Perdite Totali Recuperate (accumuli + distrib. ACS) dall'impianto di Riscaldamento; QIEh = Perdite di emissione; QIRh = Perdite di regolazione; QhDout = Fabbisogno di Energia Termica richiesto al sistema di Distribuzione del Riscaldamento; Qwl = Fabbisogno di Energia Termica per ACS (periodo invernale); Qill = Fabbisogno di Energia Elettrica per l'illuminazione artificiale.

| | Un.Mis. | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Totale |
|------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| QwE | kWh | 114.13 | 235.87 | 228.26 | 235.87 | 235.87 | 228.26 | 106.52 | 1 384.78 |
| Qill | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

QwE = Fabbisogno di Energia Termica per ACS (periodo estivo); Qill = Fabbisogno di Energia Elettrica per l'illuminazione artificiale);

Rendimenti

| | Ott | Nov | Dic | Gen | Feb | Mar | Apr |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| EtaU | 0.9825 | 0.9987 | 0.9997 | 0.9998 | 0.9991 | 0.9934 | 0.9680 |
| EtaEh | 96.16 | 96.16 | 96.16 | 96.16 | 96.16 | 96.16 | 96.16 |
| EtaRh | 84.94 | 92.97 | 95.14 | 95.83 | 93.75 | 88.88 | 81.70 |

EtaU = Fattore di utilizzazione degli Apporti gratuiti; EtaEc [%] = Rendimento di emissione per Raffrescamento.

Fabbisogni per il Raffrescamento

| | Un.Mis. | Giu | Lug | Ago | Set | Totale |
|------------|---------|----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| Giorni | giorno | 20 | 31 | 31 | 1 | 83 |
| QcTR | MJ | 2 421.71 | 1 999.54 | 2 443.04 | 139.17 | 7 003.46 |
| QcVE | MJ | 859.65 | 733.46 | 803.32 | 46.92 | 2 443.36 |
| QcHT | MJ | 3 281.37 | 2 733.01 | 3 246.36 | 186.09 | 9 446.82 |
| QcSol | MJ | 3 190.31 | 5 111.69 | 4 706.08 | 140.96 | 13 149.04 |
| QcInt | MJ | 777.60 | 1 205.28 | 1 205.28 | 38.88 | 3 227.04 |
| EtaU | - | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.89 | - |
| Qc,nd [MJ] | MJ | -787.56 | -3 584.38 | -2 669.10 | -13.99 | -7 055.03 |
| Qc,nd | kWh | -218.77 | -995.66 | -741.42 | -3.89 | -1 959.73 |
| QIEc | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| QoutDc | kWh | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Valori energetici relativi al raffrescamento, in regime di funzionamento continuo, per i giorni di attivazione indicati: Giorni = Giorni di attivazione dell'impianto di raffrescamento; QcTR = Dispersione per Trasmissione; QcVE = Dispersione per Ventilazione; QcHT = Dispersione Totale (Trasmissione + Ventilazione); QcSol = Energia Termica da Apporti Solari; QcInt = Energia Termica da Apporti Interni; EtaU = Fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche; Qc,nd = Fabbisogno di Energia Frigorifera Utile per Raffrescamento; QIEc = Perdite di Emissione; QoutDc = Fabbisogno di Energia Termica alla Distribuzione;

Vani della Zona: dispersioni massime

| VANO | Area | Volume | QhTRp | QhVEp | Qp |
|------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 109.15 | 294.70 | 2 167 | 1 252 | 4 402 |
| 2 | 66.17 | 178.66 | 1 015 | 759 | 2 370 |
| 3 | 66.17 | 178.66 | 1 442 | 759 | 2 796 |
| 4 | 109.15 | 294.70 | 2 392 | 1 252 | 4 627 |
| 2 | 66.17 | 178.66 | 1 319 | 759 | 2 673 |
| 5 | 66.17 | 178.66 | 1 546 | 759 | 2 901 |

Area [m²] = Superficie netta calpestabile; Volume [m³] = Volume netto; QhTRp [W] = Dispersione massima per trasmissione (potenza); QhVEp [W] = Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA); Qp [W] = Dispersione massima (trasmissione, ventilazione, fattore di ripresa)

Vano: 1
Zona: Zona riscaldata
Tavola: Piano terra

Dati generali

| DESCRIZIONE | VALORE | Un.Mis. |
|---|-----------|----------------|
| Superficie netta calpestabile | 109.15 | m ² |
| Volume netto | 294.70 | m ³ |
| Temperatura interna (per la POTENZA) | 20.00 | °C |
| Ricambi d'aria (per la POTENZA) | 0.50 | Vol/h |
| Capacità Termica | 16 271.73 | kJ/K |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) | 2 167 | W |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA) | 1 252 | W |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione + Ventilazione (POTENZA) | 3 419 | W |
| Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA | 4 401.71 | W |

Elementi disperdenti (Potenza)

| Elemento | Cod. struttura | Scheda | A / L | Confin. / Orient. | U / UI | dT | QhUTRp | QhTRp |
|------------------|----------------|--------|--------|-------------------|--------|------|--------|--------|
| Muro | 03 | MR2 | 15.31 | vs | 0.67 | 10.0 | 6.70 | 102.50 |
| Muro | 01 | MR1 | 29.06 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 206.64 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Sud-Ovest | 1.58 | 25.0 | 57.88 | 83.35 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 13.65 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Sud-Ovest | 1.58 | 25.0 | 57.88 | 83.35 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 13.65 |
| Muro | 01 | MR1 | 21.01 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 163.64 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Nord-Ovest | 1.58 | 25.0 | 63.40 | 91.29 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 14.96 |
| Finestra | sl.1.31 | FN3 | 0.90 | Nord-Ovest | 1.68 | 25.0 | 70.25 | 63.22 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.20 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 9.35 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Nord-Ovest | 1.58 | 25.0 | 63.40 | 91.29 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 14.96 |
| Finestra | *WIN.1.31 | FN4 | 1.68 | Nord-Ovest | 1.49 | 25.0 | 60.73 | 102.03 |
| Muro | 01 | MR1 | 15.31 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 124.43 |
| Muro | 03 | MR3 | 16.20 | 2 | 0.67 | | | |
| Muro | 03 | MR3 | 20.47 | 2 | 0.67 | | | |
| Solaio superiore | sil02 | SL1 | 109.15 | (stessa zona) | 0.44 | | | |
| Solaio inferiore | sol.01 | SL2 | 109.15 | interrato | 0.45 | 20.0 | 9.06 | 988.59 |

A [m²] = Superficie netta - L [m] = Lunghezza del Ponte Termico; Confin./ Orient. = Nome dell'Ambiente Confinante o Orientamento della superficie; U [W/m²K] = Trasmittanza termica - UI [W/mK] = Trasmittanza termica lineare del Ponte Termico; dT [°C] = Differenza di temperatura; QhUTRp [W/m²] = Dispersione UNITARIA MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) ; QhTRp [W] = Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA).

Vano: 2
Zona: Zona riscaldata
Tavola: Piano terra

Dati generali

| DESCRIZIONE | VALORE | Un.Mis. |
|---|-----------|----------------|
| Superficie netta calpestabile | 66.17 | m ² |
| Volume netto | 178.66 | m ³ |
| Temperatura interna (per la POTENZA) | 20.00 | °C |
| Ricambi d'aria (per la POTENZA) | 0.50 | Vol/h |
| Capacità Termica | 10 602.45 | kJ/K |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) | 1 015 | W |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA) | 759 | W |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione + Ventilazione (POTENZA) | 1 774 | W |
| Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA | 2 369.71 | W |

Elementi disperdenti (Potenza)

| Elemento | Cod. struttura | Scheda | A / L | Confin. / Orient. | U / UI | dT | QhUTRp | QhTRp |
|----------------------|----------------|--------|-------|-------------------|--------|------|--------|--------|
| Muro | 03 | MR3 | 15.31 | 1 | 0.67 | | | |
| Muro | 01 | MR1 | 28.15 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 228.79 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Nord-Est | 1.58 | 25.0 | 66.15 | 95.26 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 15.61 |
| Muro | 03 | MR3 | 15.31 | 3 | 0.67 | | | |
| Muro | 03 | MR2 | 11.34 | vs | 0.67 | 10.0 | 6.70 | 75.93 |
| Muro | 03 | MR3 | 20.17 | 1 | 0.67 | | | |
| Solaio superiore | sil02 | SL1 | 60.67 | (stessa zona) | 0.44 | | | |
| Solaio superiore (e) | sil02 | | 5.50 | (stessa zona) | 0.45 | | | |
| Solaio inferiore | sol.01 | SL2 | 66.17 | interrato | 0.45 | 20.0 | 9.06 | 599.32 |

A [m²] = Superficie netta - L [m] = Lunghezza del Ponte Termico; Confin./ Orient. = Nome dell'Ambiente Confinante o Orientamento della superficie; U [W/m²K] = Trasmittanza termica - UI [W/mK] = Trasmittanza termica lineare del Ponte Termico; dT [°C] = Differenza di temperatura; QhUTRp [W/m²] = Dispersione UNITARIA MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) ; QhTRp [W] = Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA).

Vano: 3
Zona: Zona riscaldata
Tavola: Piano terra

Dati generali

| DESCRIZIONE | VALORE | Un.Mis. |
|---|-----------|----------------|
| Superficie netta calpestabile | 66.17 | m ² |
| Volume netto | 178.66 | m ³ |
| Temperatura interna (per la POTENZA) | 20.00 | °C |
| Ricambi d'aria (per la POTENZA) | 0.50 | Vol/h |
| Capacità Termica | 10 355.88 | kJ/K |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) | 1 442 | W |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA) | 759 | W |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione + Ventilazione (POTENZA) | 2 201 | W |
| Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA | 2 796.36 | W |

Elementi disperdenti (Potenza)

| Elemento | Cod. struttura | Scheda | A / L | Confin. / Orient. | U / UI | dT | QhUTRp | QhTRp |
|------------------|----------------|--------|-------|-------------------|--------|------|--------|--------|
| Muro | 03 | MR3 | 15.53 | 2 | 0.67 | | | |
| Muro | 01 | MR1 | 13.21 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 107.36 |
| Finestra | sl.1.31 | FN3 | 0.90 | Nord-Est | 1.68 | 25.0 | 73.30 | 65.97 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.20 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 9.75 |
| Muro | 01 | MR1 | 24.79 | Sud-Est | 0.27 | 25.0 | 7.45 | 184.69 |
| Finestra | *WIN.1.31 | FN2 | 3.36 | Sud-Est | 1.32 | 25.0 | 47.16 | 158.47 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Sud-Est | 1.58 | 25.0 | 60.64 | 87.32 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Sud-Est | 0.27 | 25.0 | 7.45 | 14.31 |
| Muro | 01 | MR1 | 15.31 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 108.88 |
| Muro | 03 | MR2 | 15.75 | vs | 0.67 | 10.0 | 6.70 | 105.48 |
| Solaio superiore | sil02 | SL1 | 66.17 | (stessa zona) | 0.44 | | | |
| Solaio inferiore | sol.01 | SL2 | 66.17 | interrato | 0.45 | 20.0 | 9.06 | 599.32 |

A [m²] = Superficie netta - L [m] = Lunghezza del Ponte Termico; Confin./ Orient. = Nome dell'Ambiente Confinante o Orientamento della superficie; U [W/m²K] = Trasmittanza termica - UI [W/mK] = Trasmittanza termica lineare del Ponte Termico; dT [°C] = Differenza di temperatura; QhUTRp [W/m²] = Dispersione UNITARIA MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) ; QhTRp [W] = Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA).

Vano: 4
Zona: Zona riscaldata
Tavola: Piano primo

Dati generali

| DESCRIZIONE | VALORE | Un.Mis. |
|---|-----------|----------------|
| Superficie netta calpestabile | 109.15 | m ² |
| Volume netto | 294.70 | m ³ |
| Temperatura interna (per la POTENZA) | 20.00 | °C |
| Ricambi d'aria (per la POTENZA) | 0.50 | Vol/h |
| Capacità Termica | 17 255.65 | kJ/K |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) | 2 392 | W |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA) | 1 252 | W |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione + Ventilazione (POTENZA) | 3 644 | W |
| Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA | 4 627.24 | W |

Elementi disperdenti (Potenza)

| Elemento | Cod. struttura | Scheda | A / L | Confin. / Orient. | U / UI | dT | QhUTRp | QhTRp |
|------------------|----------------|--------|--------|-------------------|--------|------|--------|----------|
| Muro | 03 | MR2 | 15.31 | vs | 0.67 | 10.0 | 6.70 | 102.50 |
| Muro | 01 | MR1 | 29.06 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 206.64 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Sud-Ovest | 1.58 | 25.0 | 57.88 | 83.35 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 13.65 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Sud-Ovest | 1.58 | 25.0 | 57.88 | 83.35 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 13.65 |
| Muro | 01 | MR1 | 21.01 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 163.64 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Nord-Ovest | 1.58 | 25.0 | 63.40 | 91.29 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 14.96 |
| Finestra | sl.1.31 | FN3 | 0.90 | Nord-Ovest | 1.68 | 25.0 | 70.25 | 63.22 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.20 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 9.35 |
| Finestra | sl.1.31 | FN5 | 0.72 | Nord-Ovest | 1.75 | 25.0 | 74.82 | 53.87 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 0.96 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 7.48 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Nord-Ovest | 1.58 | 25.0 | 63.40 | 91.29 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Nord-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.79 | 14.96 |
| Muro | 01 | MR1 | 15.31 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 124.43 |
| Muro | 03 | MR3 | 16.20 | 2 | 0.67 | | | |
| Muro | 03 | MR3 | 20.47 | 2 | 0.67 | | | |
| Solaio superiore | sil02 | SL3 | 109.15 | ESTERNO | 0.46 | 25.0 | 11.50 | 1 254.81 |
| Solaio inferiore | sol.01 | SL4 | 109.15 | (stessa zona) | 0.47 | | | |

A [m²] = Superficie netta - L [m] = Lunghezza del Ponte Termico; Confin./ Orient. = Nome dell'Ambiente Confinante o Orientamento della superficie; U [W/m²K] = Trasmittanza termica - UI [W/mK] = Trasmittanza termica lineare del Ponte Termico; dT [°C] = Differenza di temperatura; QhUTRp [W/m²] = Dispersione UNITARIA MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) ; QhTRp [W] = Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA).

Vano: 2
Zona: Zona riscaldata
Tavola: Piano primo

Dati generali

| DESCRIZIONE | VALORE | Un.Mis. |
|---|-----------|----------------|
| Superficie netta calpestabile | 66.17 | m ² |
| Volume netto | 178.66 | m ³ |
| Temperatura interna (per la POTENZA) | 20.00 | °C |
| Ricambi d'aria (per la POTENZA) | 0.50 | Vol/h |
| Capacità Termica | 11 871.47 | kJ/K |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) | 1 319 | W |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA) | 759 | W |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione + Ventilazione (POTENZA) | 2 078 | W |
| Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA | 2 673.31 | W |

Elementi disperdenti (Potenza)

| Elemento | Cod. struttura | Scheda | A / L | Confin. / Orient. | U / UI | dT | QhUTRp | QhTRp |
|----------------------|----------------|--------|-------|-------------------|--------|------|--------|--------|
| Muro | 03 | MR3 | 15.31 | 4 | 0.67 | | | |
| Muro | 01 | MR1 | 22.69 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 184.41 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Nord-Est | 1.58 | 25.0 | 66.15 | 95.26 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 15.61 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Nord-Est | 1.58 | 25.0 | 66.15 | 95.26 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 15.61 |
| Finestra | sl.1.31 | FN3 | 0.90 | Nord-Est | 1.68 | 25.0 | 73.30 | 65.97 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.20 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 9.75 |
| Muro | 03 | MR3 | 15.31 | 5 | 0.67 | | | |
| Muro | 03 | MR2 | 11.34 | vs | 0.67 | 10.0 | 6.70 | 75.93 |
| Muro | 03 | MR3 | 20.17 | 4 | 0.67 | | | |
| Solaio superiore | sil02 | SL3 | 66.17 | ESTERNO | 0.46 | 25.0 | 11.50 | 760.71 |
| Solaio inferiore | sil02 | SL1 | 60.67 | (stessa zona) | 0.44 | | | |
| Solaio inferiore (e) | sil02 | | 5.50 | (stessa zona) | 0.42 | | | |

A [m²] = Superficie netta - L [m] = Lunghezza del Ponte Termico; Confin./ Orient. = Nome dell'Ambiente Confinante o Orientamento della superficie; U [W/m²K] = Trasmittanza termica - UI [W/mK] = Trasmittanza termica lineare del Ponte Termico; dT [°C] = Differenza di temperatura; QhUTRp [W/m²] = Dispersione UNITARIA MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) ; QhTRp [W] = Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA).

Vano: 5
Zona: Zona riscaldata
Tavola: Piano primo

Dati generali

| DESCRIZIONE | VALORE | Un.Mis. |
|---|-----------|----------------|
| Superficie netta calpestabile | 66.17 | m ² |
| Volume netto | 178.66 | m ³ |
| Temperatura interna (per la POTENZA) | 20.00 | °C |
| Ricambi d'aria (per la POTENZA) | 0.50 | Vol/h |
| Capacità Termica | 11 877.40 | kJ/K |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) | 1 546 | W |
| Dispersione MASSIMA per Ventilazione (POTENZA) | 759 | W |
| Dispersione MASSIMA per Trasmissione + Ventilazione (POTENZA) | 2 305 | W |
| Carico termico di Progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa) - POTENZA | 2 900.91 | W |

Elementi disperdenti (Potenza)

| Elemento | Cod. struttura | Scheda | A / L | Confin. / Orient. | U / UI | dT | QhUTRp | QhTRp |
|------------------|----------------|--------|-------|-------------------|--------|------|--------|--------|
| Muro | 03 | MR3 | 15.53 | 2 | 0.67 | | | |
| Muro | 01 | MR1 | 13.21 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 107.36 |
| Finestra | sl.1.31 | FN3 | 0.90 | Nord-Est | 1.68 | 25.0 | 73.30 | 65.97 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.20 | Nord-Est | 0.27 | 25.0 | 8.13 | 9.75 |
| Muro | 01 | MR1 | 24.79 | Sud-Est | 0.27 | 25.0 | 7.45 | 184.69 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Sud-Est | 1.58 | 25.0 | 60.64 | 87.32 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Sud-Est | 0.27 | 25.0 | 7.45 | 14.31 |
| Finestra | sl.1.31 | FN1 | 1.44 | Sud-Est | 1.58 | 25.0 | 60.64 | 87.32 |
| Parapetto | 01 | MR1 | 1.92 | Sud-Est | 0.27 | 25.0 | 7.45 | 14.31 |
| Muro | 01 | MR1 | 15.31 | Sud-Ovest | 0.27 | 25.0 | 7.11 | 108.88 |
| Muro | 03 | MR2 | 15.75 | vs | 0.67 | 10.0 | 6.70 | 105.48 |
| Solaio superiore | sil02 | SL3 | 66.17 | ESTERNO | 0.46 | 25.0 | 11.50 | 760.71 |
| Solaio inferiore | sil02 | SL1 | 66.17 | (stessa zona) | 0.44 | | | |

A [m²] = Superficie netta - L [m] = Lunghezza del Ponte Termico; Confin./ Orient. = Nome dell'Ambiente Confinante o Orientamento della superficie; U [W/m²K] = Trasmittanza termica - UI [W/mK] = Trasmittanza termica lineare del Ponte Termico; dT [°C] = Differenza di temperatura; QhUTRp [W/m²] = Dispersione UNITARIA MASSIMA per Trasmissione (POTENZA) ; QhTRp [W] = Dispersione MASSIMA per Trasmissione (POTENZA).

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA

(ai sensi del comma 2, dell'articolo 8, del decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 192 e successive mm. e ii.)

Edifici residenziali

1. INFORMAZIONI GENERALI

| | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| Nuova costruzione | <input checked="" type="checkbox"/> | Passaggio di proprietà | <input type="checkbox"/> | Riqualificazione energetica | <input type="checkbox"/> | Locazione | <input type="checkbox"/> |
| Riferimenti catastali | | | | | | | |

1.1 EDIFICIO

| | | | |
|---|----------|------------------------------------|--------|
| Indirizzo | - | | |
| Tipologia edilizia | | | |
| Tipologia costruttiva | | | |
| Anno di costruzione | 2015 | Numero unità immobiliari | 1 |
| Volume lordo riscaldato V (m ³) | 1 776.29 | Superficie utile (m ²) | 482.97 |
| Superficie disperdente S (m ²) | 1 112.91 | Zona climatica/GG | E/2371 |
| Rapporto S/V (m ⁻¹) | 0.63 | Destinazione d'uso | |

1.2 IMPIANTI

| | | | | |
|--|--------------------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Riscaldamento | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Potenza nominale (kW) | | Combustibile/i | Elettricità |
| Acqua calda sanitaria | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Potenza nominale (kW) | | Combustibile/i | Elettricità |
| Raffrescamento | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Potenza nominale (kW) | | Combustibile/i | |
| Fonti rinnovabili (Solare Termico) | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Energia annuale prodotta | 8 056.44 kWht | | |
| Fonti rinnovabili (Solare Fotovoltaico) | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Energia annuale prodotta | 13 320.24 kWhel | | |
| Fonti rinnovabili (Pompa di Calore) | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Energia annuale prodotta | 24 027.84 kWht | | |
| Fonti rinnovabili (Teleriscaldamento) | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Energia annuale prodotta | 0.00 kWht | | |
| Fonti rinnovabili (Biomassa) | Anno di installazione | 2015 | Tipologia | |
| | Energia annuale prodotta | 0.00 kWht 0.00 kWhel | | |

1.3 PROPRIETA'

| | | | |
|------------------|--|-----------------|---|
| Proprietà | | | |
| Indirizzo | | Telefono/e-mail | / |

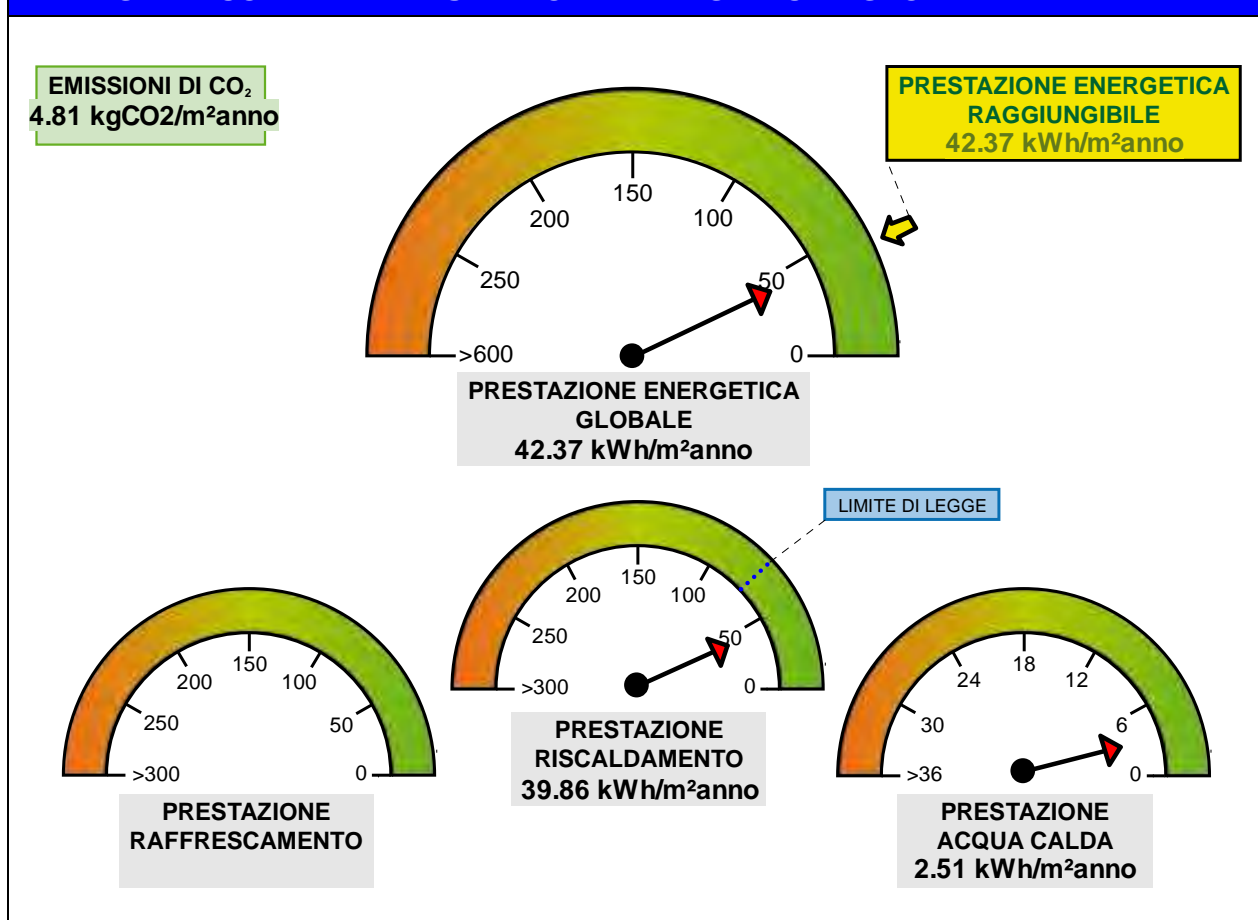
1.4 PROGETTAZIONE

| | | | |
|-------------------------------------|---|-----------------|--|
| Progettista/i architettonico | | | |
| Indirizzo | | Telefono/e-mail | |
| Progettista/i impianti | | | |
| Indirizzo | - | Telefono/e-mail | |

1.5 COSTRUZIONE

| | | | |
|---------------------------|--|-----------------|--|
| Costruttore | | | |
| Indirizzo | | Telefono/e-mail | |
| Direttore/i lavori | | | |
| Indirizzo | | Telefono/e-mail | |

2. GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI



3. DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI

| 3.1 RAFFRESCAMENTO | | 3.2 RISCALDAMENTO | | 3.3 ACQUA CALDA SANITARIA | |
|---|------------------|---|-------------------|---------------------------------|------------------|
| Indice energia primaria (EPe) | | Indice energia primaria (EPI) | 39.862 kWh/m²anno | Indice energia primaria (EPacs) | 2.510 kWh/m²anno |
| Indice energia primaria limite di legge | | Indice energia primaria limite di legge (d.lgs. 192/05) | 73.530 kWh/m²anno | | |
| Indice involucro (EPe, invol) | 4.058 kWh/m²anno | Indice involucro (EPI, invol) | 48.949 kWh/m²anno | Fonti rinnovabili | |
| Rendimento impianto | | Rendimento medio | 122.79% | | |

| | | | | | |
|-------------------|--|----------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| | | stagionale impianto (η_g) | | Solare Termico | 5 690.36 kWh |
| | | | | Fotovoltaico | 895.01 kWhel |
| Fonti rinnovabili | | Fonti rinnovabili | | Pompa di Calore | 1 993.19 kWh |
| | | | Solare Termico | 2 193.32 kWh | |
| | | | Fotovoltaico | 4 984.28 kWhel | |
| | | | Pompa di Calore | 22 034.65 kWh | |

4. RACCOMANDAZIONI

| Interventi | Prestazione Energetica/Classe a valle del singolo intervento | Tempo di ritorno (anni) |
|---|--|-------------------------|
| | | |
| PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE | 42.37 kWh/m ² anno | 0.0 |

5. CLASSIFICAZIONE PROPOSTA

| | | | | | | |
|---|--|--------------|----|-----|----|---|
| CLASSE ENERGETICA PROPOSTA | A | | | | | |
| 5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA | Metodo calcolato di progetto (rif. prescritto UNI/TS 11300) secondo il paragrafo 4, punto 1 dell'allegato A (Linee Guida nazionali per la Certificazione Energetica degli edifici) del Decreto Ministeriale 26 giugno 2009 | | | | | |
| 5.2 QUALITA' INVOLUCRO PROPOSTA (RAFFRESCAMENTO) | <table border="1"> <tr> <td>I</td> <td>II</td> <td>III</td> <td>IV</td> <td>V</td> </tr> </table> | I | II | III | IV | V |
| I | II | III | IV | V | | |

6. NOTE

| |
|--|
| |
|--|

7. TECNICO ABILITATO

| | | | |
|------------------------------|--|-------------------|--|
| Nome e cognome/Denominazione | | | |
| Indirizzo | | Telefono/e-mail | |
| Titolo | | Ordine/Iscrizione | |
| Ruolo rispetto all'edificio | | | |

8. DATI DI INGRESSO

| | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Progetto energetico | <input checked="" type="checkbox"/> | Rilievo sull'edificio | <input type="checkbox"/> |
| Provenienza e responsabilità | | | |

9. SOFTWARE

| | | | |
|---------------|--------|------------|----------------------|
| Denominazione | TerMus | Produttore | ACCA software S.p.A. |
|---------------|--------|------------|----------------------|

Dichiarazione di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti inferiore al +/- 5% rispetto ai valori della metodologia di calcolo di riferimento nazionale (UNI/TS 11300)

Il software TerMus è CERTIFICATO conforme alle specifiche tecniche UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS 11300-4:2012, alla Raccomandazione CTI R14:2013 e alle norme EN richiamate dalle UNI/TS 11300 e dal Dlgs. 192/05 art. 11 comma 1, dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) ai sensi del D.P.R. 59/2009 (Certificato n.45 del 22/12/2014).



Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005 come modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013, il presente ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.
Si allega copia fotostatica del documento di identità.

Data asseverazione del Tecnico abilitato: 04/06/2015

Firma del Tecnico abilitato

Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005 come modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013 (convertito in legge dalla Legge 90/2013), il presente ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.
Si allega copia fotostatica del documento di identità.

Data asseverazione del Direttore dei lavori: 04/06/2015

Firma del Direttore dei Lavori

Bibliografia

- [1] E. Dal Zio, R. Paparella, *Problems in construction material waste recovery*, in «IABSE-AIPC-IBNH», Svizzera, 1996, pp. 487-492
- [2] E. Rigamonti, *Il riciclo dei materiali in edilizia*, Rimini, Maggioli Editore, 1996, p. 132
- [3] Singer C., Holmyard E.J., Hall R., Williams T.I., *Il Rinascimento e l'incontro di scienza e tecnica: circa 1500-1750*, vol. 3, cap. 10, 1961, pagg. 252-276
- [4] Direttiva 19 novembre 2008, n. 2008/98/Ce
- [5] Norma UNI EN ISO 14040:2006
- [6] E. Dal Zio, R. Paparella, *Guidelines for building construction in the face of sustainable development and resource conservation*, in «ICUPHD '97:Cities for the 21st Century », 1997, pp. 82-89
- [7] Norma UNI ISO 14000
- [8] Linee Guida per i progetti di dimostrazione Life-Ambiente, 27 Ottobre 2000
- [9] Regolamento (CEE) n. 1655/2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio, 17 luglio 2000
- [10] Regolamento (CEE) n. 614/2007 del Parlamento Europeo e del Consiglio, 9 Giugno 2007
- [11] Norma UNI 8290
- [12] Oikonomou ND. Recycled concrete aggregates. *Cem Concr Compos* 2005; 27:315–8.
- [13] C. Pellegrino, C. Cavagnis, F. Faleschini, K. Brunelli, *Properties of concretes with Black/Oxidizing Electric Arc Furnace slag aggregate*, in Elsevier, *Cement & Concrete Composites* 37, 2013, pp. 232
- [14] A. Caggiano, C. Faella, C. Lima, E. Martinelli, M. Pepe, R. Realfonzo, M. Mele, A. Pasqualini, M. Valente, Sul comportamento meccanico di calcestruzzi con aggregati riciclati e ceneri volanti, 19° Congresso CTE, 8 - 10 Novembre 2012
- [15] R. Paparella, Building products made from recovered paper and cardboard: applicability and first conclusion, in «Cities in transformation. Research & Design», Politecnico di Milano, Giugno 2012, pp. 472-475
- [16] UNI/PdR 13.0:2015 pag.5-6
- [17] Brad Hardin, *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows Paperback*, 24 Aprile 2009

Sitografia

- [a] www.anpar.org
- [b] <http://www.istat.it/it/ambiente-ed-energia>
- [c] www.legambiente.it/temi/riufiti/riciclaggio
- [d] <http://www.aster.it/tiki-index.php?page=SimbiosiIndustriale>
- [e] www.ricercainnovazione.it/fondi-europei
- [f] <http://www.recyhouse.be/index.cfm?lang=en>
- [g] www.savnoservizi.it
- [h] <http://www.greenme.it/approfondire/buone-pratiche-a-case-history/2142-le-case-low-cost-realizzate-riciclando-i-rifiuti-il-caso-della-phoenix-commotion>
- [i] www.ruralstudio.org
- [j] <http://www.archimagazine.com/ar4house.htm>
- [k] www.euroslag.it
- [l] www.gageneral.com, 2012
- [m] www.enco-journal.com
- [n] M. Bressan, F. Liberatore , A. Pasqualini, A. Sechi, M. Valente, M. Vigneri, *Le ceneri beneficate per migliorare le prestazioni del calcestruzzo a favore della sostenibilità*, 2009, www.gageneral.com
- [o] M. Bressan, M. Valente, M. Vigneri, *L'utilizzo delle ceneri volanti per migliorare le prestazioni dei calcestruzzi: principali applicazioni, benefici tecnico-economici, situazione normativa*, 2008, www.gageneral.com
- [p] <http://www.constructalia.com/>
- [q] www.livinginpaper.com
- [r] www.papercrete.com
- [s] <https://makeuseofengineering.wordpress.com/tag/westborough-school-di-westcliff-on-sea/>
- [t] <http://www.geometri.cc/mattoni-polimerici-la-plastica-riciclata-al-posto-del-cemento.html>
- [u] <https://www.ricercainnovazione.it/fondi-europei>
- [v] PVC Forum Italia www.pvcforumitalia.it
- [w] www.vinyloop.com
- [x] <http://www.tekneco.it/bioedilizia/quella-finestra-ha-una-seconda-vita/>

[y] Linee guida Uncsaal – ICMQ per la convalida del contenuto di riciclato nei serramenti, facciate continue e accessori in alluminio. <http://www.uncsaal.it/>

[z] www.leed.it

[aa] www.gbci.org

[bb] www.usgbc.org

[cc] www.itaca.org

Ringraziamenti

Giunti al termine di questo lungo percorso universitario mi guardo indietro e scorro tutte le paure, tutti i successi e gli insuccessi raggiunti nel corso del tempo. In questo turbine di ricordi quello che mi colpisce di più sono le persone che mi hanno accompagnato e hanno condiviso con me questo cammino.

Vorrei ringraziare prima di tutto la professoressa Rossana Paparella, relatrice di questa tesi, che fin dal primo giorno si è dimostrata sempre disponibile e percorritrice dei tempi per quanto riguarda questi argomenti innovativi.

Immensa è stata la disponibilità e la professionalità dell'architetto Lorenzo Marconato e degli ingegneri Paolo Borin e Carlo Zanchetta. Vi sono grata di essere riusciti a trovare sempre del tempo per me nonostante gli innumerevoli impegni.

Ai miei genitori chiedo scusa per questi anni tormentati da ansie ed insicurezze e spero, con questo giorno, di ripagarli di tutti gli sforzi, anche economici, sostenuti; avete assecondato tutte le mie scelte anche quando ho deciso di cambiare rotta e mi avete convinto a non mollare mai.

A mio fratello Riccardo, grazie per essere la guida e il modello che ho sempre voluto uguagliare, anche se è sempre stato un obiettivo troppo lontano da raggiungere.

Grazie alle mie amiche Maria, Giulia e Jessica senza le quali non saprei come avrei potuto finire questo anno universitario. Mi avete visto esplodere e avete raccolto tutti i miei mille pezzi per creare una ragazza nuova; mi avete insegnato cosa può essere la forza di una donna e cosa con questa si può raggiungere.

Questi anni universitari mi hanno portato a conoscere tantissime nuove persone e nuovi compagni, ma augurerei a tutti di trovare degli amici unici come i miei: Federico, Francesca, Francesco, Giorgia e Luca.

Ai miei compagni di viaggio e di avventure Giorgia e Luca, insieme ne abbiamo passate e viste davvero di tutti i colori. Elencare tutto sarebbe infinito, ma sappiate che avete reso l'essere pendolare un'esperienza di condivisione e di spettegolezzo mica da poco.

Grazie Giorgia per esserci sempre per me, per i tuoi abbracci e per ascoltare tutti i miei sfoghi e ansie, ti voglio bene.

Grazie Luca per i tuoi dolci che in tantissime occasioni ci hanno addolcito facendo invidia a tutto il corso e per avermi fatto conoscere un lato architettonico che ancora ti ammiro molto.

Grazie Francesca per aver condiviso con me tantissimi esami ed esperienze. Anche noi insieme direi che ne abbiamo viste davvero di tutti i colori e con le tue dolci manie ci allieti sempre le giornate. Ricordati che “a lamentarsi si bruciano i neuroni degli altri”!

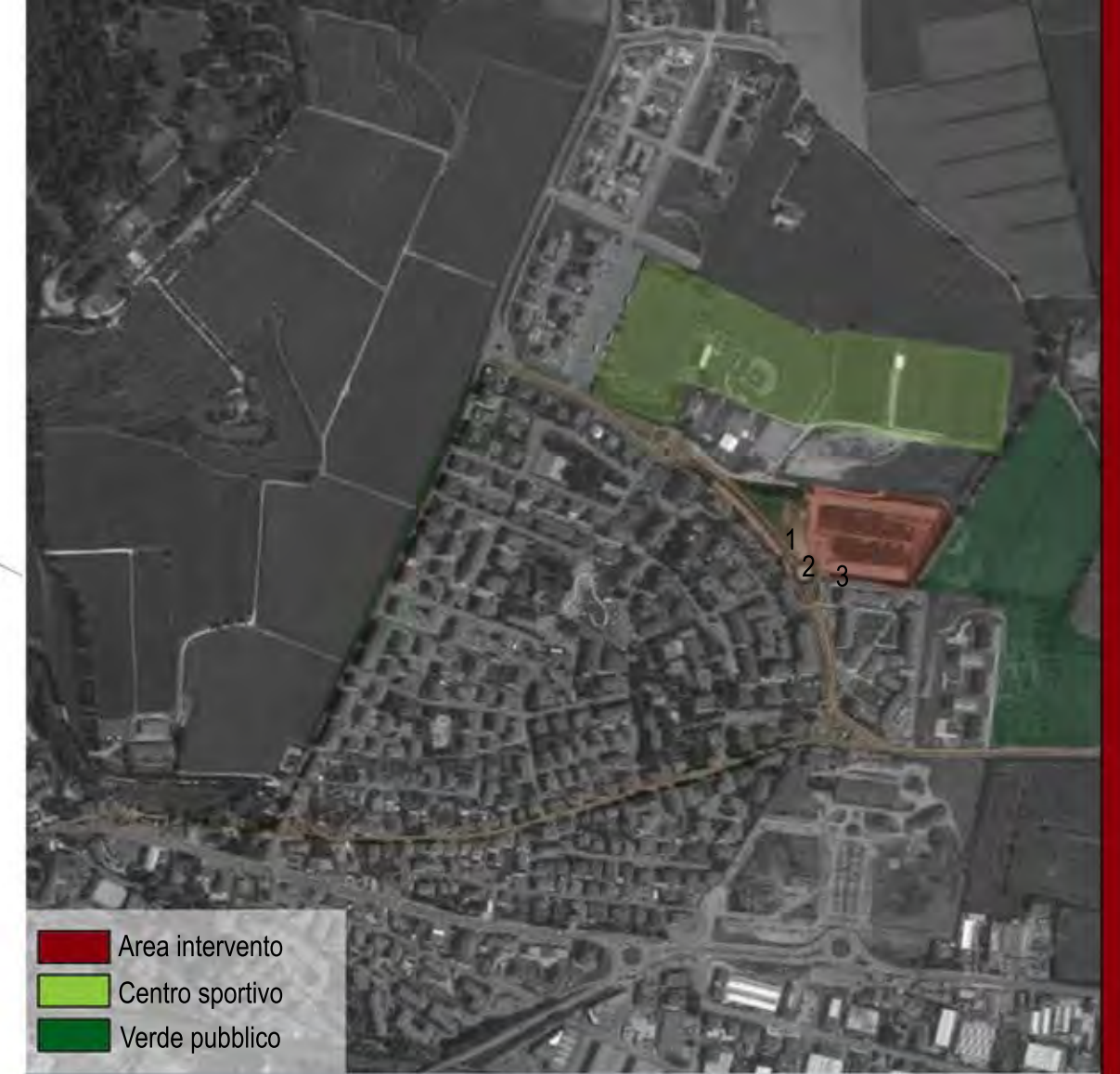
Grazie Federico perché, anche se abbiamo condiviso meno momenti insieme, siamo riusciti a far scaturire tra di noi un'intesa che definirei Vincente! Ci doni sempre gioia e risate, ma fattelo dire, anche tanta ansia!!

Vorrei ringraziare tutte le persone che mi sono state vicine in questi anni, ma che hanno intrapreso strade diverse; avete creduto in me più di ogni altra persona e vi ringrazio per questo.

Per ultimo, non perché sia meno importante ma solo per essere l'ultimo arrivato, un grazie infinito a Nicolò. Sei arrivato da poco nella mia vita ma già da molto tempo venivi “sfruttato” da buon nerd informatico. Grazie per avermi sopportato in questo periodo così intenso e per avermi sempre viziato. Questa tesi segna una fine di un percorso, ma anche l'inizio di una nuova avventura che spero di poter condividere con te.

Un grazie va inoltre a chi non è stato menzionato, ma che è stato presente ed ha contribuito a questo mio traguardo.

Grazie a tutti.



Inquadramento urbanistico



ZUC di espansione residenziale con concentrazione della capota edificatoria PUA convenzionata e sigillata art. 46 R.D. 1124/1978 - ZUC di A. e Parco Milano

L'intero sito, partecipa al progetto di realizzare il nuovo assetto urbanistico tra Ecce della Vittoria e Caselle Marittime, con particolare riguardo alla qualità del residenziale, centrale dei nuovi nuclei urbani, e al miglioramento dei servizi della Fregata di Caselle Marittime.

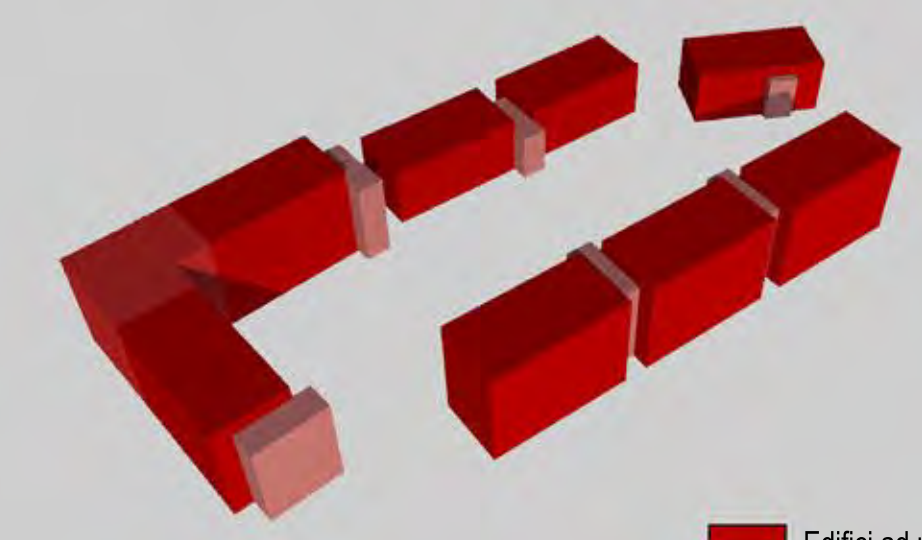
Intervento autorizzato dal Comune di Caselle Marittime.

| | | |
|---|--|---|
| A. Finalità | Intervento autorizzato dal Comune di Caselle Marittime. | |
| B. Specifiche tecniche (ST) | Intervento autorizzato dal Comune di Caselle Marittime. | |
| C. Tipo e di utilità (TU) | 0,75 | Induzione volumetrica nelle aree C25 come da PUA. |
| D. Livello di servizio | Organizzazione delle aree C25 come da PUA. | |
| E. Opere di realizzazione primaria in seconda | Come da PUA nel rispetto degli standard di qualità. | |
| F. Opere di realizzazione secondarie | Aree per il potenziamento dei servizi pubblici a Caselle di Marittime di nuova nascita. In nuove attrezzature pubbliche e la contigua area a verde attrezzato. | |
| G. Finalità di tipo residenziale | Residenziale. | |
| H. F. Bilica convenzionata e sigillata | No. | |
| I. Altezze massime | 11,00 | come da PUA. |
| J. Estensione superfici edificabili | 11.099,31 | come da PUA. |
| K. Estensione del sito stradale | 11.099,31 | come da PUA. |



- Delimitazione superficie fondiaria
- Limite di galleggiamento dei fabbricati

Lotto Comparto C- Area 6.1+6.2
 Superficie fondiaria: 11 099,31 mq
 Altezza massima fabbricati: 13 m
 Volume max realizzabile: 33 849,75 mc



- Edifici ad uso residenziale
- Edificio per la collettività
- Sistemi di risalita verticale

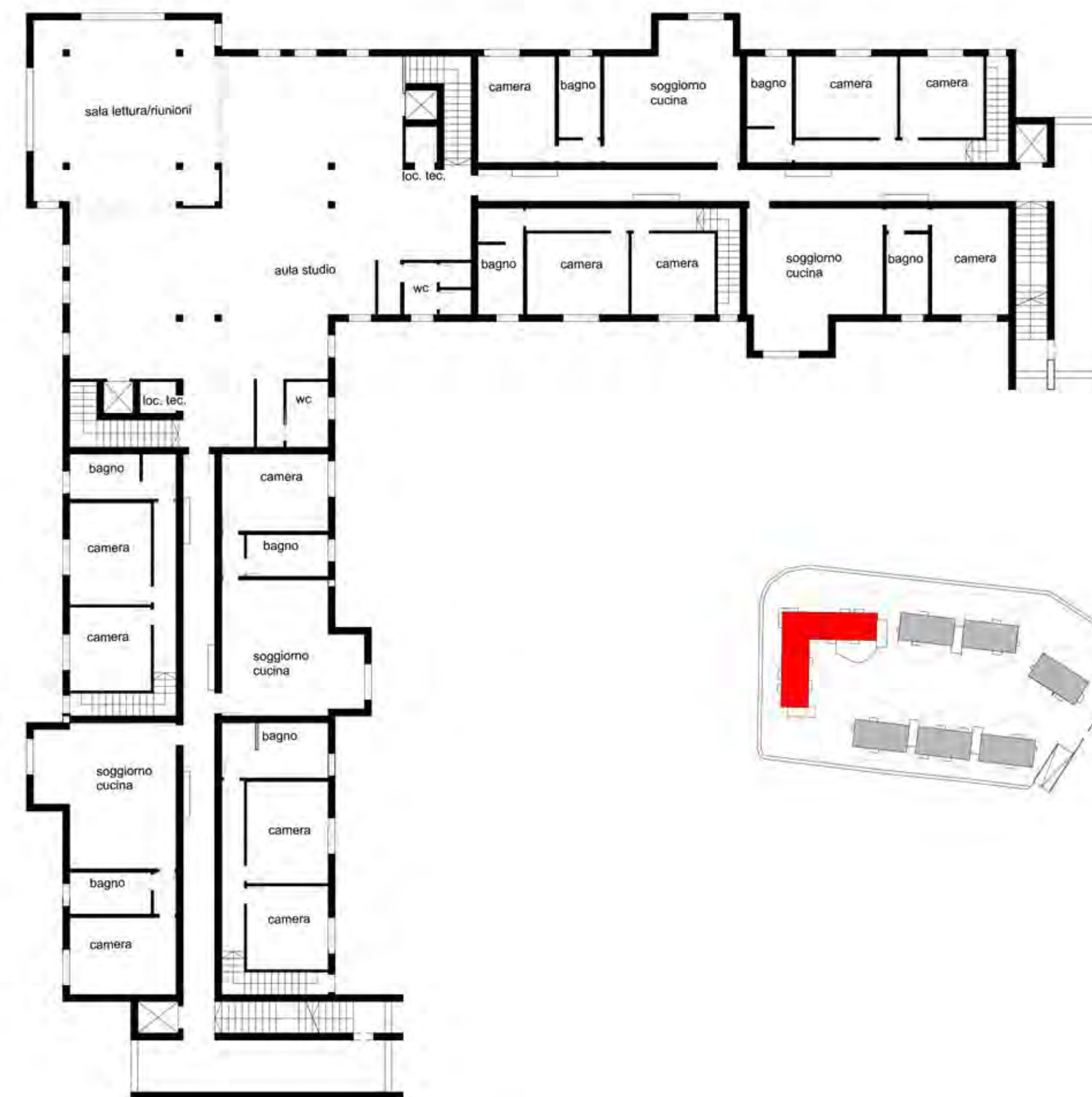
Pianta piano terra - Blocco B - Scala 1 : 200



Pianta piano primo - Blocco B - Scala 1 : 200



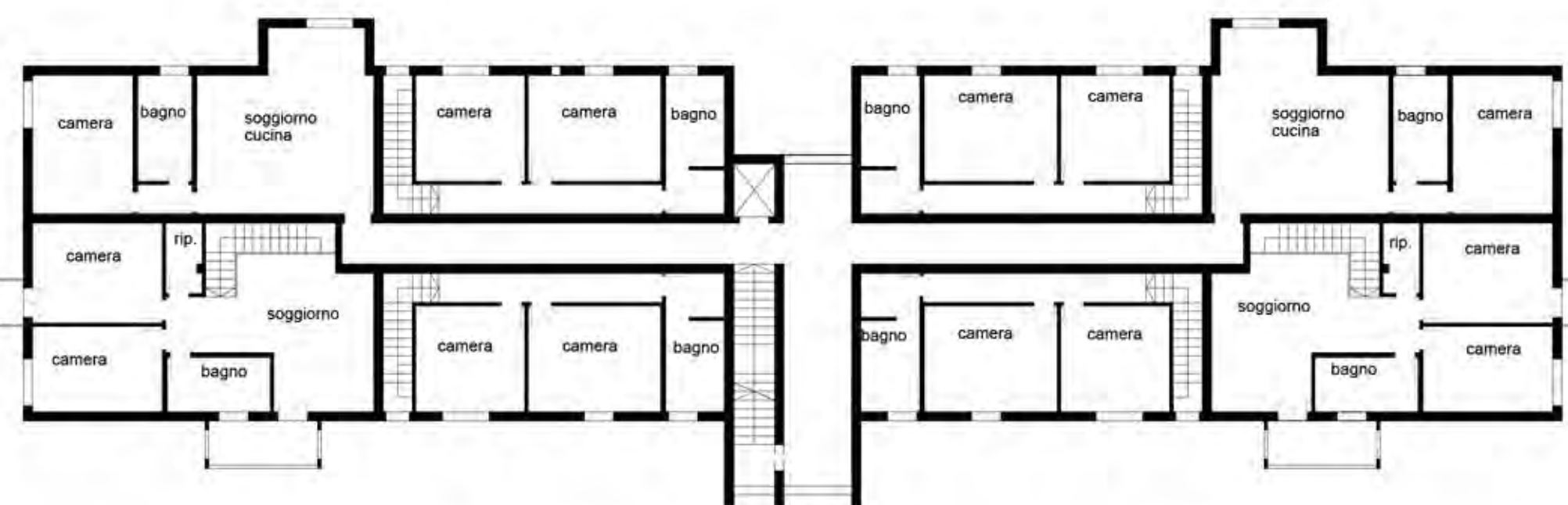
Pianta piano secondo - Blocco B - Scala 1 : 200



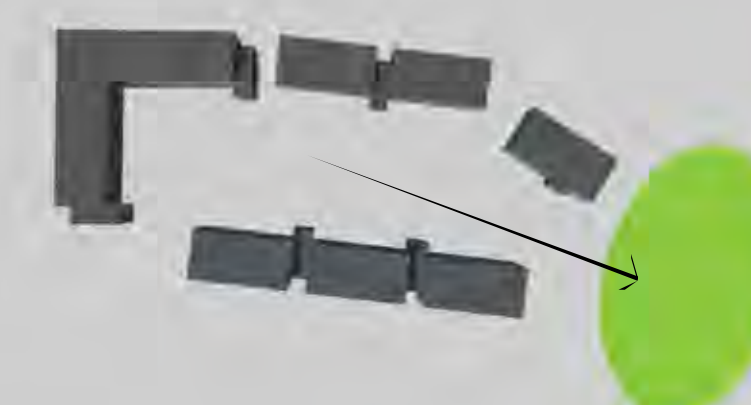
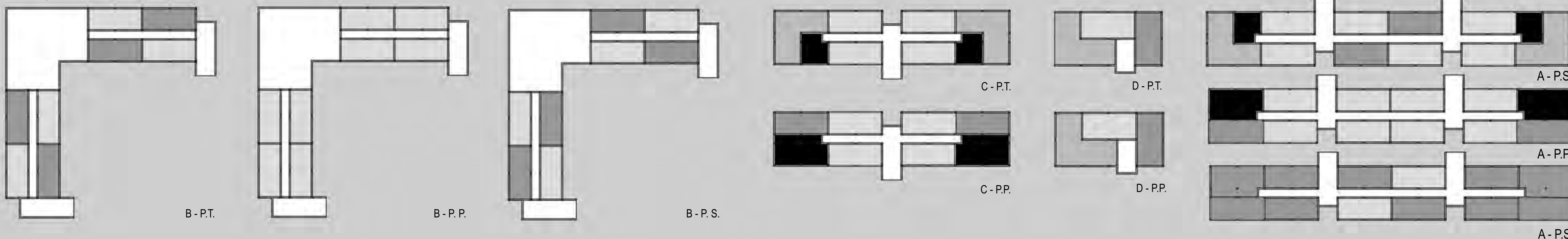
Pianta piano terra - Blocco C - Scala 1 : 200



Pianta piano primo - Blocco C - Scala 1 : 200

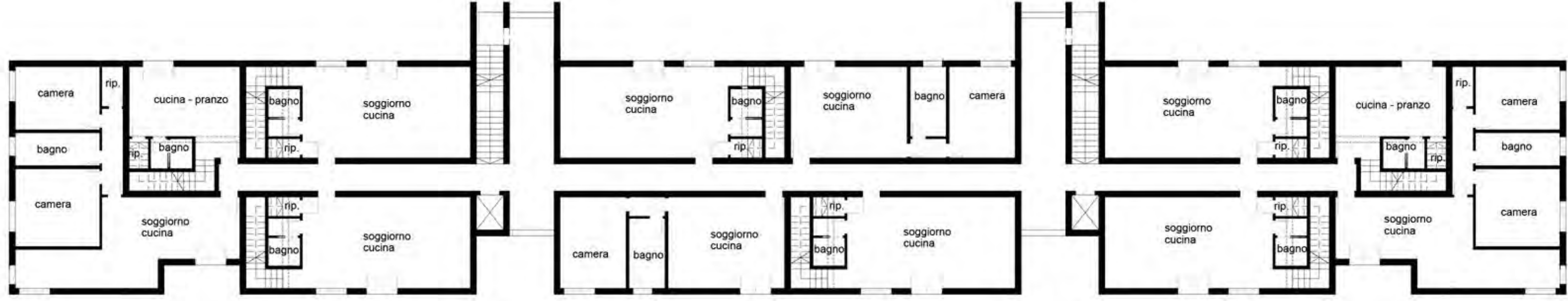


Tipologie appartamenti - Scala 1 : 500

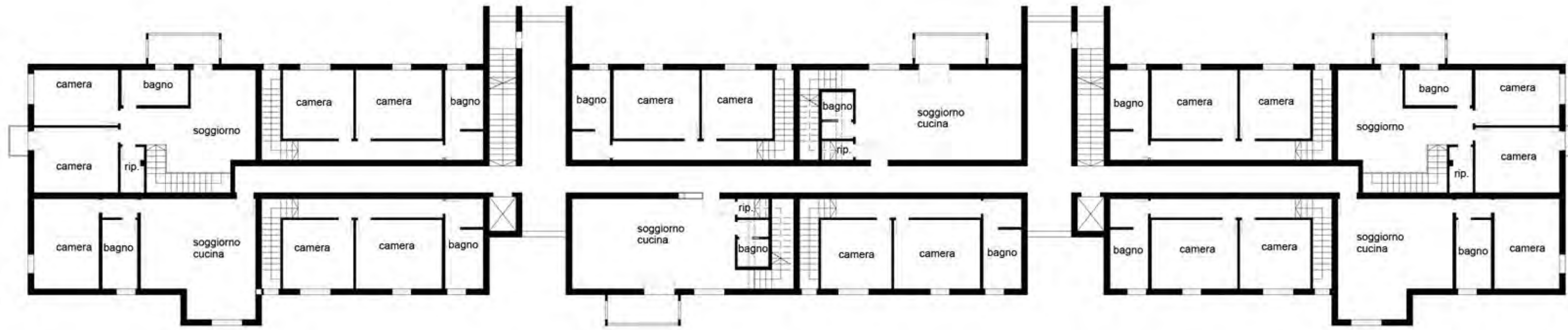




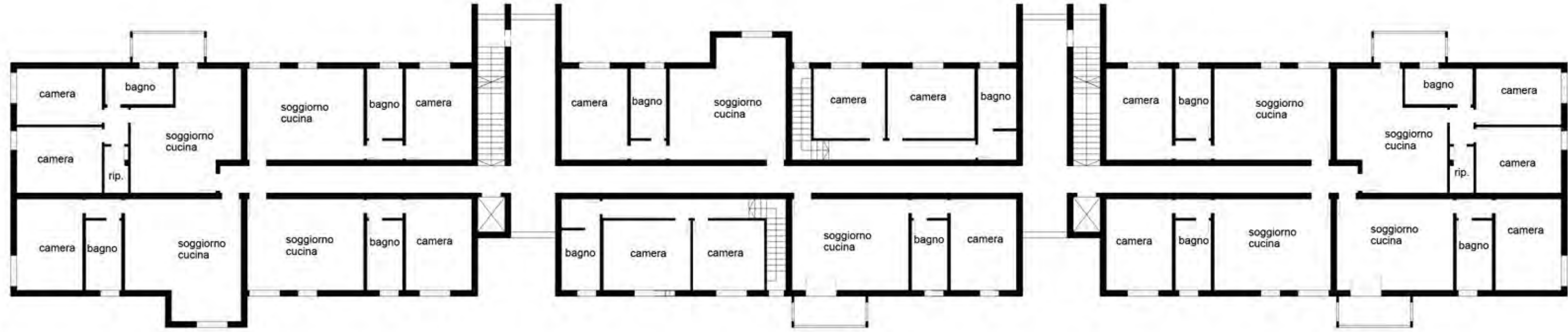
Pianta piano terra - Blocco A - Scala 1 : 200



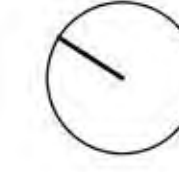
Pianta piano primo - Blocco A - Scala 1 : 200



Pianta piano secondo - Blocco A - Scala 1 : 200



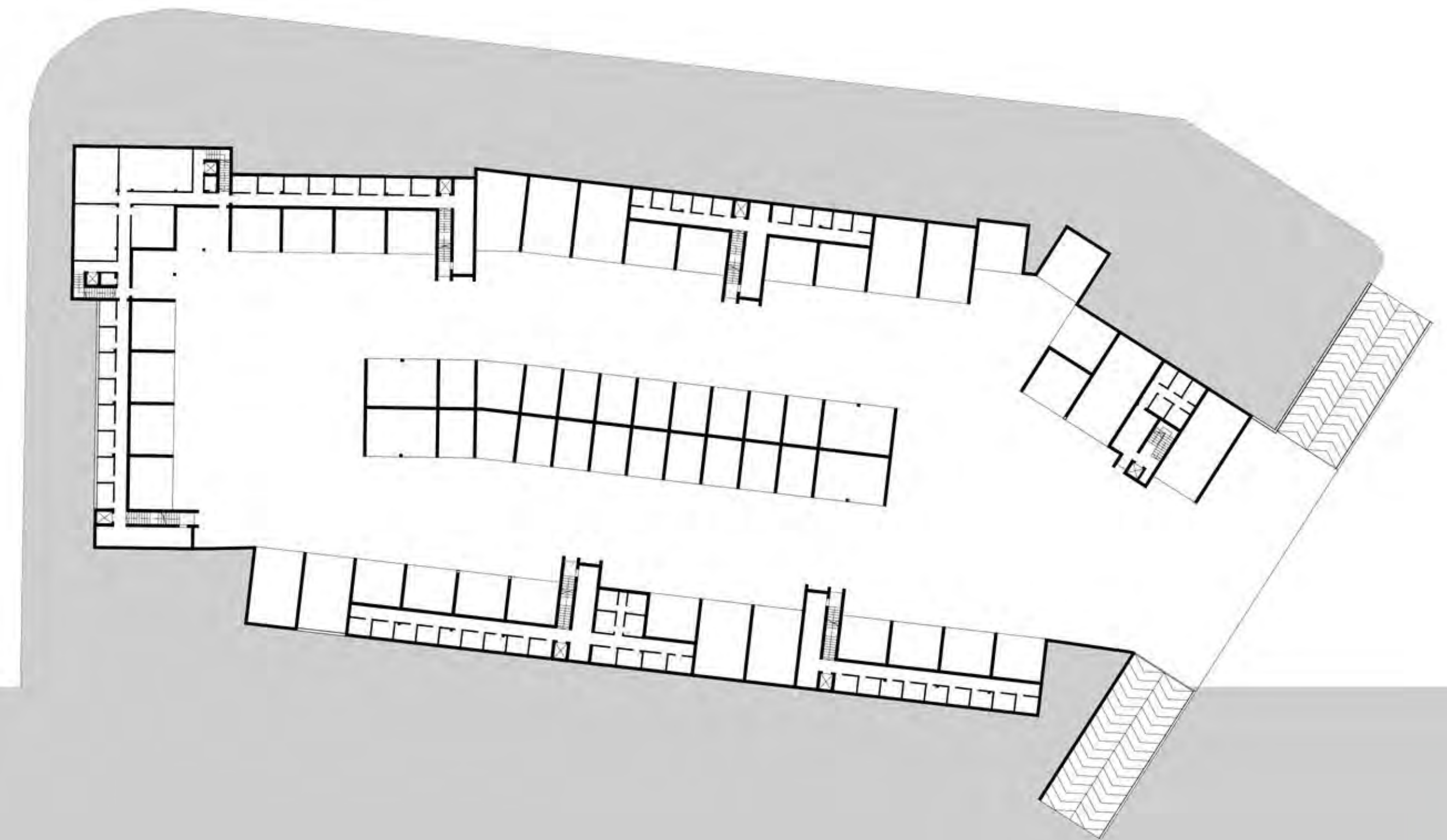
Pianta piano terra - Blocco D - Scala 1 : 200



Pianta piano primo - Blocco D - Scala 1 : 200



Pianta piano interrato - Scala 1 : 500



Sezione AA - Scala 1 : 200



Sezione BB - Scala 1 : 200



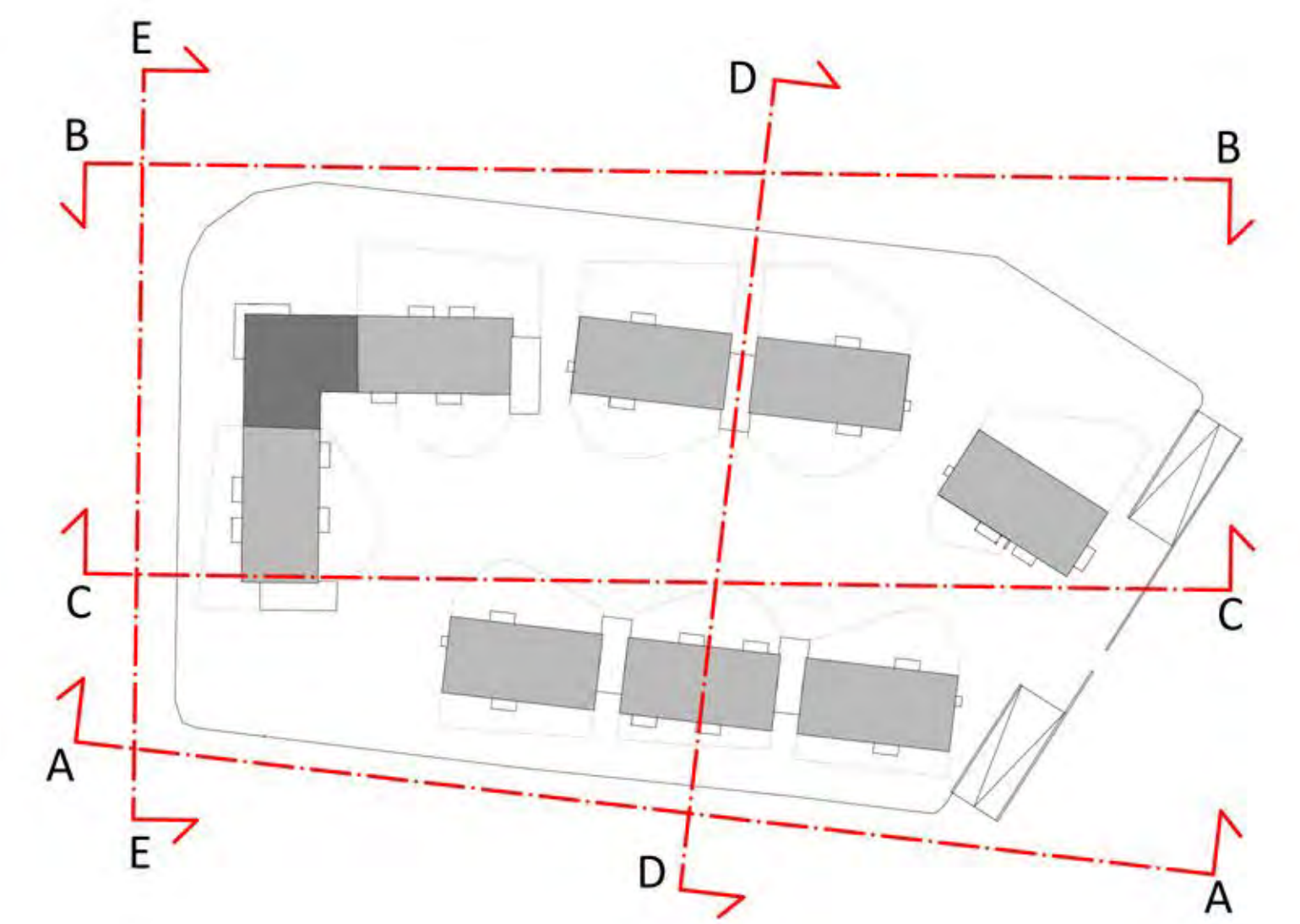
Sezione CC - Scala 1 : 200



Sezione DD - Scala 1 : 200

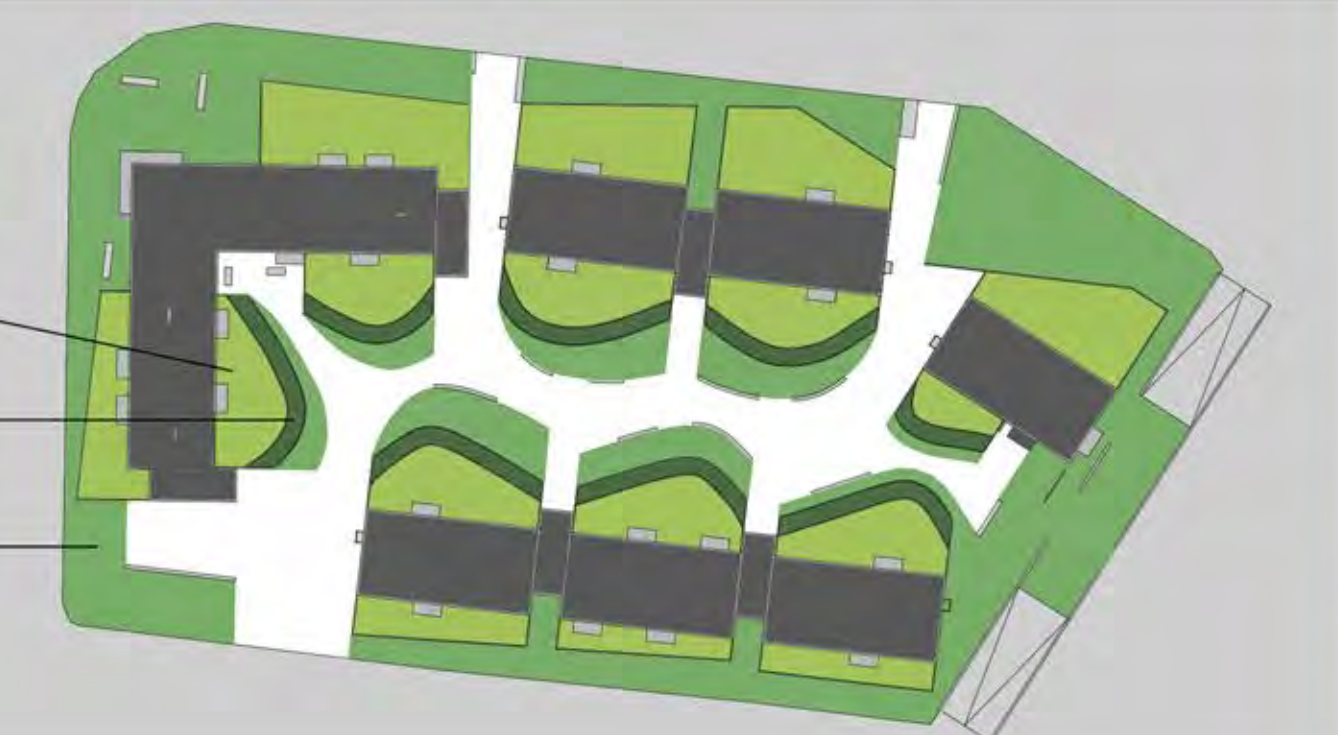
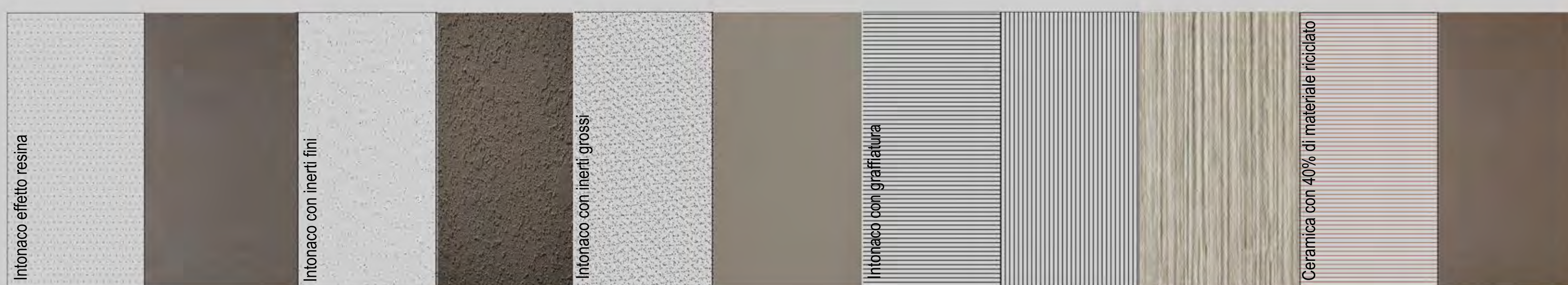


Sezione EE - Scala 1 : 200

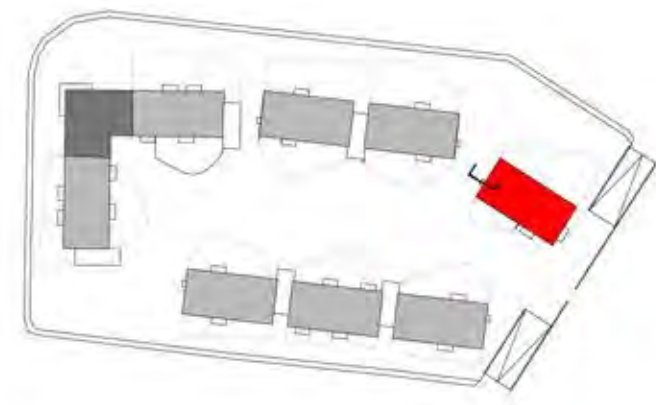


Scala 1 : 1000

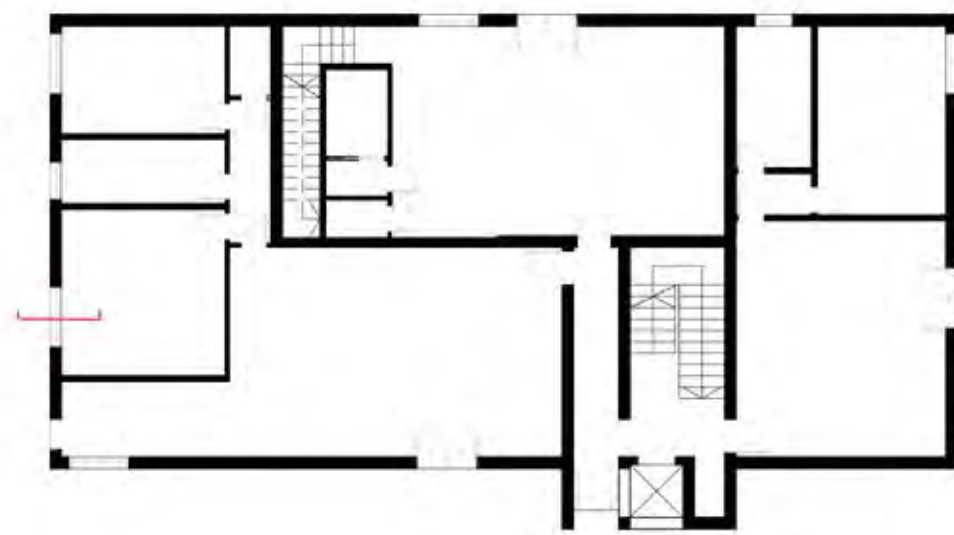
Finitura delle facciate



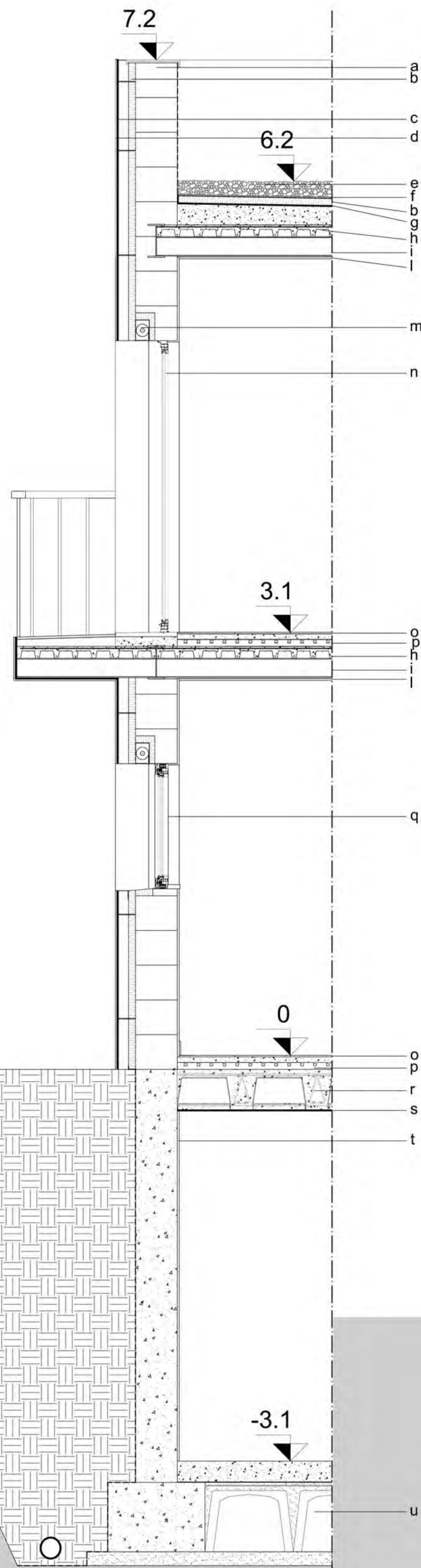
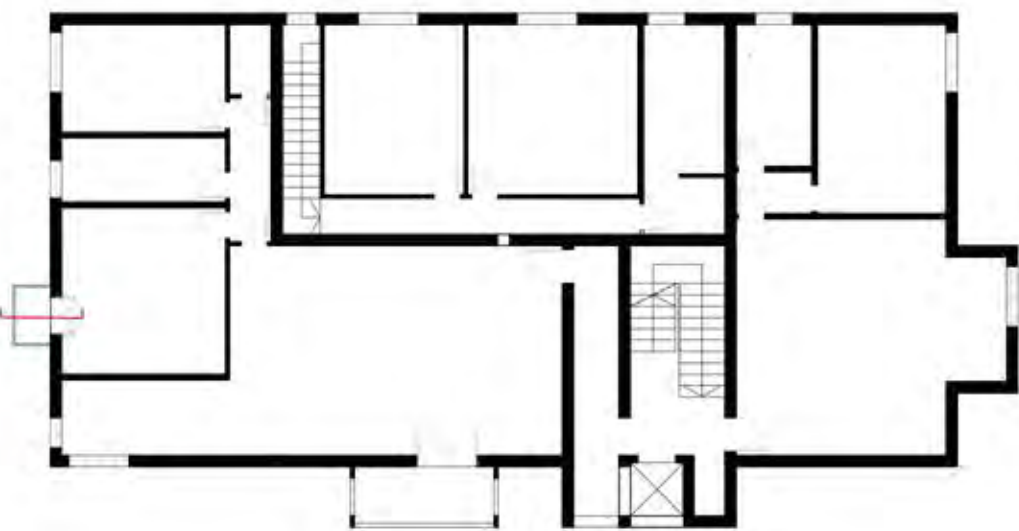
Sezione terra-cielo nel Blocco D - Scala 1:20



Pianta piano terra Blocco D - Scala 1:500



Pianta piano primo Blocco D - Scala 1:500



| | |
|---|--|
| a | Blocco di calcestruzzo vibrocompresso, Vibrapac |
| b | Isolante Syntherm, Azienda Maiano |
| c | Lastra in cartongesso Acquaboard, Siniat |
| d | Intonaco, Kerakoll |
| e | Ghiala |
| f | Guaina bituminosa, Derbigum |
| g | Barriera al vapore, Derbicoat |
| h | Lamiera grecata con getto di completamento e rete elettrosaldata |
| i | Trave secondaria, IPE 140 |
| l | Lastra in cartongesso, Siniat |
| m | Sistema di oscuramento a tendaggio |
| n | Serramento Fesia alluminio (100 x 210 cm) |
| o | Pavimentazione in ceramica, Caesar |
| p | Sistema di riscaldamento a pavimento, Sugher System Sace |
| q | Serramento Fesia alluminio (160 x 90 cm) |
| r | Solaio tipo predalles con alleggerimenti Beton |
| s | Lastra in cartongesso, Siniat |
| t | Intonaco, Kerakoll |
| u | Cupplex, Pontarolo Engineering |

