POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Analisi e valutazione dell'indicatore "Qualità dell'Insediamento" per il Piano di Monitoraggio ambientale del Programma Olimpico Torino 2006.

Original
Analisi e valutazione dell'indicatore "Qualità dell'Insediamento" per il Piano di Monitoraggio ambientale del Programma Olimpico Torino 2006 / Grosso, Mario; Peretti, Gabriella; Marino, Donatella; Montacchini, ELENA PIERA; Calliero, Francesco; Carpinelli, Marco. - ELETTRONICO. - (2005).

Availability:
This version is available at: 11583/2579738 since:

Publisher:

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

08 May 2026

Analisi e Valutazione dell'indicatore "Qualità dell'insediamento" per il *Piano di Monitoraggio Ambientale del Programma Olimpico Torino 2006*

(contratto Politecnico DINSE- TOROC del 14.01.2004)

PREPARED BY:

POLITECNICO DI TORINO

Responsabili: prof. Gabriella PERETTI
prof. Mario GROSSO

Gruppo di lavoro: dott. Donatella MARINO
arch. Elena MONTACCHINI
arch. Francesco CALLIERO
arch. Marco CARPINELLI

Torino, dicembre 2005

Sommario

Premessa 2
1.Obiettivi Specifici e Contenuto del Documento 3
PARTE I 4
2.Analisi e valutazione degli interventi a scala territoriale 4
2.1. Quadro di riferimento 4
2.2. Definizione dei fattori caratterizzanti l'Indicatore Qualità dell'Insediamento a scala territoriale 4
2.3. Definizione del quadro informativo per l'analisi degli interventi 5
2.4. Descrizione della procedura di valutazione 6
PARTE II 8
3.Analisi e valutazione degli interventi a scala edilizia-urbana 8
3.1 Quadro di riferimento 8
3.2 Definizione del quadro informativo per l'analisi dei progetti 8
3.3 Esigenze, requisiti e indicatori specifici: definizione e classificazione . 9
3.4 Metodologia 12
3.5 Valutazione analitica degli interventi 13
3.5.1 Valutazione degli indicatori specifici 13
R1. Controllo della radiazione solare invernale 13
R2. Utilizzo della ventilazione naturale 24
R3. Controllo della dinamica dei venti invernali 29
R4. Controllo della dinamica dei venti estivi 34
R5. Uso di materiali, componenti ed elementi dotati di certificazione ecologica 42
R6. Uso di materiali, componenti , elementi riciclati 46
R7. Uso di materiali, componenti ed elementi a ridotto carico ambientale 50
R8. Uso dell'isolamento termico 54
R9. Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili e assimilate 52
R10. Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo 57
R11. Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione 64
R12. Riduzione del consumo di acqua potabile 83
R13. Recupero, per usi compatibili, delle acque metoriche 87

R14. Uso di materiali, componenti ed elementi con elevato potenziale di riciclabilità 77
R15. Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita 80
R16. Uso della luce naturale 83
R17. Controllo dell'isolamento acustico di facciata 87
R18. Controllo delle emissioni tossiche 91
3.6 Valutazione sintetica degli interventi 113
3.6.1 Sistema di pesatura 113
3.6.2 Rappresentazione dei risultati per requisito 116
3.6.3 Rappresentazione di sintesi dei risultati 140
4.Conclusioni 150
4.1 Elementi di criticità nella valutazione 150
4.2 Risultati complessivi della valutazione 151
4.2.1 Punteggio di ecocompatibilità complessiva 151
4.2.2 Punteggio di ecocompatibilità rispetto al solo fattore di efficienza energetica ambientale 151
4.3 Risultati della valutazione: casi studio 152
4.4 Considerazioni finali 183
Bibliografia 195
Normativa di riferimento 195

Premessa

La relazione costituisce il quarto rapporto del programma di ricerca di cui al contratto DINSE- TOROC del 14.01.2004, avente per oggetto l'analisi e la valutazione dell'Indicatore "Qualità dell'Insediamento", previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale del Programma Olimpico.
I fattori che caratterizzano, a scala territoriale, l'indicatore Qualità dell'Insediamento sono stati integrati come previsto nell'All. A del contratto di ricerca (riqualificazione, ristrutturazione, distribuzione delle destinazioni d'uso, realizzazione di nuove infrastrutture).
I fattori che caratterizzano l'indicatore a scala edilizia sono rappresentati dagli interventi realizzati con tecniche di bioarchitettura e materiali ecocompatibili. La valutazione dell'ecocompatibilità complessiva degli interventi edilizi si basa sulla verifica dei requisiti richiesti nell'All. B attraverso indicatori specifici di valutazione, che fanno riferimento ai più recenti risultati normativi e di ricerca nel settore, a cui i ricercatori del DINSE del Politecnico di Torino stanno partecipando attivamente ([1]).

([1]) Le attività di riferimento sono quelle del gruppo GL13 "Sostenibilità in Edilizia", della Commissione Processo Edilizio dell'UNI.

1. Obiettivi Specifici e Contenuto del Documento

Obiettivi del presente documento è:

- l'applicazione della metodologia di analisi di seguito definita per la valutazione dell'Indicatore Qualità dell'Insediamento alla scale territoriale e urbana-edilizia agli interventi elencati nei punti successivi.

Il documento si articola nelle seguenti parti:

1. descrizione dell'approccio metodologico adottato per la verifica degli aspetti caratterizzanti l'indicatore Qualità dell'Insediamento a scala territoriale; illustrazione dell'applicazione di tale metodologia agli interventi del Programma Olimpico di seguito elencati:
   - Torino Comunale Hockey 1;
   - Torino Oval;
   - Torino Palavela;
   - Torino Tazzoli 1 (training);
   - Torino Esposizioni;
   - Torino Villaggio Olimpico – Area ex Mercati Generali;
   - Torino Villaggio Media – Spina 2;
   - Torino Villaggio Media Ospedale Militare Riberi;
   - Torino Vilaggio Media – ex area italgas;
   - Torino Villaggio Media – Bit (ITC-ILO);
   - Torino Villaggio Media - Spina 3/Michelin;
   - Torino Villaggio Media - Spina 3/Vitali;
   - Pinerolo Curling;
   - Torre Pellice Palazzo del Ghiaccio;
   - Grugliasco Villaggio Media Villa Claretta;
   - Sestriere Villaggio Olimpico;
   - Bardonecchia Villaggio Olimpico Ex Colonia Medail.

2. descrizione dell'approccio metodologico adottato per la verifica dell'ecocompatibilità degli interventi edilizi selezionati, attraverso la definizione di ogni requisito, dei criteri e strumenti utilizzati per la verifica e delle metodologie di calcolo; illustrazione dell'applicazione di tale metodologia agli interventi:
   - Villaggio Olimpico – Area ex Mercati Generali – a Torino;
   - Edificio Polifunzionale – Pragelato;
   - Edificio Centro del Fondo – Pragelato;
   - Villaggio Media Italgas – Torino;
   - Palazzo del Ghiaccio – Torre Pellice;
   - Villaggio Olimpico – Area ex Colonia Medail – Bardonecchia.

PARTE I

2. Analisi e valutazione degli interventi a scala territoriale

2.1. Quadro di riferimento

La metodologia di valutazione dei fattori caratterizzanti l'indicatore Qualità dell'Insediamento, a scala territoriale, si basa sull'analisi quantitativa dell'entità e della natura delle trasformazioni del territorio indotte dai progetti del Programma Olimpico. Ciò permette di delineare un quadro generale delle destinazioni d'uso degli interventi del Programma Olimpico, e dell'entità degli interventi di ristrutturazione edilizia e di riqualificazione urbana, territoriale extraurbana e della rete viaria.
Lo scopo finale è la creazione di una base dati geometrica georeferenziata relativa ai progetti previsti dal P.O. in ambito sia urbano, sia extraurbano, nonché gli interventi sulla rete viaria. Tale base è sovrapponibile ad una cartografia numerica di riferimento fornita dal TOROC. Alla base geometrica sono associati una serie di indici che ne descrivono le caratteristiche, attraverso i quali è possibile effettuare la creazione di mappe tematiche che rappresentino i risultati delle analisi effettuate.

2.2. Definizione dei fattori caratterizzanti l'Indicatore Qualità dell'Insediamento a scala territoriale

I fattori considerati sono:

1) *Superfici di riqualificazione urbana in territorio metropolitano*
- area complessiva delle superfici destinate alle opere previste;
- area complessiva delle superfici destinate ad interventi di riqualificazione.

2) *Superfici di riqualificazione territoriale extra-urbana*
- area complessiva delle superfici destinate alle opere previste;
- area complessiva delle superfici destinate agli interventi di riassetto territoriale in ambito montano-extraurbano.

3) *Superfici oggetto di ristrutturazione edilizia*
- area complessiva delle superfici coperte relative agli edifici oggetto degli interventi (m^2);
- area complessiva delle superfici coperte relative agli edifici oggetto di ristrutturazione, manutenzione ed adeguamento normativo (m^2); negli interventi di ristrutturazione sono compresi anche gli interventi di restauro, risanamento conservativo, demolizione e ricostruzione.

4) *Distribuzione percentuale delle destinazioni d'uso sul totale degli interventi del P.O.*
- area complessiva delle superfici destinate a sport (m^2);

- area complessiva del territorio destinato a parcheggio di superficie (m^2);
- area complessiva delle superfici destinate a verde attrezzato, sia pubbliche che private (m^2); ciò è più significativo, ai fini della determinazione dell'indicatore qualità dell'insediamento, rispetto a considerare unicamente il verde pubblico;
- area complessiva delle superfici coperte destinate a residenza (m^2);
- area complessiva delle superfici coperte destinate a servizi (m^2), che comprende:
    - attività di commercio al dettaglio;
    - pubblici servizi;
    - luoghi di ritrovo e intrattenimento;
    - artigianato di servizio;
    - studi professionali;
    - agenzie turistiche;
    - agenzie immobiliari;
    - agenzie assicurative;
    - sportelli bancari;
    - recettività alberghiera;
    - artigianato produttivo;
    - servizi alla residenza.

  Tale voce comprende le superfici destinate ad attività turistiche e quelle destinate ad attività produttive (artigianato), indicate separatamente nell'allegato A del contratto, e altre destinazioni generalmente considerate nella definizione di ASPI (Attività e Servizi per le Persone e per le Imprese). Ciò facilita la raccolta dei dati in quanto tali informazioni sono direttamente ricavabili dalle relazioni tecniche allegate ai progetti (i dati si riferiscono alla fase olimpica);
- area complessiva delle superfici delle aree pedonali;
- area complessiva delle superfici destinate a viabilità urbana.

5) *Realizzazione di nuove infrastrutture viarie:*
- lunghezza totale della viabilità principale del bacino di utenza del comprensorio olimpico (Km);
- lunghezza totale della viabilità principale del bacino di utenza del comprensorio olimpico oggetto di riqualificazione o di nuova realizzazione, nell'ambito del P.O. (Km).

2.3. Definizione del quadro informativo per l'analisi degli interventi

Per i progetti previsti dal P.O. localizzati nell'area urbana di Torino, è stata individuata come cartografia di base di riferimento la Cartografia numerica della Città di Torino, alla scala 1:1000 in coordinate WGS84. Le carte numeriche fornite dal Comune di Torino al TOROC sono realizzate in proiezione Gauss-Boaga; è stato necessario, quindi, effettuare, per i fogli relativi alle zone interessate, una trasformazione di coordinate da Gauss-Boaga a WGS84.
Le informazioni sui progetti e relativi contesti sono desunte dagli elaborati grafici, descrittivi e di capitolato forniti dalla Direzione Costruzioni del TOROC e dell'Agenzia Torino 2006.
I riferimenti geometrici relativi ai progetti sono individuati georeferenziando (con il programma ArcGis ArcView 8.3) le rappresentazioni grafiche in Autocad, relative alle planimetrie di ciascun intervento.
Per esempio per l'intervento relativo ai Mercati Generali sono stati utilizzati i fogli 101 e 111 della cartografia numerica della Città di Torino alla scala 1:1000 in

coordinate WGS_1984 per georeferenziare il file CAD contenente la planimetria dell'intervento.

2.4. Descrizione della procedura di valutazione

Per quanto riguarda gli interventi in area urbana si crea una mappa numerica georeferenziata (shapefile di elementi poligonali realizzato con il programma ArcView 3.2) in cui sono rappresentati, per ciascun progetto, gli elementi poligonali che individuano la planimetria degli edifici e le aree corrispondenti alle varie destinazioni d'uso, in modo che la superficie totale dell'intervento sia la somma delle singole aree.

A ciascun elemento è associata una serie di indici che ne descrivono le caratteristiche in relazione ai fattori dell'indicatore qualità dell'insediamento a livello urbano e cioè:

ID_prog = campo stringa di 16 caratteri che contiene il codice che identifica l'intervento.

A_riqual = campo numerico di 3 cifre che si riferisce alla riqualificazione urbana:
1 area che corrisponde ad un intervento di riqualificazione;
0 area che non corrisponde ad un intervento di riqualificazione.

Tipo = campo numerico di 3 cifre che nel caso in cui l'elemento geometrico si riferisca ad un edificio ne indica la tipologia :
0 nessun edificio;
1 edificio ristrutturato;
2 edificio nuovo;
3 edificio soggetto a manutenzione ed adeguamento normativo.

Area = superficie (m2) rappresentata, è un campo calcolato dal programma.

Destinazio= campo numerico di 3 cifre che si riferisce alla destinazione d'uso, nel caso si tratti di edifici che hanno diverse destinazioni d'uso ai vari piani viene considerata la destinazione d'uso prevalente:
0 area pedonale;
1 area destinata a sport;
2 area destinata a parcheggi;
3 area destinata a verde attrezzato;
4 viabilità urbana;
5 area residenziale;
6 area destinate a servizi.

Lotto = campo numerico di 2 cifre che rappresenta il lotto in cui è localizzato l'elemento in oggetto, nel caso l'area sia suddivisa in più lotti.

Id_edifici= campo stringa di 15 caratteri che contiene un acronimo che identifica l'area in oggetto.

La mappa costituisce la base dati per creare le carte tematiche relative alle superfici di riqualificazione urbana, superfici oggetto di ristrutturazione edilizia e distribuzione delle destinazioni d'uso.
Per ogni progetto viene compilata una tabella riassuntiva dei dati desunti dalle analisi:

	Piano di Monitoraggio Ambientale del Programma Olimpico **Verifica dell'Indicatore Qualità dell'insediamento**		
	Località di Insediamento		
	Intervento di analisi		
	Fattori caratterizzanti l'indicatore a scala territoriale		
1	Superfici di Riqualificazione		
	- area complessiva delle superfici destinate alle opere previste		m^2
	- area complessiva delle superfici destinate ad interventi di riqualificazione		m^2
3	Superfici oggetto di ristrutturazione edilizia		
	- area complessiva delle superfici coperte relative agli edifici oggetto dell'intervento		m^2
	- area complessiva delle superfici coperte relative agli edifici oggetto di ristrutturazione edilizia, manutenzione ed adeguamento normativo		m^2
4	Destinazioni d'Uso prevalente		m^2
	-area complessiva delle superfici destinate a sport		m^2
	-area complessiva del territorio destinato a parcheggio di superficie		m^2
	-area complessiva delle superfici destinate a verde attrezzato		m^2
	-area complessiva delle superfici coperte destinate a residenza		m^2
	- area complessiva delle superfici coperte destinate a servizi		m^2
	- area complessiva delle superfici delle aree pedonali		m^2
	- area complessiva delle superfici destinate a viabilità urbana		m^2

Le carte tematiche relative ai fattori a scala territoriale caratterizzanti l'Indicatore Qualità dell'Insediamento per gli interventi previsti dal P.O. nell'area urbana di Torino e le tabelle con i dati riassuntivi sono riportate nell'Allegato A del documento.

PARTE II

3. Analisi e valutazione degli interventi a scala edilizia-urbana

3.1 Quadro di riferimento

La metodologia di analisi e valutazione dell'ecocompatibilità degli interventi del P.O. si basa sull'approccio prestazionale al progetto, che definisce il quadro di requisiti ambientali derivati dalle esigenze di Utilizzo delle risorse climatiche, Qualità ambientale degli spazi esterni, Contenimento del consumo di risorse, Riduzione dei carichi ambientali, Qualità dell'insediamento interno. I requisiti sono riferiti alle seguenti fasi del processo edilizio: produttiva, funzionale e di dismissione.
In questa ricerca sono considerati unicamente i requisiti definiti dalla committenza, per i quali sono stati messi a punto indicatori specifici per la loro valutazione; tali indicatori possono essere di tipo qualitativo o quantitativo, a seconda dei requisiti a cui si riferiscono.

3.2 Definizione del quadro informativo per l'analisi dei progetti

Le informazioni sui progetti e relativi contesti sono state desunte dagli elaborati grafici, descrittivi e di capitolato forniti dalla Direzione Costruzioni del TOROC e dell'Agenzia Torino 2006.
In particolare i dati generali di sito sono organizzati nella scheda che segue:

Esempio di Scheda di Localizzazione:

Piano di Monitoraggio Ambientale del Programma Olimpico: verifica dell'indicatore qualità dell'insediamento

Scheda di localizzazione

Intervento di analisi	area

Destinazione d'uso

Località di insediamento	Zona climatica	Gradi giorno	a. l. m.	α 21/12
	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D

3.3 Esigenze, requisiti e indicatori specifici: definizione e classificazione

Le esigenze prese in considerazione sono quelle previste nell'all. A del contratto, mentre i requisiti considerati e i relativi indicatori sono stati riformulati secondo le indicazioni emergenti dall'attività nel GL13 (Sostenibilità in edilizia) della Commissione Processo Edilizio dell'UNI.
La classificazione dei requisiti rispetto alle esigenze (classi di requisiti) è stata effettuata sulla base delle indicazioni del TOROC e riflette, in parte, le suddivisioni, ormai consolidate, utilizzate nella maggior parte dei sistemi di valutazione a punteggio (2): contenimento del consumo di risorse, riduzione dei carichi ambientali, qualità ambientale degli spazi esterni ed interni. Si è, qui, aggiunta la classe "utilizzo delle risorse climatiche", comprendente requisiti solitamente inclusi nelle prime due sopra citate.
Ad ogni requisito corrispondono uno o più indicatori specifici, utilizzati per assegnare la classe di valore assoluta al progetto, relativamente al requisito stesso (3).

ESIGENZA		REQUISITO	INDICATORE SPECIFICO
1	**URC Utilizzo delle risorse climatiche**	1. Controllo della radiazione solare invernale	a. **efficienza di forma solare**
			b. **distanza critica**
		2. Utilizzo della ventilazione naturale	a. **% di unità abitative con potenzialità di ventilazione naturale** (ventilazione passante da vento o ventilazione a lato singolo da effetto camino)
2	**QASE Qualità ambientale degli spazi esterni**	3. Controllo della dinamica dei venti invernali	a. **fattore di protezione dai venti invernali**
		4. Controllo della dinamica dei venti estivi	a. **fattore di esposizione ai venti estivi**

(2) Si veda, ad esempio, il GBTool della Green Building Challenge Initiative.
(3) Si veda il § 3.4.

ESIGENZA		REQUISITO	INDICATORE SPECIFICO
3	CCR Contenimento del consumo di risorse	5. Uso di materiali, componenti e elementi dotati di certificazione ecologica	a. **% di materiali, componenti, elementi dotati di certificazione ecologica** rispetto al totale
		6. Uso di materiali, componenti e elementi riciclati	a. **% di materiali, componenti, elementi riciclati** rispetto al totale
		7. Uso di materiali, componenti e elementi a ridotto carico ambientale	a. **% di materiali, componenti, elementi dotati di un ridotto carico ambientale** rispetto al totale
		8. Uso dell' isolamento termico	a. **coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato** dell' involucro edilizio (chiusure opache e trasparenti)
		9. Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate	**fattore di efficienza energetica ambientale** dei sistemi di: a1. **riscaldamento;**
			a2. **produzione acs;**
			a3. **ventilazione;**
			a4. **raffrescamento;**
			a5. **illuminazione/ elettrodomestici**
		10. Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo	a. **% di chiusure trasparenti esposte nei quadranti SE e SO non irraggiate direttamente**, per almeno il 60% dell'area totale trasparente di ogni chiusura, il 21/06 dalle ore 13 alle 17
			b. **coefficiente di trasmissione solare medio ponderato**, nel periodo di raffrescamento, delle chiusure trasparenti orientate nei quadranti SE e SO

		11. Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione	a. **fattore di sfasamento medio ponderato** delle chiusure esterne verticali e superiori e delle partizioni interne orizzontali (climatizzazione estiva)
			b. **fattore di sfasamento medio ponderato** delle chiusure esterne opache (climatizzazione invernale)

ESIGENZA		REQUISITO	INDICATORE SPECIFICO
4	**RCA Riduzione dei carichi ambientali**	12. Riduzione del consumo di acqua potabile	a. **previsione di dispositivi e sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile**
		13. Recupero per usi compatibili delle acque meteoriche	a. **previsione di dispositivi e sistemi per il recupero delle acque meteoriche**
		14. Uso di materiali, componenti ed elementi con elevato potenziale di riciclabilità	a. **% di materiali, componenti, elementi potenzialmente riciclabili** rispetto al totale
		15. Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita	a. **% di elementi assemblati per facilitare il disassemblaggio** a fine vita rispetto al totale
5	**QII Qualità dell' insediamento interno**	16. Utilizzo della luce naturale	a. **fattore medio di luce diurna**
		17. Controllo dell'isolamento acustico di facciata	a. **indice di valutazione dell'isolamento normalizzato acustico di facciata**
		18. Controllo delle emissioni tossiche	a. **% di materiali, componenti, elementi privi di emissioni tossiche** rispetto al totale

3.4 Metodologia

La valutazione analitica degli interventi è svolta secondo la sequenza dei requisiti della sezione 3.3 e comprende:

- *Descrizione del requisito;*
- *Descrizione dell'indicatore specifico;*
- *Descrizione del metodo di verifica adottat*o: le procedure di calcolo e valutazione degli indicatori specifici fanno riferimento a fonti normative, ai risultati delle ricerche in corso nei settori specifici e a bibliografiche esterne. Nel definire i metodi di calcolo si è tenuto conto della necessità di giungere a indicatori di sintesi coerenti con le informazioni disponibili sui progetti e testati con modelli di simulazione scientificamente validati;
- *Definizione del campo di applicazione:* a seconda del tipo di indicatore specifico varia il campo di applicazione, che può essere rappresentato: da tutti gli edifici del complesso insediativi oggetto di analisi; dagli spazi esterni; da sistemi, materiali, componenti ed elementi di edifici tipo; da ambienti di unità abitative tipo.
  Qualora siano stati assunti come rappresentativi solo alcuni edifici tipo dell'insediamento, si è cercato: a) di assumere come tali gli edifici che presentassero prestazioni medie rispetto al requisito analizzato; b) di scegliere, qualora non fosse possibile individuare le situazioni intermedie di cui sopra, almeno due casi, rappresentativi dei livelli di prestazione estremi;
- *Definizione delle classi di valori:* le classi di valore di tali indicatori – individuate, in un range da 0 a 5 – sono stabilite sulla base sia di expertise, sia di dati derivanti da risultati di ricerche applicate e/o ricavati da letteratura.
  L'attribuzione del valore assoluto all'indicatore è riferito a 3 livelli di benchmark: 0, corrispondente alla prassi corrente, non caratterizzata da rispetto dei valori di ecocompatibilità; 3, corrispondente alla "best practice" ambientale; 5, corrispondente all'eccellenza rispetto alla ecocompatibilità. Si noti che in due casi (r 9 ed r 11a) a prestazioni identiche corrispondono classi di valore differenziate rispetto alla destinazione d'uso, rispettivamente residenziale o terziaria. Inoltre, nel caso in cui ad un requisito corrispondano più indicatori specifici, questi sono pesati al fine di ottenere un'unica classe di valore per ogni requisito.
- *Definizione del punteggio pesato:* ad ogni requisito è attribuito un peso (da 0 a 1), calcolato moltiplicando il peso del requisito, rispetto al totale dei requisiti dell'esigenza, per il peso dell'esigenza, rispetto al totale delle esigenze (vedi § 3.3). Il peso di ogni requisito, moltiplicato per la classe di valore assoluto del requisito stesso, ne determina quindi il valore pesato, e il punteggio finale di ecocompatibilità del progetto, si ottiene sommando i valori pesati dei singoli requisiti.

  I pesi attribuiti a ciascun indicatore specifico, requisito, classe di esigenza, per ogni intervento ad oggi analizzato, sono desumibili dalla Tavola Sinottica di Valutazione, riportata al punto 3.6 del presente rapporto e al punto 3 degli **Allegati B**.
- *Risultati analitici della valutazione:* i risultati delle analisi condotte sui casi studio sono riportati in formato sintetico all'interno di "box" in cui per ogni indicatore specifico viene indicato uno schema planimetrico, che rappresenta, tramite un indice cromatico, la classe di valore attribuita ad ogni edificio.

  Le schede di riferimento per la verifica dei singoli requisiti, ivi compresa la definizione dei relativi indicatori specifici e le procedure di calcolo dei medesimi, sono riportate agli **Allegati B** del documento.

3.5 Valutazione analitica degli interventi

3.5.1 Valutazione degli indicatori specifici

Esigenza URC. Utilizzo delle risorse climatiche

Requisito R1. Controllo della radiazione solare invernale

Questo requisito intende valutare, in modo qualitativo dal punto di vista energetico ([4]), le potenzialità di utilizzo dell'irraggiamento solare incidente sulle superfici dell'involucro edilizio nel periodo invernale, in relazione al riscaldamento ambientale.
Per la verifica di questo requisito sono stati messi a punto due indicatori specifici, che permettono di valutare l'efficacia della forma degli edifici e della loro distribuzione planimetrica, nel massimizzare le potenzialità di cui sopra, vale a dire l'esposizione delle superfici dell'involucro edilizio all'irraggiamento solare invernale incidente.

Indicatore specifico	a. Efficienza di forma solare

L'efficienza di forma solare rappresenta l'area delle chiusure esterne verticali orientate nei quadranti SE-SO, +/- 20° dal Sud, rispetto all'area totale di involucro. Nel valutare l'area "esposta al sole", si applica un fattore di ponderazione che tiene conto dello scostamento delle facciate dal Sud.

Metodo di verifica:

efficienza di forma solare: $e = A_{sol}/A_{tot}$;

$A_{sol} = (A_e \times s)$; area delle chiusure esterne verticali esposte nei quadranti SE/SO, pesata secondo lo scostamento s dall'orientamento Sud

A_e = area delle chiusure esterne verticali esposte nei quadranti SE/SO

Per tenere conto dell'orientamento, l'area delle chiusure esterne verticali considerate viene pesata secondo:
s = scostamento; se $\chi >= 70°$, allora $s = \sin\chi$, altrimenti $s = 0$
χ = complementare alla proiezione sul piano orizzontale dell'angolo di incidenza

A_{tot} = sommatoria delle aree delle chiusure esterne verticali

e_e = efficienza di forma solare a scala edilizia
e_i = efficienza di forma solare a scala insediativa

$$e_e = \frac{(A_{e1} \times s_1) + (A_{e2} \times s_2)}{(A_{tota})}$$

$$e_i = \frac{(e_{ea} \times A_{tota}) + (e_{eb} \times A_{totb}) + \ldots + (e_{en} \times A_{totn})}{(A_{tota}) + (A_{totb}) + \ldots (A_{totn})}$$

([4]) La valutazione quantitativa dell'effettivo utilizzo energetico della radiazione solare ai fini del riscaldamento ambienti si ha con il requisito R9 (Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate).

nota: i pedici 1,2....sono riferiti alle chiusure esterne verticali, i pedici a,b,...agli edifici

Figura 1: chiusure esterne verticali considerate (esposte nei quadranti SE/SO) e relativo fattore di pesatura (scostamento **s**)

Campo di applicazione

Tale indicatore viene calcolato per tutti gli edifici costituenti l'insediamento oggetto di analisi. Il valore dell'indicatore per l'intero insediamento è costituito dalla media ponderata – rispetto alle relative aree totali di involucro – dei valori dell'indicatore per gli edifici che lo compongono.

Classi di valori:

CLASSI DI VALORI	**0** e < 0,1 **1** 0.1 <= e < 0.2 **2** 0.2 <= e < 0.3 **3** 0.3 <= e < 0.4 **4** 0.4 <= e < 0.5 **5** e >= 0.5

Risultati

Efficienza di forma solare

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato([5])

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 8

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 8

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 8

([5]) media ponderata a scala insediativa dei valori determinati per ciascun edificio, ovvero a scala edilizia.

Efficienza di forma solare

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 8

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 8

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 8

Efficienza di forma solare

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 8

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 8

Indicatore specifico	b. Distanza critica

La distanza critica tra due edifici è definita come la distanza oltre la quale non si hanno ombre portate da un edificio (o altri ostacoli) sull'altro, al culmine solare del solstizio invernale (ore 12 del 21/12). La necessità di controllare tale ombreggiamento riguarda, ovviamente, soltanto le chiusure esterne verticali esposte nei quadranti SE-SO, ovvero potenzialmente "esposte al sole".
Ai fini della valutazione, l'indicatore indica quanto la distanza tra edifici (o altri ostacoli) si avvicina alla distanza critica. La distanza tra chiusura esterna verticale ed eventuale ostacolo contrapposto viene misurata a partire dal baricentro planimetrico delle facciate esposte, lungo la direzione Nord-Sud. La lunghezza $H/tg\alpha$ della proiezione d'ombra degli edifici (o altri ostacoli) contrapposti sarà calcolata sul medesimo asse.
La ponderazione a scala edilizia avviene tenendo conto dello scostamento delle chiusure verticali dall'orientamento ottimale.
Con riferimento all'indicatore specifico R1a, la ponderazione a scala insediativa si applica tenendo conto dell'area delle chiusure esterne verticali convenientemente esposte (Sud ±20°), pesata secondo lo scostamento s dall'orientamento Sud.
I valori della distanza critica superiori a 1 vengono ricondotti ad 1, in quanto non risulta necessario che la distanza tra edificio e ostacolo d_o sia maggiore della lunghezza l_o delle ombre proiettate dagli ostacoli il 21 dicembre alle ore 12.

Metodo di verifica:

distanza critica: $d_c = d_o/l_o$
Qualora il valore di tale rapporto sia superiore ad 1, verrà, ai fini della ponderazione, ricondotto all'unità.

d_o = distanza tra edificio e ostacolo, misurata lungo l'asse Nord-Sud, passante per il punto medio delle chiusure esterne verticali orientate nei quadranti SE/SO([6]);

l_o = lunghezza delle ombre proiettate dagli ostacoli il 21 dicembre alle ore 12 (tempo solare meridiano), misurate sul piano orizzontale, lungo il medesimo asse.

Tale valore viene pesato secondo la scostamento s dall'orientamento Sud, della chiusura esterna verticale considerata (vedi r1a):

s = seχ >= 70°, allora s = sinχ, altrimenti s = χ/90

χ = complementare alla proiezione sul piano orizzontale dell'angolo di incidenza

dc_e= distanza critica a scala edilizia
dc_i = distanza critica a scala insediativa

$$dce = \frac{[(do_1/ lo_1) \times Asol_1] + [(do_2 / lo_2) \times Asol_2]}{(Asol1 + Asol2)}$$

$$dci = \frac{(dc_a \times Atot_a) + (dc_b \times Atot_b) + \ldots + (dc_n \times Atot_n)}{(Atot_a) + (Atot_b) + \ldots + (Atot_n)}$$

nota: i pedici 1,2....sono riferiti alle chiusure esterne verticali, i pedici a,b,...agli edifici.

([6]) Per fronti molto estesi (larghezza/profondità => 4), suddividere il fronte in parti uguali tali per cui l/p<=2

Figura 2: area delle chiusure esterne verticali considerate (quadranti SE/SO)

Campo di applicazione

Tale indicatore viene applicato a tutti gli edifici costituenti l'insediamento oggetto di analisi. Il valore dell'indicatore per l'intero insediamento è la media ponderata – rispetto all'area delle relative facciate "esposte al sole" – dei valori dell'indicatore per gli edifici che lo compongono.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** dc < 0,5 **1** 0.5 <= dc < 0.6 **2** 0.6 <= dc < 0.7 **3** 0.7 <= dc < 0.8 **4** 0.8 <= dc < 0.9 **5** dc >= 0.9

Figura 3: fattore di pesatura delle superfici considerate (scostamento **s**)

Distanza critica

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato([7])

r 1b

Controllo della radiazione solare invernale: distanza media tra edifici

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 12

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

r 1b

Controllo della radiazione solare invernale: distanza media tra edifici

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 12

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

r 1b

Controllo della radiazione solare invernale: distanza media tra edifici

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag.12

([7]) media ponderata a scala insediativa dei valori determinati per ciascun edificio, ovvero a scala edilizia.

Distanza critica

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 10

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 10

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 10

Distanza critica

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 1b

Controllo della radiazione solare invernale: distanza media tra edifici

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 10

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 1b

Controllo della radiazione solare invernale: distanza media tra edifici

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 10

Requisito R2. Utilizzo della ventilazione naturale

Tale requisito valuta l'impiego di sistemi a ventilazione naturale negli edifici, in alternativa a quelli a ventilazione meccanica. Tale opzione ha un'importanza strategica nella politica energetica e ambientale, in quanto permette di ridurre i consumi energetici elettrici connessi all'utilizzo dei ventilatori e le relative emissioni inquinanti dell'aria, con particolare riferimento a quelle climalteranti. A ciò si aggiunge la riduzione dei rischi di potenziale inquinamento biologico, derivante da possibile scarsa manutenzione dei dispositivi di filtraggio nei sistemi di ventilazione meccanica.
La verifica di questo requisito è effettuata tramite un indicatore di tipo qualitativo, per quanto attiene gli effetti energetici ([8]), volto a valutare la potenzialità del progetto ai fini dell'utilizzo di sistemi di ventilazione naturale, tramite l'analisi della collocazione delle aperture sulle chiusure esterne di tutte le unità abitative nei diversi edifici.

Indicatore specifico	a. Percentuale di unità abitative, sul totale, con potenzialità di ventilazione naturale ([9])

Si intendono unità abitative con ventilazione passante da vento, quelle con aperture su pareti esterne non complanari, di cui almeno una in posizione sopravento, con *coefficiente di pressione* positivo ed almeno una in posizione sottovento, con *coefficiente di pressione* negativo ([10]); le unità con ventilazione da effetto camino sono, invece, quelle con aperture sulla medesima parete esterna, o su pareti non complanari anche in posizione sottovento, poste ad *altezze diverse*.
Come parziale verifica quantitativa della portata d'aria ottenibile da ventilazione naturale, si è effettuato il calcolo della portata d'aria potenziale in due unità abitative tipo, rappresentative delle due categorie sopra riportate.
Nella prima categoria (unità con ventilazione passante da vento), il calcolo è stato effettuato utilizzando il modello empirico di Aynsley, basato sul differenziale di pressione tra le aperture esterne ([11]), alle condizioni di direzione prevalente e relativa frequenza, e velocità media annuale della località in esame ([12]); il dato di velocità del vento è corretto utilizzando correlazioni empiriche basate su test in galleria del vento, per tener conto delle condizioni specifiche del sito (geomorfologia, tipo di vegetazione e contesto costruito).
Nella seconda categoria (unità con ventilazione da effetto camino), il calcolo è stato effettuato utilizzando un algoritmo semplificato, desunto dall'equazione di Bernoulli sui gas ideali ([13]), per valori di temperatura esterna media annuale della località in esame, ricavata dalla norma UNI 10349, e di temperatura interna media tra le temperature di set point invernale (20 °C) ed estiva (26 °C).

([8]) La valutazione quantitativa dell'effettivo utilizzo energetico dei sistemi di ventilazione naturale si ha con il requisito R9 (Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate).

([9]) Ventilazione passante da vento o ventilazione a lato singolo da effetto camino.

([10]) Per una definizione di *coefficiente di pressione*, nonché approfondimenti sull'aerodinamica degli edifici, si veda: Grosso, M., *Il Raffrescamento passivo degli edifici*, pp. 410-424, Maggioli, Rimini, 1997.

([11]) Si veda: Grosso, M., *Op. cit.*, p. 417.

([12]) Desunti da: *Dati per la progettazione edile ed impiantistica*, Appendice 1 alla *Guida al controllo energetico della progettazione*, CNR-PFE, Sottoprogetto RERE, Roma, 1982.

([13]) Si veda: Grosso, M., *Op. cit.*, p. 420.

Metodo di verifica

Pvent = percentuale di unità abitative, sul totale, con ventilazione passante da vento (aperture alla stessa altezza, su pareti non complanari) o con ventilazione a lato singolo da effetto camino (aperture ad altezza diversa).

Uvent = numero unità abitative ventilate naturalmente
Utot = numero unità abitative totali

$Pvent_e$ = percentuale di unità abitative ventilate naturalmente a scala edilizia
$Pvent_i$ = percentuale di unità abitative ventilate naturalmente a scala insediativa

$$Pvent_e = \frac{Uvent}{Utot} \quad [\%]$$

$$Pvent_i = \frac{Uvent_a + Uvent_b + \ldots + Uvent_n}{Utot_a + Utot_b + \ldots + Utot_n} \quad [\%]$$

nota: i pedici a,b,....sono riferiti sono riferiti agli edifici

Figura 4: unità abitative con potenzialità di ventilazione naturale

Campo di applicazione:

Tale indicatore viene applicato a tutti gli edifici costituenti l'insediamento oggetto di analisi. L'angolo d'incidenza del vento, di riferimento per la valutazione dell'esposizione delle facciate degli edifici, è quello relativo alla direzione prevalente annuale.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** Pvent < 40 **1** 40% ≤ Pvent < 50% **2** 50% ≤ Pvent < 60% **3** 60% ≤ Pvent < 70% **4** 70% ≤ Pvent < 80% **5** Pvent > 80%

Risultati

Potenzialità di ventilazione naturale

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento ([14])

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 16

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 16

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 16

([14]) media a scala insediativa dei valori determinati per ciascun edificio, ovvero a scala edilizia.

Potenzialità di ventilazione naturale

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 2

Utilizzo della ventilazione naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 13

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 2

Utilizzo della ventilazione naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 13

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata per i corpi residenziali ed attribuita all'intero insediamento

r 2

Utilizzo della ventilazione naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 13

Potenzialità di ventilazione naturale

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 2

Utilizzo della ventilazione naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 13

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 2

Utilizzo della ventilazione naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 13

Esigenza	QASE. Qualità ambientale degli spazi esterni

I requisiti R3 e R4 valutano la distribuzione degli edifici e degli spazi esterni, nell'insediamento in esame, in relazione all'efficacia delle interazioni con i flussi d'aria, rispettivamente, nella stagione invernale e in quella estiva, ai fini di minimizzare gli effetti negativi sul benessere termoigrometrico. La verifica di tali requisiti, di tipo qualitativo, richiede sia svolta un'analisi preliminare che riguarda:

- il reperimento dei valori di direzione prevalente, per la stagione estiva e invernale, riferiti alla stazione meteorologica più vicina al sito in esame ([15]);
- l'eventuale correzione di tale dato, per tenere conto dell'effetto barriera di possibili ostruzioni esterne all'insediamento analizzato;
- la rappresentazione degli effetti dei flussi d'aria negli spazi esterni, rispetto alle direzioni del vento stagionali prevalenti, tramite la determinazione del nucleo delle scie che si formano sottovento agli edifici e alle barriere in genere, corrispondenti alle zone di calma.

Tali requisiti risultano in conflitto tra di loro, se le direzioni prevalenti invernale e estiva coincidono. In tal caso diventa determinante il peso da attribuire ai requisiti stessi, che dipende dalla destinazione d'uso degli edifici.

Requisito	R3. Controllo della dinamica dei venti invernali

Tale requisito valuta il progetto in relazione alla massima estensione delle zone di calma negli spazi esterni, al fine di minimizzare i possibili effetti negativi sul benessere termoigrometrico, causati dal vento invernale freddo.

Indicatore specifico	a. Fattore di protezione dai venti invernali

Percentuale di superficie di spazio esterno, rispetto all'area del lotto non occupata da edifici, protetta dai venti prevalenti invernali; tale percentuale corrisponde alla superficie relativa delle zone di calma (nuclei delle scie sottovento agli edifici e barriere in genere).

Metodo di verifica:

La determinazione delle dimensioni delle scie e del relativo nucleo (zone di calma), sottovento agli edifici e alle barriere in genere, è effettuata utilizzando modelli empirici ricavati da tests in galleria del vento, riferiti a solidi geometrici regolari e modulari ([16]). I diagrammi basati su tali modelli sono adattati alle caratteristiche morfologiche degli edifici dell'insediamento in esame, tramite interpolazioni lineari.

fattore di protezione dai venti invernali: f_{pvi} = Apro/Aest;

([15]) La fonte è quella della nota (8), coincidente con i dati della norma UNI 10349:1994/EC "*Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici*", Milano, 1997.

([16]) Nel presente studio si utilizzano i diagrammi di scia del Boutet, come descritti in Grosso, M., Op. cit., p. 267-274

Apro = area spazio esterno protetta dai venti prevalenti invernali
Aest = area totale spazio esterno

Campo di applicazione:

Lo spazio esterno dell'insediamento, costituito dalla superficie del lotto non occupata da edifici.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** fpvi = 0% **1** 0% <= fpvi < 10% **2** 10% <= fpvi < 20% **3** 20% <= fpvi < 30% **4** 30% <= fpvi < 50% **5** fpvi >= 50%

Risultati

Protezione dai venti invernali

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per l'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 24

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per l'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 19

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per l'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 19

Protezione dai venti invernali

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 3

Controllo della dinamica dei venti invernali

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 16

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 3

Controllo della dinamica dei venti invernali

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 16

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ai soli corpi residenziali ed attribuita all'intero insediamento

r 3

Controllo della dinamica dei venti invernali

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 16

Protezione dai venti invernali

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 3

Controllo della dinamica dei venti invernali

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 16

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 3

Controllo della dinamica dei venti invernali

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 16

Requisito R4. Controllo della dinamica dei venti estivi

Tale requisito valuta il progetto in relazione alla minima estensione delle zone di calma negli spazi esterni, al fine di massimizzare i possibili effetti positivi sul comfort prodotti dal vento estivo, che è proporzionale alla velocità dell'aria.

Indicatore specifico	a. Fattore di esposizione ai venti estivi

Percentuale di superficie di spazio esterno, rispetto all'area del lotto non occupata da edifici, esposta ai venti prevalenti estivi; tale percentuale corrisponde alla superficie relativa esterna alle zone di calma (nuclei delle scie sottovento agli edifici e barriere in genere).

Metodo di verifica:

Come per il requisito r 3:

fattore di esposizione ai venti estivi: f_{eve} = [(Aest - Apro) / Aest];

Apro = area spazio esterno protetta dai venti prevalenti estivi
Aest = area totale spazio esterno

Campo di applicazione:

Lo spazio esterno dell'insediamento, costituito dalla superficie del lotto non occupata da edifici.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** f_{eve} = 0% **1** 0% <= f_{eve} < 10% **2** 10% <= f_{eve} < 20% **3** 20% <= f_{eve} < 30% **4** 30% <= f_{eve} < 50% **5** f_{eve} >= 50%

Risultati

Esposizione ai venti estivi

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per l'intero insediamento

r 4

Controllo della dinamica dei venti estivi

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Appendice B1 a pag. 27

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per l'intero insediamento

r 4

Controllo della dinamica dei venti estivi

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 22

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per l'intero insediamento

r 4

Controllo della dinamica dei venti estivi

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 22

Esposizione ai venti estivi

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 18

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 18

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ai soli corpi residenziali ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 19

Esposizione ai venti estivi

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 4

Controllo della dinamica dei venti estivi

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 18

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 4

Controllo della dinamica dei venti estivi

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 19

Esigenza CCR. Contenimento del consumo di risorse

Tale classe comprende un'ampia serie di requisiti relativi

- all'uso di materiali, componenti ed elementi ecocompatibili;
- all'uso dell'isolamento termico;
- alla sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate;
- al controllo degli apporti energetici da soleggiamento estivo;
- all'uso dell'inerzia termica per le climatizzazione estiva e invernale.

I requisiti d'ecocompatibilità relativi all'uso dei materiali, dei componenti e degli elementi tecnici previsti nei progetti del P.O. – R5, R6, R7 – sono stati valutati in relazione agli impatti ambientali dei medesimi nelle fasi di produzione fuori opera. Una verifica analitica dettagliata di tali impatti avrebbe implicato l'applicazione del metodo LCA (17) a tutti i materiali indicati nei documenti di progetto, secondo le quantità dichiarate o da calcolarsi.
Considerando gli obiettivi del presente lavoro e le caratteristiche dei dati disponibili sui progetti, la verifica è stata effettuata utilizzando indicatori "di sintesi", determinati con calcoli semplificati, sulla base delle informazioni contenute nei documenti di progetto. In tale ottica, l'*unità funzionale* di riferimento per la verifica è l'*elemento* stesso – materiale, componente o prodotto (di seguito denominato *elemento*) – collocato all'interno del sistema di classificazione della norma UNI 8290 ([18]), che si assume come riferimento. Tutti gli indicatori relativi ai requisiti sopra indicati sono fattori percentuali, che indicano la quantità relativa di "elementi" che soddisfano il requisito, rispetto alla massa totale degli "elementi" che compongono l'edificio. I dati relativi agli "elementi" sono ricavati dai capitolati speciali, dalle relazioni tecniche e dai computi metrici, allegati al progetto. Di seguito si riporta l'abaco degli indici d'impatto relativi agli elementi, materiali e componenti di progetto analizzati.

Tabella 1: indici di impatto relativi agli elementi, materiali e componenti di progetto analizzati: i valori – da 0 a 5 – indicano effetti positivi crescenti per i tre parametri.

Materiali, elementi, componenti	R7 CARICO AMBIENTALE	R14 POTENZIALE DI RICICLABILITA'	R18 EMISSIONI TOSSICHE
cls (cemento, sabbia, ghiaia)	3	2	4
magrone	3	2	4
sottofondo cemento magro	3	2	4
cls di sabbia e ghiaia	3	2	4
sottofondo sabbia e cemento	3	2	4
acciaio	2	5	4
lamiera di acciaio	2	5	4
telaio in acciaio	2	5	4
alluminio	2	5	5
telaio metallico	2	5	5

([17]) Life Cycle Assessment, sulla base dei criteri definiti dalle norme ISO serie 10040.

([18]) UNI 8290: Edilizia residenziale, Sistema tecnologico, Classificazione e terminologia; Il sistema tecnologico edilizio è suddiviso in classi di unità tecnologiche (ad esempio, chiusure esterne), unità tecnologiche (ad esempio, chiusura esterna trasparente), classi di elementi tecnici (ad esempio, pareti esterne), elementi tecnici (pareti esterne opache).

lamiera in zinco titanio			5
lamiera in ferro zincata			
intonaco di calce e gesso	5	1	4
malta di calce	5	1	4
intonaco di gesso puro	5	1	5
intonaco di cemento, sabbia, calce	3	1	4
intonaco di cemento e polvere di marmo	3	1	4
mattoni semipieni	5	3	5
tavelloni in laterizio	5	3	5
blocchi in laterizio (pieni, forati)	5	3	5
blocchi porizzati in laterizio	5	3	5
blocchi in cls	3		4
soletta in laterocemento	4	2	5
pannelli in fibra di legno	4	3	5
pannelli in fibra di vetro	4	1	4
polistirene espanso	3	1	4
polietilene espanso	1	3	4
poliuretano	2	1	2
isolante in feltro			
barriera al vapore in alluminio	2	5	5
PVC in fogli	4	3	1
idropittura per esterni		1	
idropittura per inteni		1	
tinta a smalto		1	
vernice antiumido (resine epossidiche)			
legno	5	3	5
legno di pino	5	3	5
legno di larice	5	3	5
legno di abete	5	3	5
legno lamellare in abete			
pavimento in legno	5	3	
piastrelle in ceramica	4	3	4
piastrelle in cemento e ghiaia	4	3	3
pavimento in gomma	3	1	3
asfalto	3		4
lastre in pietra naturale	5	3	5
ciottoli e pietre frantumate	4	3	5
ghiaia	4	3	5
vetro	4	4	5
foglio in velovetro	4		
lastre in cartongesso	5	3	4
pannelli in fibra/lana minerale	4	1	4
pannelli di acciaio microperforati	2	5	4

Per i requisiti d'ecocompatibilità relativi all'uso dell'isolamento termico R8, e dell'inerzia termica per la climatizzazione estiva e invernale R11, si è scelto di fare riferimento, laddove manchino esplicite e congruenti dichiarazioni a riguardo, alle proprietà termofisiche di elementi, materiali e componenti di seguito elencate

Tabella 2 proprietà termofisiche di elementi, materiali e componenti di progetto analizzati.

MATERIALI		ELEMENTI	λ W/mK	ρ Kg/m³	c_p Wh/KgK
ARIA		aria immobile a 293°K	0,026	1,3	0,278
		intercapedine			
CALCESTRUZZI con aggregati naturali		cemento cellulare	0,107	300	0,331
			0,148	500	
			0,256	700	
		cls (cemento, sabbia, ghiaia)	0,94	1800	0,233
		massetto alleggerito argilla espansa	0,35	1100	0,233
		magrone	1,06	1900	0,239
		sottofondo cemento magro	1,16	2000	0,244
		cls di sabbia e ghiaia	1,48	2200	0,25
		sottofondo sabbia e cemento	1,91	2400	0,256
		blocchi in cls			
METALLI	acciaio	acciaio	52	7800	0,128
		telaio in acciaio			
		pannelli di acciaio microperforati			
		lamiera di acciaio	52	8000	0,128
	alluminio	alluminio	220	2700	0,251
		barriera al vapore in alluminio			
	zinco titanio	lamiera in zinco titanio		7150	
	ferro zincato	lamiera in ferro zincata	90	7800	0,123
	rame	rame	380	8900	0,107
INTONACI - MALTE		malte di gesso per intonaci o in pannelli con inerti di vario tipo	0,29	600	0,264
			0,35	750	0,264
			0,41	900	0,264
			0,47	1000	0,264
			0,58	1200	0,264
		int. di gesso puro	0,35	1200	0,264
		int. calce e gesso	0,7	1400	0,264
		int. di calce o calce e cemento	0,9	1800	0,264
		malta di cemento	1,4	2000	0,264
LATERIZI mattoni vari tipi		mattoni semipieni	0,632	1600	0,226
		tavelloni in laterizio	0,364	850	0,212
		blocchi pieni in laterizio	0,8	1100	0,217
		blocchi forati in laterizio	0,7	800	0,212
		blocchi porizzati farina di legno	0,183	800	0,278
		blocchi porizzati argilla espansa	0,27	900	0,214
SOLAI IN GENERE		solette in laterocemento	0,56	800	0,212
			0,55	950	0,216
			0,66	1100	0,219
			0,9	2000	0,233
		solai predalle	0,65	1450	0,265
		solette in legnocemento	0,53	1125	0,29

FIBRE MINERALI E NATURALI	pannelli in fibra di legno	0,04	30	0,384
		0,058	32	0,384
	pannelli in fibra di vetro semi-rigidi	0,04	30	0,157
	pannelli in fibra di vetro rigidi	0,038	100	0,234
	pannelli in fibra minerale rigidi	0,039	80	
		0,038	125	
	pannelli in sughero puro	0,045	130	0,556
	pannelli in sughero con leganti	0,043	90	0,556
		0,052	200	0,556
	isolante in feltro		50	
MATERIE PLASTICHE	polistirene espanso estruso senza pelle	0,034	50	0,337
	polistirene espanso estruso con pelle	0,035	35	0,337
	polistirene espanso sinterizzato	0,047	15	0,349
	polietilene espanso		33	
	poliuretano	0,04	37	0,442
	pavimento in gomma	0,16	1150	0,417
	PVC in fogli	0,16	1400	0,244
IDROPITTURE, TINTE, VERNICI	idropittura per esterni		1500	
	idropittura per interni		1500	
	tinta a smalto		1300	
	vernice antiumido (resine epossidiche)		1200	
LEGNAMI	legno	0,12	450	0,348
	legno di pino	0,15	550	0,348
	legno di abete			
	legno di larice	0,17	660	0,348
	pavimento in legno	0,22	850	0,348
	legno lamellare in abete		500	
PIASTRELLE di vario tipo	piastrelle in ceramica		850	
		1	2300	0,222
		1,16	2400	0,222
	piastrelle in cemento e ghiaia	1,4	2000	0,244
ROCCE NATURALI	lastre in pietra naturale	3	2700	0,222
MAT. SFUSI E DI RIEMPIMENTO	ciottoli e pietre frantumate	0,7	1500	0,234
	ghiaia	1,2	1700	0,234
	sabbia secca	0,6	1700	0,234
VETRO	vetro	1	2500	0,089
	foglio in velovetro		1500	
CARTA E DERIVATI	lastre in cartongesso	0,21	900	0,417
MAT. PER IMPERMEAB.	asfalto	0,7	2100	0,257
	bitume	0,17	1200	0,222

Requisito	R5. Uso di materiali, componenti ed elementi dotati di certificazione ecologica

Tale requisito valuta il progetto in relazione all'incidenza di elementi dotati di certificazione ecologica. La certificazione ecologica di un prodotto – espressa, generalmente, attraverso un marchio o un'etichetta (labelling) – può essere effettuata secondo le seguenti tre categorie tipologiche d'etichettatura, individuate dall'ISO:

- Tipo I – etichette ecologiche sottoposte a certificazione esterna (*ecolabels*) ([19]);
- Tipo II – etichette ecologiche che riportano un "autodichiarazione" sulle caratteristiche ecologiche del prodotto ([20]);
- Tipo III – etichette ecologiche che riportano informazioni di tipo quantitativo sui potenziali impatti ambientali associati al ciclo di vita di un prodotto (attestazione), elaborate in base a parametri prestabiliti e sottoposte ad un controllo indipendente ([21]).

Indicatore specifico	a. Percentuale di materiali, componenti, elementi, dotati di certificazione ecologica, rispetto al totale

Metodo di verifica:

La verifica è stata effettuata determinando, per le principali classi di elementi tecnici, le percentuali ponderate sulla massa di prodotti edilizi muniti di certificazione, autodichiarazione o attestazione di compatibilità ecologica; tale calcolo è effettuato sulla quantità dei prodotti edilizi corrispondenti ad elementi, componenti o materiali omogenei e, quindi, rapportato alla massa totale dei prodotti previsti. Nell'attribuzione del valore di ciascun elemento, ai fini del calcolo della percentuale complessiva, si è altresì tenuto conto del diverso peso delle certificazioni, normalizzando l'indice di impatto secondo lo schema seguente:

Tipo di impatto	Livello di impatto	Indice di impatto	Indice normalizzato
certificazione ecologica	privo di certificazione	no	0
	provvisto di autodichiarazione (tipo II ISO)	si II	0,6
	provvisto di attestazione (tipo III ISO)	si III	0,8
	provvisto di etichetta ecologica (tipo I ISO)	si I	1

Campo di applicazione:

L'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

([19]) UNI EN ISO 14024:1999, Environmental label and declarations. Type I environmental labelling.

([20]) UNI EN ISO 14021:1999, Environmental label and declarations. Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling).

([21]) UNI EN ISO 14025:1999, Environmental label and declarations. Type III environmental declarations. Guideline of principles and procedures.

Classi di valori

CLASSI DI VALUTAZIONE

CLASSE	P norm.	TIPO DI CERTIFICAZIONE		
		Tipo II ISO	Tipo III ISO	Ecolabel/Tipo I ISO
0	< 20%	< 60%	< 40%	< 20%
1	< 40%	< 80%	< 60%	< 40%
2	< 60%	< 100%	< 80%	< 60%
3	< 80%	= 100%	< 100%	< 80%
4	< 100%		= 100%	< 100%
5	= 100%			= 100%

tipo II ISO: autodichiarazione sulle caratteristiche ecologiche del prodotto (Self-declared environmental claim)
tipo III ISO: attestazione di compatibilità ecologica (Environmental declarations)
tipo I ISO: etichette ecologiche sottoposte a certificazione esterna (Environmental labelling)

Risultati

Materiali, componenti, elementi, dotati di certificazione ecologica

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 5

Uso di materiali, componenti ed elementi provvisti di certificazione ecologica

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 31

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 5

Uso di materiali, componenti ed elementi provvisti di certificazione ecologica

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 26

Materiali, componenti, elementi, dotati di certificazione ecologica

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 5

Uso di materiali, componenti ed elementi provvisti di certificazione ecologica

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 26

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 5

Uso di materiali, componenti ed elementi provvisti di certificazione ecologica

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 21

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 5

Uso di materiali, componenti ed elementi provvisti di certificazione ecologica

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 21

Materiali, componenti, elementi, dotati di certificazione ecologica

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 5

Uso di materiali, componenti ed elementi provvisti di certificazione ecologica

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 21

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 5

Uso di materiali, componenti ed elementi provvisti di certificazione ecologica

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 23

Requisito R6. Uso di materiali, componenti , elementi riciclati

Questo requisito intende valutare l'incidenza degli elementi derivati da processi di riciclaggio, rispetto alla massa totale degli elementi impiegati nell'edificio. Le informazioni a riguardo sulle caratteristiche degli elementi previsti nel progetto, sono ricavate, quando presenti, dal Capitolato Speciale d'Appalto e dalle relazioni tecniche di progetto. In caso contrario, l'attribuzione di "materiale riciclato" ad un dato elemento è assunta sulla base della probabilità di tale attribuzione, desunta da dati di letteratura.

Indicatore specifico	a. Percentuale di materiali, componenti, elementi riciclati, rispetto al totale

Metodo di verifica:

La verifica è stata effettuata identificando, per le principali classi di elementi tecnici, i materiali derivanti da processi di riciclaggio; e calcolandone la massa in rapporto alla massa totale dei prodotti previsti in progetto.
Considerando le difficoltà a reperire dati analitici sulla provenienza dei materiali, la normalizzazione ai fini dell'assegnazione della classe di valore è effettuata secondo un approccio "on-off", come da scheda seguente:

Tipo di impatto	Livello di impatto	Indice di impatto	Indice normalizzato
incidenza del riciclaggio	non riciclato	no	0
	riciclato	si	1

Campo di applicazione:

L'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	
	0 materiali, elementi e componenti riciclati < 20% **1** 20% ≤ materiali, elementi e componenti riciclati < 35% **2** 35% ≤ materiali, elementi e componenti riciclati < 50% **3** 50% ≤ materiali, elementi e componenti riciclati < 75% **4** 75% ≤ materiali, elementi e componenti riciclati < 85% **5** materiali, elementi e componenti riciclati ≥ 85%

Risultati

Materiali, componenti, elementi riciclati.

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 6

Uso di materiali, componenti ed elementi riciclati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 35

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 6

Uso di materiali,componenti ed elementi riciclati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 30

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

r 6

Uso di materiali,componenti ed elementi riciclati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 30

Materiali, componenti, elementi riciclati.

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 27

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 27

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ad un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 28

Materiali, componenti, elementi riciclati.

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 6

Uso di materiali,componenti ed elementi riciclati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 26

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 6

Uso di materiali,componenti ed elementi riciclati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 28

Requisito	R7. Uso di materiali, componenti ed elementi a ridotto carico ambientale

Questo requisito intende valutare l'incidenza di materiali, componenti e elementi a ridotto carico ambientale. Tale carico è associato alla fase di produzione fuori opera. La valutazione di tale requisito si basa su dati LCA di secondo livello ([22]), desumibili da banche dati contenenti "ecoprofili" dei materiali di uso corrente in edilizia ([23]).

Indicatore specifico	a. Percentuale di materiali, componenti, elementi, dotati di ridotto carico ambientale, rispetto al totale

Metodo di verifica:

La verifica è stata effettuata determinando, per le principali classi di elementi tecnici, gli elementi dotati di ridotto carico ambientale sul totale degli elementi previsti in progetto. Il calcolo è effettuato sulla massa degli elementi, componenti o materiali omogenei a ridotto carico ambientale, rapportata alla massa totale dei prodotti previsti. Per la valutazione della riduzione del carico ambientale ad ogni elemento è associato un valore, che varia da 1, per elementi a elevato carico ambientale e energia incorporata, a 5, per elementi con ridotto carico ambientale. Tale scala di valori porta al calcolo dell'indice normalizzato secondo lo schema seguente:

Tipo di impatto	Livello di impatto	Indice di impatto	Indice normalizzato
carico ambientale	carico ambientale molto elevato	1	0
	carico ambientale elevato	2	0,25
	carico ambientale medio	3	0,5
	carico ambientale basso	4	0,75
	carico ambientale molto basso	5	1

Campo di applicazione:

L'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale < 20% **1** 20% ≤ materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale < 35% **2** 35% ≤ materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale < 50% **3** 50% ≤ materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale < 75% **4** 75% ≤ materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale < 85% **5** materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale >= 85%

([22]) Dati rielaborati da: *Sistema di Valutazione dell'Eco-compatibilità delle Opere Temporanee*, a cura di Roberto Giordano, Paolo Revellino e Life Cycle Engineering; banche dati disponibili, tra cui il *Boustead Model v4.*; studi specifici presenti in letteratura.

([23]) Si veda: Giordano, R. , *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche nel ciclo di vita*, tesi dottorato in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente, Politecnico di Milano.

Risultati

Materiali, componenti, elementi, dotati di ridotto carico ambientale
1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto
r 7 Uso di materiali, componenti ed elementi con ridotto carico ambientale   La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 39
2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto
r 7 Uso di materiali, componenti ed elementi con ridotto carico ambientale   La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 34
3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto
r 7 Uso di materiali, componenti ed elementi con ridotto carico ambientale   La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 34

Materiali, componenti, elementi, dotati di ridotto carico ambientale

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 33

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 33

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ad un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 33

Materiali, componenti, elementi, dotati di ridotto carico ambientale

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 7

Uso di materiali, componenti ed elementi con ridotto carico ambientale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 31

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 7

Uso di materiali, componenti ed elementi con ridotto carico ambientale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 33

Requisito R8. Uso dell'isolamento termico

Tale requisito valuta l'uso dell'isolamento termico, nelle chiusure opache e trasparenti degli edifici in progetto, in relazione alla potenzialità di contenimento del consumo di risorse energetiche per il riscaldamento invernale ([24]).

Indicatore specifico a. Coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato

La verifica è effettuata calcolando il flusso termico che attraversa una superficie unitaria dell'involucro, per ogni grado di differenza di temperatura e nell'unità di tempo([25]). Il coefficiente è calcolato per ogni tipo di chiusura esterna (parete, serramento..) e, quindi, ponderato in rapporto alla superficie relativa della chiusura stessa, rispetto al totale della superficie d'involucro.

Per il calcolo di tale coefficiente vengono considerate tutte le superfici di involucro che delimitano vani abitabili.

Metodo di verifica:

Ump [W/m²K] = coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio (elementi opachi e trasparenti), ricavato dagli elaborati di progetto o calcolato come segue:

- Elementi opachi: $U= [1/(1/h_e+S(s_i/\lambda_i)+1/h_i)]$

  h_e= coeff. di scambio termico liminare esterno, [W/m²K]
  s_i= spessore strato i-esimo, [m]
  λ_i= conduttività termica strato i-esimo [W/m²K]
  h_i= coeff. di scambio termico liminare interno, [W/m²K]

- Elementi trasparenti: $U= [A_v K_v + A_t K_t + L_v \Psi_l] / [A_v + A_t]$

  A_v= area del componente trasparente [m²]
  A_t= area del telaio [m²]
  K_v= trasmittanza termica del componente trasparente [W/m²K]
  K_t= trasmittanza termica del telaio [W/m²K]
  L_v= lunghezza perimetrale del componente trasparente [m]
  Ψ_l= trasmittanza termica lineica [W/mK], da considerarsi solo in caso di vetro multistrato, dovuta alla presenza del distanziatore posto tra i due vetri in corrispondenza del telaio

Il valore del coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato di ciascuna chiusura esterna verticale o orizzontale (composte da una molteplicità elementi tecnici), viene calcolato ponderandone le proprietà caratteristiche di ciascun elemento rispetto alla relativa superficie, come di seguito descritto:

Ump_c = coeff. di trasmissione del calore medio ponderato di ciascuna chiusura esterna

([24]) La valutazione degli effetti di tale requisito sul fabbisogno energetico si ha con il requisito R9 (Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate), nella definizione del Fabbisogno energetico di riferimento, basato sul calcolo del FEN (il cui valore si riduce con l'incremento di isolamento termico).

([25]) In accordo con: Legge 10 gennaio 1991 n. 10 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"; DPR 26 agosto 1993 n. 412; UNI 7357-54; UNI 10344; UNI 10345; UNI 10346; UNI 10350; UNI 10351; UNI 10355; UNI 10379

$$Ump_c = \frac{(U_1 \times A_1) + (U_2 \times A_2) + \ldots + (U_n \times A_n)}{A_1 + A_2 + \ldots + A_n}$$

A = superficie occupata da ogni insieme di elementi omogenei
U = coeff. di trasmissione del calore dell'elemento tecnico considerato

La ponderazione a scala di edificio e/o di insediamento avviene come descritto:

fc = fattore di correzione che tiene conto dell'orientamento della chiusura, da UNI 7357-74 = N:1,2; NE:1,2; E:1,15; SE:1,10; S:1; SO:1,05; O:1,10; NO:1,15
A_c = area della chiusura (elementi opachi e trasparenti) considerata
Ump_c = coeff. di trasmissione del calore medio ponderato della chiusura considerata
A_{tot} = sommatoria delle aree delle chiusure considerate
Ump_e = coeff. di trasmissione del calore medio ponderato a scala edilizia
Ump_i = coeff. di trasmissione del calore medio ponderato a scala insediativa

$$Ump_e = \frac{(Ump_{c1} \times A_{c1} \times fc_1)+(Ump_{c2} \times A_{c2} \times fc_2)+\ldots+ (Ump_{c4} \times A_{c4} \times fc_4)}{A_{tot}}$$

$$Ump_i = \frac{(Ump_{ea} \times A_{tota}) + (Ump_{eb} \times A_{totb}) + \ldots + (Ump_{en} \times A_{totn})}{A_{tota} + A_{totb} + \ldots + A_{totn}}$$

nota: i pedici 1,2....sono riferiti sono riferiti agli elementi tecnici, i pedici a,b,...agli edifici

Figura 5: elementi considerati per il calcolo del coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato

Campo di applicazione:

Tutti gli edifici del complesso insediativo. Il valore finale dell'indicatore è dato dalla media dei valori relativi ai singoli edifici, ponderata rispetto alla superficie d'involucro totale di ogni edificio.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** Ump > 1,0 **1** 1,0 => Ump > 0.9 **2** 0,9 => Ump > 0.8 **3** 0,8 => Ump > 0.7 **4** 0,7 => Ump > 0.6 **5** Ump <= 0.6

Risultati

Coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato([26])

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 43

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 38

([26]) media ponderata a scala insediativa dei valori determinati per ciascun edificio (scala edilizia).

Coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato

r 8

Uso dell'isolamento termico

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 38

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 8

Uso dell'isolamento termico

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 39

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 8

Uso dell'isolamento termico

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 39

Coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ad un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 38

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 36

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 38

Requisito	R9. Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

Tale requisito valuta l'incremento – rispetto alla prassi corrente e all'uso di combustibili fossili non gassosi – dell'efficienza energetica di second'ordine (energia primaria), in relazione alla climatizzazione e produzione di energia dei sistemi edificio-impianto, determinato dalla riduzione del fabbisogno (misure di conservazione energetica e di aumento dell'efficienza degli impianti) e dall'utilizzo di sistemi energetici basati su fonti rinnovabili.
L'efficienza energetica ambientale è qui definita come rapporto tra il *fabbisogno d'energia primaria effettivo*, al netto della quota prodotta con fonti rinnovabili, dell'edificio – o complesso di edifici – da analizzare, e un *fabbisogno d'energia primaria di riferimento*, basato su fonti non rinnovabili, per gli stessi edifici. Quest'ultimo rappresenta il *benchmark* ed è determinato sulla base di procedure previste da normative specifiche (come nel caso del FEN limite, previsto dai decreti attuativi della L. 10/91, per quanto riguarda il riscaldamento ambienti) o da metodologie desunte dalla letteratura, nei casi in cui non esistano norme di riferimento ([27]).
Il fabbisogno d'energia primaria – inteso come previsione di consumo di risorse energetiche alla fonte – è determinato moltiplicando il fabbisogno energetico effettivo – vale a dire, all'uso finale – per i coefficienti di conversione, da uso finale a energia primaria, applicati pro quota, in relazione alla fonte energetica utilizzata ([28]), come indicati nel metodo di verifica.
Tale efficienza risulta tanto maggiore:

- quanto maggiore sarà la riduzione del fabbisogno energetico effettivo rispetto al fabbisogno energetico limite;
- quanto maggiore sarà la quota di energia fornita da fonti alternative a quelle di riferimento;
- quanto maggiore risulta la sostenibilità ambientale di dette fonti (in ordine decrescente: rinnovabili, ibride, gas).

Indicatore specifico	Fattore di efficienza energetica ambientale dei sistemi di: a1. riscaldamento; a2. produzione acs; a3. ventilazione; a4. raffrescamento; a5. illuminazione/elettrodomestici

Il fattore di efficienza energetica ambientale (F_{eea}), definito analiticamente nella scheda che segue, varia, per quanto attiene la valutazione in oggetto, da 0 (fabbisogno d'energia primaria effettivo pari al valore di *benchmark*) a 1 (fabbisogno d'energia primaria effettivo totalmente coperto da fonti rinnovabili). In teoria, il F_{eea} può anche avere valori superiori a 1 (sistemi di produzione energetica positiva) o negativi (sistemi con fabbisogni superiori al livello di benchmark).
Il F_{eea} può essere utilizzato come indicatore unico, con il vantaggio di consentire la valutazione dell'efficienza energetica ambientale dell'edificio, indipendentemente dal sistema a cui si applica.

([27]) Il concetto di efficienza energetico-ambientale qui utilizzato, con i relativi parametri e procedura di calcolo, sono desunti dall'attività del Sottogruppo *Energia* del GL13 della CPE dell'UNI..

([28]) I coefficienti qui utilizzati sono desunti, con qualche adattamento, dal D.M. Circolare MICA 7 maggio 1992, n. 220F, in attuazione dell'Art. 11 della legge 10/1991: "*Concessione di contributi in conto capitale per iniziative finalizzate al risparmio energetico e all'utilizzazione di fonti rinnovabili di energia o assimilate*".

Metodo di verifica:

Fattore d'Efficienza Energetica Ambientale: $f_{eea} = (FEP_{rif} - FEP_{eff})/FEP_{rif}$;

FEP = Fabbisogno annuo d'Energia Primaria dell'edificio in progetto, normalizzato rispetto all'uso di idrocarburi e combustibili fossili non gassosi; tale normalizzazione si effettua moltiplicando il fabbisogno d'energia finale (FEF) - per ogni utilizzo (a1, a2, a3, a4, a5) - per il fattore di conversione relativo alla fonte energetica utilizzata, determinato adattando i valori previsti dal DM Circ. MICA 7/5/92 n. 220F (Art. 11 della legge 10/1991).

nota: I pedici "rif " e "eff " significano: di riferimento ed effettivo, quest'ultimo relativo alla proposta di progetto.

Fattori di conversione:

- fonti rinnovabili = 0 (ventilazione naturale);
  0,01 (solare termico);
  0,02 (solare fotovoltaico);
  0,02 (geotermico indiretto);
- ibride = 0,5;
- gas = 0,75;
- idrocarburi e combustibili fossili non gassosi = 1;
- elettricità = 2,67.

FEP_{rif} = Fabbisogno (annuo) d'Energia Primaria di riferimento, determinato moltiplicando i fattori di conversione sopra menzionati per il Fabbisogno d'Energia Finale di riferimento (FEF_{rif}), che risulta, per ogni strategia, il seguente:

a1) riscaldamento	**a2) acs**	**a3) ventilazione**	**a4) raffrescamento**	**a5) illuminazione/ elettrodomestici**
$FEF_{rif} = FEN_{lim}$ Fabbisogno energetico normalizzato (limite) UNI 10348 UNI 10379 DPR 412/93 - art. 8 $fonte_{rif}$: combustibili fossili non gassosi (gasolio)	FEF_{rif} = Fabbisogno energetico annuo previsto per il riscaldamento dell'acqua igienico sanitaria. $fonte_{rif}$: gas metano	FEF_{rif} = Fabbisogno energetico annuo previsto per l'utilizzo di ventilatore/i, in relazione alla portata d'aria minima richiesta (media tra i locali d'uso). $fonte_{rif}$: elettricità	FEF_{rif} = Fabbisogno energetico annuo previsto per il condizionamento dell'aria, nei periodi di surriscaldamento. (T_{est} > 26 °C) $fonte_{rif}$: elettricità	FEF_{rif} = Fabbisogno energetico annuo previsto per illuminazione, elettrodomestici e altri usi elettrici obbligati. $fonte_{rif}$: elettricità
Metodo di calcolo del FEN_{lim} e Cd_{lim} (DPR 412/93 - art. 8 e relative Norme UNI di riferimento) Metodo semplificato di dimensionalento di sisitemi solari termici, basato su dati medi mensili (DINSE)	Metodo di calcolo basato sulla UNI 9182/87 Metodo semplificato di dimensionamento di sistemi solari termici, basato su dati medi mensili (DINSE)	Dati di riferimento per il calcolo del fabbisogno di ventilazione dalla UNI 10339/93 Metodo semplificato di calcolo del fabbisogno di ventilazione oraria media giornaliera e di dimensionamento dei sistemi di ventilazione naturale, basato su dati medi annuali della velocità del vento (DINSE)	Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti come da UNI 10375 Metodo semplificato di calcolo del fabbisogni di raffrescamento medio giornaliero e di dimensionamento dei sistemi di ventilazione naturale per effetto camino e di ventilazione notturna della massa, basato sul profilo oraio di temperatura dell'aria del giorno più caldo (DINSE)	Metodo semplificato di calcolo del fabbisogno annaule d'elettricità e di dimensionalento di sistemi solari forovoltaici, basati su dati medi mensili (DINSE)

La tabella seguente riporta un'esempio numerico di calcolo del f_{eea}

Carichi energetici [kWh/m^2]	Sistemi					
	a1) risc.	a2) acs	a3) raffr.	a4) vent.	a5) ill./el.	Totale
FEF_{rif}	80	40	30	20	30	200
fonte energetica	gasolio	elettricità	elettricità	elettricità	elettricità	
c. di conversione	1	2,6	2,6	2,6	2,6	
FEP_{rif}	80	104	78	52	78	392
FEF_{eff}	70	40	30	20	30	190
fonte energetica	metano	rinnovabili	ibride	rinnovabili	elettricità	
c. di conversione	0,75	0	0,5	0	2,6	
FEP_{eff}	52,5	0	15	0	78	145,5
$FEP_{rif} - FEP_{eff}$	27,5	104	63	52	0	246,5
$\boldsymbol{f_{eea}}$	**0,34**	**1**	**0,8**	**1**	**0**	**0,62**

Campo di applicazione:

Il sistema edificio impianto nel suo complesso, di climatizzazione e produzione energetica previsti in progetto, in relazione alla climatizzazione e produzione energetica.

Classi di valori

CLASSI DI VALUTAZIONE	EDIFICI RESIDENZIALI	EDIFICI DEL TERZIARIO
	0 $f_{eea} \leq 0$	**0** feea ≤ 0
	1 $0,00 < f_{eea} \leq 0,22$	**1** $0,00 <$ feea $\leq 0,19$
	2 $0,22 < f_{eea} \leq 0,52$	**2** $0,19 <$ feea $\leq 0,53$
	3 $0,52 < f_{eea} \leq 0,68$	**3** $0,53 <$ feea $\leq 0,67$
	4 $0,68 < f_{eea} \leq 0,78$	**4** $0,67 <$ feea $\leq 0,80$
	5 $0,78 < f_{eea}$	**5** $0,80 <$ feea

Risultati

Efficienza energetica ambientale

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per un edificio tipo([29]) ed estesa all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 63

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per un edificio tipo ed estesa all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 62

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per un edificio tipo ed estesa all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 64

([29]) La sostanziale uniformità dei sistemi impiantistici e costruttivi, ed il ridottissimo controllo degli apporti gratuiti rendono applicabile tale semplificazione

Efficienza energetica ambientale

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 9

Sostituzione fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 45

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 9

Sostituzione fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 45

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ad un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

r 9

Sostituzione fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 43

Efficienza energetica ambientale

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 9

Sostituzione fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 44

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 9

Sostituzione fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 46

Requisito	R10. Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo

Questo requisito valuta le caratteristiche fisiche e dimensionali delle chiusure trasparenti in funzione del controllo estivo delle condizioni di benessere termico all'interno degli ambienti ([30]).

Indicatore specifico	a. Percentuale di chiusure trasparenti esposte nei quadranti SE/SO non irraggiate direttamente, per almeno il 60% dell'area totale trasparente di ogni chiusura, il 21/06 dalle ore 13 alle 17

Metodo di verifica:

fattore di ombreggiamento: f = percentuale di chiusure trasparenti esposte nei quadranti SE/SO non irraggiate direttamente - per almeno il 60% dell'area totale trasparente di ogni chiusura - il 21/06 dalle ore 13 alle 17.

A_{sol+} = (A_{e+} x f_{es}); area delle chiusure trasparenti esposte nei quadranti SE-SO, pesata secondo il fattore di esposizione solare f_{es}
A_{e+} = area delle chiusure trasparenti esposte nei quadranti SE-SO
Per tenere conto dell'orientamento, l'area complessiva delle chiusure trasparenti considerate viene pesata secondo il:
f_{es} = fattore di esposizione solare, da UNI 10375:
E:0,97; SE:0,92; S:0,81; SO:0,92; O:0,97.
A_{tot+} = (ΣA_{sol+}); sommatoria pesata secondo il fattore di esposizione f_{es} delle aree delle chiusure trasparenti esposte di ciascun edificio

f_e = fattore di ombreggiamento a scala edilizia
f_i = fattore di ombreggiamento a scala insediativa

$$f_e = \frac{(f_1 \times A_{sol+1}) + (f_2 \times A_{sol+2}) + \ldots + (f_n \times A_{sol+n})}{(A_{tot+a})}$$

$$f_i = \frac{(f_{ea} \times A_{tot+a}) + (f_{eb} \times A_{tot+b}) + \ldots + (f_{en} \times A_{tot+n})}{(A_{tot+a}) + (A_{tot+b}) + \ldots + (A_{tot+n})}$$

nota: i pedici 1,2....sono riferiti alle chiusure trasparenti esposte, i pedici a,b,...agli edifici

Il fattore di ombreggiamento f_e a scala di edificio (edilizia) viene pertanto ottenuto valutando il fattore di ombreggiamento f([31]) di ciascuna delle chiusure trasparenti esposte nei quadranti SE/SO, e calcolando una media ponderata a tale scala tenendo conto della superficie e dell'esposizione di ciascuna delle suddette chiusure (ovvero pesando i singoli fattori di esposizione f per le aree delle chiusure trasparenti esposte nei quadranti SE/SO, precedentemente corrette secondo il fattore di esposizione solare f_{es}, A_{sol+}).
Il fattore di ombreggiamento f_i a scala insediativa viene ottenuto calcolando la media ponderata rispetto alla sommatoria pesata secondo il fattore di esposizione f_{es} delle aree delle chiusure trasparenti esposte A_{tot+} afferente a ciascun edificio.

([30]) La valutazione degli effetti di tale requisito sul fabbisogno energetico si ha con il requisito R9 (Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate), in relazione al calcolo del fabbisogno di raffrescamento.

([31]) Valutazione effettuata con l'ausilio del programma di calcolo ECOTECT, Welsh University of Architecture, Cardiff

Figura 6: chiusure esterne trasparenti considerate e relativo fattore di pesatura (fattore di esposizione $\mathbf{f_{es}}$)

Campo di applicazione:

Edifici tipo, rappresentativi delle condizioni d'esposizione solare e delle caratteristiche dimensionali delle chiusure esterne trasparenti dell'insediamento in esame. Il valore medio ponderato dell'indicatore specifico viene ottenuto applicando il procedimento di cui sopra, e quindi esteso all'intero insediamento.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** f < 50% **1** 50% ≤ f <60% **2** 60% ≤ f <70% **3** 70% ≤ f <80% **4** 80% ≤ f <90% **5** f ≥ 90%

Risultati

Chiusure trasparenti esposte non irraggiate direttamente

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per edifici tipo([32]) ed estesa all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 65

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per edifici tipo ed estesa all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 64

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per edifici tipo ed estesa all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 66

([32]) Individuati in quanto rappresentativi delle tipologie costruttive, degli orientamenti e delle posizioni più diffuse rispetto all'insediamento

Chiusure trasparenti esposte non irraggiate direttamente

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 47

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 47

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ai soli corpi residenziali ed attribuita all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 45

Chiusure trasparenti esposte non irraggiate direttamente

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 46

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 48

Indicatore specifico	b. Coefficiente di trasmissione solare medio ponderato, delle chiusure trasparenti orientate nei quadranti SE/SO

Tale coefficiente è determinato in relazione alle caratteristiche termofisiche del vetro([33]).

Metodo di verifica:

Il Coefficiente di trasmissione globale delle chiusure esterne trasparenti è assunto pari al Coefficiente di *shading* del tipo di vetro considerato, ricavato dalla manualistica([34]). Il Coefficiente di trasmissione solare medio per l'intero progetto è ponderato in relazione all'area delle chiusure tamponate da ciascun tipo di vetratura.

Campo di applicazione:

Chiusure esterne trasparenti di tutti gli edifici dell'insediamento in esame, suddivise per tipo di vetratura.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** Cs > 0,6 **1** 0,60 >= Cs > 0,55 **2** 0,55 >= Cs > 0,50 **3** 0,50 >= Cs > 0,45 **4** 0,45 >= Cs > 0,40 **5** Cs <= 0,40

([33]) La valutazione degli effetti di tale requisito sul fabbisogno energetico si ha con il requisito R9 (Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate), in relazione al calcolo del fabbisogno sia di riscaldamento, sia di raffrescamento.

([34]) Da: Manuale tecnico del vetro, Saint-Gobain Vetro Italia, Milano, 1997.

Risultati

Coefficiente di trasmissione solare medio ponderato

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per tutti gli edifici dell'insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 73

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per tutti gli edifici dell'insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 70

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per tutti gli edifici dell'insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 73

Coefficiente di trasmissione solare medio ponderato

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 50

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 50

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ai soli corpi residenziali ed attribuita all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 48

Coefficiente di trasmissione solare medio ponderato

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 48

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 51

Requisito R11. Uso dell'inerzia termica

Questo requisito valuta le caratteristiche di accumulo termico e sfasamento temporale degli elementi tecnici massivi degli edifici, in relazione al loro effetto sul benessere termico, sia estivo che invernale, e sul contenimento dei consumi energetici.

Indicatore specifico	a. Fattore di sfasamento medio ponderato delle chiusure esterne verticali e superiori e delle partizioni interne orizzontali (climatizzazione estiva)

Tale fattore è calcolato, per ogni edificio, sulla base della Norma UNI 10375, p. A 2.1, e utilizzando i dati dei Prospetti VIII, IX, X della medesima Norma. Il fattore di sfasamento medio dell'intero insediamento è la media tra i valori di ogni edificio, ponderando rispetto all'area delle chiusure considerate di ogni edificio.

Metodo di verifica:

φmp = fattore di sfasamento medio ponderato delle chiusure esterne verticali e superiori e delle partizioni interne orizzontali [h], desunto da elaborati di progetto o calcolato come segue:

$$\varphi = [(s / \lambda) * (s * \rho * cp)] / 2$$

s = spessore dello strato, [m]
λ = conduttività del materiale, [W/m^2K]
ρ = massa volumica del materiale, [kg/m^3]
cp= capacità termica massica del materiale, [Wh/kgK]

Il tempo di diffusione del calore attraverso una chiusura verticale è dato dalla sommatoria delle costanti di tempo termiche di ogni singolo strato.

La ponderazione a scala di edificio e/o di insediamento avviene come descritto:

A = superficie dell'unità tecnologica considerata
A_{tot} = somma delle superfici delle unità tecnologiche considerate

i = peso relativo delle partizioni interne orizzontali rispetto a quello delle chiusure esterne verticali e superiori; discende dalla destinazione d'uso

φmp_e = fattore di sfasamento medio ponderato a scala edilizia
φmp_i = fattore di sfasamento medio ponderato a scala insediativa

$$\varphi mp_e = \frac{(\varphi mp_1 \times A_1 \times i) + (\varphi mp_2 \times A_2 \times i) + \ldots + (\varphi mp_n \times A_n \times i)}{(A_1 \times i) + (A_2 \times i) + (A_n \times i)}$$

$$\varphi mp_i = \frac{(\varphi mp_{ea} \times A_{tota}) + (\varphi mp_{eb} \times A_{totb}) + \ldots + (\varphi mp_{en} \times A_{totn})}{A_{tota} + A_{totb} + \ldots + A_{totn}}$$

nota: i pedici 1,2....sono riferiti agli elementi tecnici. i pedici a,b,c....agli edifici

Figura 7: elementi considerati per il calcolo del fattore di sfasamento medio ponderato (climatizzazione estiva)

Campo di applicazione:

Tale indicatore viene calcolato per tutti gli edifici costituenti l'insediamento oggetto di analisi. Il valore dell'indicatore per l'intero insediamento è costituito dalla media ponderata – rispetto alla somma delle superfici delle unità tecnologiche considerate per ogni singolo edificio A_{tot} – dei valori dell'indicatore a scala edilizia.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** $\varphi_{mp} < 4$ **1** $4 \leq \varphi_{mp} < 5$ **2** $5 \leq \varphi_{mp} < 6$ **3** $6 \leq \varphi_{mp} < 7$ **4** $7 \leq \varphi_{mp} < 8$ **5** $\varphi_{mp} \geq 8$

Risultati

Sfasamento medio ponderato (climatizzazione estiva)

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato([35])

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 74

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 71

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 74

([35]) media ponderata a scala insediativa dei valori determinati a scala edilizia, ovvero per ciascun edificio.

Sfasamento medio ponderato (climatizzazione estiva)

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 51

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 51

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ai soli corpi residenziali ed attribuita all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 49

Sfasamento medio ponderato (climatizzazione estiva)

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 49

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 52

Indicatore specifico	b. Fattore di sfasamento medio ponderato delle chiusure esterne opache (climatizzazione invernale)

Calcolato come per R11a

Metodo di verifica:

φmp = fattore di sfasamento medio ponderato delle chiusure esterne opache [h]

A = superficie dell'unità tecnologica considerata
A_{tot} = somma delle superfici delle unità tecnologiche considerate

φmp_e = fattore di sfasamento medio ponderato a scala edilizia
φmp_i = fattore di sfasamento medio ponderato a scala insediativa

$$\varphi mp_e = \frac{(\varphi mp_1 \times A_1) + (\varphi mp_2 \times A_2) + \ldots + (\varphi mp_n \times A_n)}{(A_1) + (A_2) + (A_n)}$$

$$\varphi mp_i = \frac{(\varphi mp_{ea} \times A_{tota}) + (\varphi mp_{eb} \times A_{totb}) + \ldots + (\varphi mp_{en} \times A_{totn})}{A_{tota} + A_{totb} + \ldots + A_{totn}}$$

nota: i pedici 1,2....sono riferiti agli elementi tecnici. i pedici a,b,c....agli edifici

Campo di applicazione:

Tale indicatore viene calcolato per tutti gli edifici costituenti l'insediamento oggetto di analisi. Il valore dell'indicatore per l'intero insediamento è costituito dalla media ponderata – rispetto alla somma delle superfici delle unità tecnologiche considerate per ogni singolo edificio A_{tot} – dei valori dell'indicatore a scala edilizia.

Figura 8: elementi considerati per il calcolo del fattore di sfasamento medio ponderato (climatizzazione invernale)

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	0 $\varphi mp < 4$ 1 $4 \leq \varphi mp < 5$ 2 $5 \leq \varphi mp < 6$ 3 $6 \leq \varphi mp < 7$ 4 $7 \leq \varphi mp < 8$ 5 $\varphi mp \geq 8$

Risultati

Sfasamento medio ponderato (climatizzazione invernale)

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento analizzato([36])

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 94

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 95

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per ogni edificio ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

([36]) media ponderata a scala insediativa dei valori determinati per ciascun edificio, ovvero a scala edilizia.

Sfasamento medio ponderato (climatizzazione invernale)

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 100

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 67

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 58

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore calcolata con riferimento ai soli corpi residenziali ed attribuita all'intero insediamento

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 54

Sfasamento medio ponderato (climatizzazione invernale)

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 56

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 11b

Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 59

Esigenza RCA . Riduzione dei carichi ambientali

Requisito R12. Riduzione del consumo di acqua potabile

Questo requisito valuta l'applicazione di dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione (limitatori portata idrica da applicare ai singoli elementi erogatori; rubinetti con frangigetto) e di una rete duale che consenta un uso diversificato dell'acqua a seconda delle caratteristiche e della provenienza.

Indicatore specifico	a. Previsione di dispositivi e sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile

Metodo di verifica:

La verifica viene condotta in modo qualitativo, attraverso l'analisi del progetto esecutivo dell'impianto idrico, in cui siano evidenziati gli eventuali sistemi previsti di riduzione del consumo di acqua potabile.

Campo di applicazione:

Tutti gli edifici dell'insediamento oggetto di valutazione.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** il progetto non prevede dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile **3** il progetto prevede dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione **5** il progetto prevede dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione associati ad una rete duale

Risultati

Dispositivi e sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 98

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 99

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 104

Dispositivi e sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 70

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 61

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 57

Dispositivi e sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 59

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 12

Riduzione del consumo di acqua potabile

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 62

Requisito	R13. Recupero, per usi compatibili, delle acque metoriche

Tale requisito valuta l'applicazione di dispositivi tecnici che consentano il recupero, il trattamento e il riutilizzo delle acque meteoriche per usi compatibili, quali, ad esempio, i sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici (scala edilizia) e da aree esterne adeguatamente progettate (scala insediativa).

Indicatore specifico	a. Previsione di dispositivi e sistemi per il recupero delle acque meteoriche

Metodo di verifica:

La verifica viene condotta in modo qualitativo, attraverso l'analisi del progetto esecutivo, in cui siano evidenziati gli eventuali sistemi previsti di raccolta delle acque meteoriche, con la scala a cui sono stati applicati.

Campo di applicazione:

Gli edifici che compongono l'insediamento oggetto dell'analisi e i relativi spazi esterni.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** il progetto non prevede sistemi per il recupero delle acque meteoriche **3** il progetto prevede sistemi per il recupero delle acque meteoriche a scala edilizia **5** il progetto prevede sistemi per il recupero delle acque meteoriche a scala insediativa

Risultati

Dispositivi e sistemi per il recupero delle acque meteoriche

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 99

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 100

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 105

Dispositivi e sistemi per il recupero delle acque meteoriche

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 71

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 62

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore valutata per l'intero insediamento

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 58

Dispositivi e sistemi per il recupero delle acque meteoriche

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 60

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 13

Recupero, per usi compatibili, delle acqua meteoriche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 63

Requisito	R14. Uso di materiali, componenti ed elementi con elevato potenziale di riciclabilità

Questo requisito valuta l'uso di materiali e prodotti edilizi riciclabili, che porta ad un duplice vantaggio ambientale: evitare l'impatto del conferimento in discarica dei medesimi; rendere disponibili risorse di seconda generazione, evitando consumi energetici ed impatti ambientali imputabili all'estrazione di materie prime e combustibili primari derivanti da fonti non rinnovabili.
La riciclabilità di un materiale, o prodotto, dipende sia dalle caratteristiche del materiale stesso, sia dall'attuale sviluppo e diffusione di sistemi tecnologici in grado di recuperare efficacemente gli scarti da C&D ([37]).

Indicatore specifico	a. Percentuale di materiali, componenti, elementi potenzialmente riciclabili, rispetto al totale

Metodo di verifica:

La verifica è stata effettuata determinando, per le principali classi di elementi tecnici, gli elementi potenzialmente riciclabili sul totale degli elementi previsti in progetto. Il calcolo è effettuato sulla massa degli elementi, componenti o materiali omogenei potenzialmente riciclabili e rapportato alla massa totale dei prodotti previsti. Ad ogni elemento è associato un valore, secondo 5 classi, corrispondenti alle seguenti fasce equivalenti dell'Indice di riciclabilità nel sistema di classificazione CES4 (38).
Tale indice è abbinato, nella seguente tabella, ai corrispondenti valori normalizzati.

Tipo di impatto	Livello di impatto	Indice CES4	Indice di impatto	Indice normalizzato
riciclabilità	riciclabilità nulla	0 – 0,2	1	0
	riciclabilità bassa	0,21 – 0,4	2	0,25
	riciclabilità media	0,41 – 0,6	3	0,5
	riciclabilità buona	0,61 – 0,8	4	0,75
	riciclabilità elevata	0,81 – 1	5	1

Campo di applicazione:

L'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

Classi di valori

CLASSI DI VALUTAZIONE	
	0 materiali, componenti, elementi composti da materiale riciclabile ≤ 30% **1** 30% < materiali, componenti, elementi composti da materiale riciclabile ≤ 50% **2** 50% < materiali, componenti, elementi composti da materiale riciclabile ≤ 70% **3** 70% < materiali, componenti, elementi composti da materiale riciclabile ≤ 85% **4** 85% < materiali, componenti, elementi composti da materiale riciclabile ≤ 95% **5** materiali, componenti, elementi composti da materiale riciclabile > 95%

([37]) Grosso, M., Giordano, R., *"Prospettive del riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione in Italia"*, Innovazione costruttiva nell'architettura sostenibile, a cura del Laboratorio ABITA del Politecnico di Milano, EDILforma, ABCE, AFM, M.I.U.R, pp. 201-209, EDILSTAMPA, Roma, 2003.

([38]) Da: Giordano, R., Revellino, P., e Life Cycle Engineering (a cura di) *Sistema di valutazione dell'Eco-compatibilità delle Opere Temporanee*, – Comitato per l'Organizzazione dei XX Giochi Olimpici Invernali Torino 2006.

Risultati

Materiali, componenti, elementi potenzialmente riciclabili

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

r 14

Uso di materiali, elementi e componenti con ridotto carico ambientale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 100

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

r 14

Uso di materiali, elementi e componenti con ridotto carico ambientale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 101

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

r 14

Uso di materiali, elementi e componenti con ridotto carico ambientale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 106

Materiali, componenti, elementi potenzialmente riciclabili

4) Edificio Polifunzionale – Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 72

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 63

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti rispetto ad un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 59

Materiali, componenti, elementi potenzialmente riciclabili

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 14

Uso di materiali, elementi e componenti con ridotto carico ambientale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 61

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 14

Uso di materiali, elementi e componenti con ridotto carico ambientale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 64

Requisito	R15. Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

Tale requisito valuta l'applicazione di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita, facilitando la suddivisione e raccolta di percentuali omogenee di materiali e, quindi, la riciclabilità dei materiali stessi. In un edificio progettato secondo tecniche tradizionali, materiali e componenti sono intimamente connessi e la loro separazione, nell'ambito delle attività di demolizione, è estremamente difficile. Una facile separazione dei materiali comporta invece una maggiore quantità di materia da inviare alle operazioni di recupero, facilitando nello stesso tempo le operazioni di manutenzione, riparazione e sostituzione.

Indicatore specifico	a. Percentuale di elementi assemblati per facilitare il disassemblaggio a fine vita, rispetto al totale

Metodo di verifica:

La verifica è stata effettuata determinando, per le principali classi di elementi tecnici, gli elementi assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita sul totale degli elementi previsti in progetto. Tale calcolo è effettuato sulla massa degli elementi omogenei facilmente disassemblabili e rapportato alla massa totale dei prodotti previsti.
Considerando la difficoltà a reperire dati analitici sul grado di disassemblabilità di ciascun elemento, la normalizzazione ai fini dell'assegnazione della classe di valore è effettuata secondo un approccio "on-off", come da tabella seguente:

Tipo di impatto	Livello di impatto	Indice di impatto	Indice normalizzato
disassemblabilità	disassemblabilità nulla	no	0
	disassemblabilità	si	1

Campo di applicazione:

L'insieme degli elementi previsti nel progetto.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** elementi realizzati con tecniche che facilitino il disassemblaggio a fine vita ≤ 40% **1** 40% < elementi realizzati con tecniche che facilitino il disassemblaggio a fine vita ≤ 60% **2** 60% < elementi realizzati con tecniche che facilitino il disassemblaggio a fine vita ≤ 75% **3** 75% < elementi realizzati con tecniche che facilitino il disassemblaggio a fine vita ≤ 85% **4** 85% < elementi realizzati con tecniche che facilitino il disassemblaggio a fine vita ≤ 95% **5** elementi realizzati con tecniche che facilitino il disassemblaggio a fine vita > 95%

Risultati

Elementi assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore valutata per l'insieme degli elementi previsti nel progetto.

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 104

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 105

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 110

Elementi assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio

4) Edificio Polifunzionale – Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 78

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto.

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 69

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti rispetto ad un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 64

Elementi assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 66

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 15

Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 69

Esigenza QII. Qualità dell'insediamento interno

Requisito: R16. Utilizzo della luce naturale

Tale requisito valuta l'utilizzo della luce naturale negli ambienti interni degli edifici del progetto in esame, in relazione al benessere luminoso e al contenimento di consumo delle risorse energetiche connesse con l'uso della luce artificiale.

Indicatore specifico	a. Fattore medio di luce diurna

La verifica è effettuata utilizzando il metodo di calcolo indicato nella Circolare Min. LLPP n° 3151 del 22/5/67.

Metodo di verifica:

fattore medio di luce diurna:
FLDm = rapporto tra l'illuminamento naturale medio dello spazio chiuso (ambiente campione) e quello esterno ricevuto dall'intera volta celeste, nelle identiche condizioni di tempo e di luogo, su una superficie orizzontale esposta all'aperto, esclusa la componente diretta
A = area delle superfici interne degli ambienti campione
A_{tot} = somma delle aree delle superfici interne degli ambienti campione

$FLDm_e$ = fattore medio di luce diurna a scala edilizia
$FLDm_i$ = fattore medio di luce diurna a scala insediativa

$$FLDm_e = \frac{(FLD_1 \times A_1) + (FLD_2 \times A_2) + \ldots + (FLD_n \times A_n)}{(A_{tota})}$$

$$FLDm_i = \frac{(FLDm_a \times A_{tota}) + (FLDm_b \times A_{totb}) + \ldots + (FLDm_n \times A_{totn})}{(A_{tota}) + (A_{totb}) + \ldots + (A_{totn})}$$

nota: i pedici 1,2....sono riferiti agli ambienti per i quali è stato calcolato il FLD, i pedici a,b,...agli edifici

Figura 9: metodo di pesatura del fattore di luce diurna FLD

Campo di applicazione:

Ambienti di unità abitative tipo, rappresentative dei principali tipi distributivi degli spazi interni e configurazioni di collocazione delle aperture. Il valore calcolato per tali unità viene esteso al singolo edificio e, successivamente, all'insediamento oggetto di analisi, tramite ponderazione sulla base dell'estensione delle superfici interne (sommatoria delle aree delle superfici interne degli ambienti campione A_{tot}).

Classi di valori

CLASSI DI VALUTAZIONE	**0** FLDm <= 2% **1** 2% < FLDm <= 2,94% **2** 2,94% < FLDm <= 3,88% **3** 3,88% < FLDm <= 4,81% **4** 4,81% < FLDm <= 5,75% **5** FLDm > 5,75%

Risultati

Fattore di luce diurna

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per unità abitative tipo ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento ([39])

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 109

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per unità abitative tipo ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 110

([39]) media ponderata a scala insediativa dei valori determinati per ciascun edificio, ovvero a scala edilizia.

Fattore di luce diurna

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per unità abitative tipo ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

r 16

Utilizzo della luce naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 115

4) Edificio Polifunzionale – Pragelato

r 16

Utilizzo della luce naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 85

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato

r 16

Utilizzo della luce naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 76

Fattore di luce diurna

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore valutata per un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

r 16

Utilizzo della luce naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 70

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 16

Utilizzo della luce naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 72

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 16

Utilizzo della luce naturale

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 75

Requisito R17. Controllo dell'isolamento acustico di facciata

Tale requisito valuta l'isolamento acustico delle chiusure esterne degli edifici, in relazione al mantenimento, negli spazi chiusi dell'organismo edilizio di fruizione dell'utenza, di livelli sonori compatibili con lo svolgimento delle diverse attività.

Indicatore specifico	a. Indice di valutazione dell'isolamento normalizzato acustico di facciata

La verifica è effettuata secondo quanto previsto dalle norme UNI 10708, UNI EN ISO 717-1:97 e sulla base delle indicazioni progettuali desunte dalle relazioni acustiche allegate al progetto.

Metodo di verifica:

La prestazione viene misurata dall'indice di isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,W}$. Il significato dei pedici è:
- 2m, indica che il livello medio di pressione sonora è misurato a due metri dalla facciata.
- nT, indica che il parametro è normalizzato rispetto al tempo di riverberazione.
- W, indica che il parametro è un indice da calcolare secondo la norma UNI EN ISO 717-1

$D_{2m,nT,W} = R'_W + 10 \log (V / 6\, T_0\, S)$ [dB] con $R'_W = R_W - k$ [dB]

k = contributo peggiorativo dovuto alle trasmissioni laterali, pari a 3 dB
R'_W = potere fonoisolante apparente della facciata [dB]
V = volume dell'ambiente interno [m^3]
T_0 = tempo di riverberazione, pari a 0,5 s
S = superficie di facciata vista dall'interno [m^2]

Nel caso di chiusura composta da parete opaca e serramenti per calcolare l'indice di valutazione del potere fonoisolante globale della facciata R_W si tiene conto del potere fonoisolante dei diversi componenti R_{Wi} e del rapporto fra le superfici S_i/S, come segue:

$R_W = - 10 \log [(1/S)\, \Sigma\, S_i\, 10\, (-R_{Wi}/10)]$ [dB]

In particolare si hanno:

$D_{2m,nT,W}$ = indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione [dB], definito come sopra.

$D_{2m,nT,W}m_e$ = indice di valutazione normalizzato a scala edilizia [dB]

$D_{2m,nT,W}m_i$ = indice di valutazione normalizzato a scala insediativa [dB]

$$D_{2m,nT,W}m_e = \frac{(D_{2m,nT,W1} \times V_1) + (D_{2m,nT,W2} \times V_2) + \ldots + (D_{2m,nT,Wn} \times V_n)}{(V_1 + V_2 + \ldots + V_n)}$$

$$D_{2m,nT,W}m_i = \frac{(D_{2m,nT,Wa} \times V_a) + (D_{2m,nT,Wb} \times V_b) + \ldots + (D_{2m,nT,Wn} \times V_n)}{(V_a + V_b + \ldots + V_n)}$$

nota: i pedici 1,2....sono riferiti sono riferiti agli elementi tecnici, i pedici a,b,...agli edifici

Figura 10: metodo di pesatura del coefficiente di isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione: $D_{2m,nT,w}$

Campo di applicazione:

Ambienti di unità abitative tipo, rappresentative dei principali tipi distributivi degli spazi interni e configurazioni stratigrafiche delle chiusure esterne.

Classi di valori

CLASSI DI VALUTAZIONE	**0** se D2m,nT,Wme <= 40 **1** se 40 < D2m,nT,Wme <= 41,5 **2** se 41,5 < D2m,nT,Wme <= 43 **3** se 43 < D2m,nT,Wme <= 44,5 **4** se 44,5 < D2m,nT,Wme <= 46 **5** se D2m,nT,Wme > 46

Risultati

Isolamento acustico di facciata

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: classe di valore calcolata per unità abitative tipo ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 115

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: classe di valore calcolata per unità abitative tipo ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 114

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: classe di valore calcolata per unità abitative tipo ed attribuita tramite ponderazione all'intero insediamento

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 121

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato

r 17

Controllo dell'isolamento acustico di facciata

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 89

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato

r 17

Controllo dell'isolamento acustico di facciata

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 80

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore valutata per un edificio tipo ed attribuita all'intero insediamento

r 17

Controllo dell'isolamento acustico di facciata

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 72

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 17

Controllo dell'isolamento acustico di facciata

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 76

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 17

Controllo dell'isolamento acustico di facciata

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 79

Requisito R18. Controllo delle emissioni tossiche

Tale requisito valuta gli aspetti connessi ai rischi di tossicità per l'uomo dei materiali e prodotti edilizi previsti nel progetto in esame. La valutazione è effettuata considerando quattro tipologie di emissione ([40]):

- Emissione di VOC (volatile organic compounds);
- Emissione di POP (persistent organic pollutant);
- Emissione di metalli pesanti;
- Emissione di sostanze tossiche in caso di incendio.

Le prime tre voci considerano le rispettive emissioni durante le fasi di produzione, uso e smaltimento del materiale; mentre l'ultima voce comprende le eventuali emissioni tossiche per l'uomo presenti nei fumi che si sviluppano in caso di incendio all'interno di un edificio. Le voci non coprono tutte le emissioni che possono caratterizzare il ciclo di vita di un materiale, ma permettono comunque di ottenere un parametro completo, se pur sintetico, che descrive l'impatto a livello locale dello specifico materiale.
Per la valutazione del requisito è stato necessario identificare gli elementi dell'edificio, che possono venire a contatto con l'ambiente interno e possono, quindi, risultare pericolosi per le persone in fase d'uso.

Indicatore specifico	a. Percentuale di materiali, componenti, elementi privi di emissioni tossiche, rispetto al totale

Metodo di verifica:

La verifica è stata effettuata determinando, per le principali classi di elementi tecnici, gli elementi con un certo grado di tossicità sul totale degli elementi previsti in progetto a contatto con l'aria interna di ambienti confinati. Il calcolo è effettuato sulla massa degli elementi, componenti o materiali omogenei e rapportato alla massa totale dei prodotti previsti. Ad ogni elemento è associato un indice([41]), secondo le 5 classi indicate nella tabella che segue, basate sulle tipologie d'emissione riportate di seguito.

Materiale	***Emissione VOC***	***Emissione POP***	***Emissione metalli pesanti***	***Emissione in caso di incendio***	***Indice di tossicità***
PVC	*X*	*X*	*X*	*X*	*1*
Poliuretano	*X*	*0*	*X*	*X*	*2*
Polistirene	*X*	*0*	*0*	*X*	*3*
Polietilene	*X*	*0*	*0*	*0*	*4*
Legno	*0*	*0*	*0*	*0*	*5*

([40]) Giordano, R. , *Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche nel ciclo di vita*, tesi dottorato in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente, Politecnico di Milano.

([41]) Desunto da: Giordano, R., Revellino, P., e Life Cycle Engineering (a cura di) *Sistema di valutazione dell'Eco-compatibilità delle Opere Temporanee*, – Comitato per l'Organizzazione dei XX Giochi Olimpici Invernali Torino 2006.

Come per i requisiti R5, R6, R7, R14, R15, l'attribuzione di una classe di valore coerente impone la normalizzazione degli indici di impatto.

Tipo di impatto	Livello di impatto	Indice di impatto	Indice normalizzato
tossicità	tossicità molto elevata	1	0
	tossicità elevata	2	0,25
	tossicità media	3	0,5
	tossicità bassa	4	0,75
	tossicità nulla	5	1

Campo di applicazione:

L'insieme dei materiali, componenti ed elementi previsti nel progetto, a contatto con l'aria interna di ambienti confinati.

Classi di valori

CLASSI DI VALORI	**0** materiali privi di emissioni tossiche < 20% **1** 20% ≤ materiali privi di emissioni tossiche < 35% **2** 35% ≤ materiali privi di emissioni tossiche < 50% **3** 50% ≤ materiali privi di emissioni tossiche < 60 % **4** 60% ≤ materiali privi di emissioni tossiche < 70 % **5** materiali privi di emissioni tossiche >= 70 %

Risultati

Materiali, componenti, elementi privi di emissioni tossiche

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3: insieme dei materiali, componenti ed elementi a contatto con l'aria interna di ambienti confinati

r 18

Controllo delle emissioni tossiche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B1 a pag. 118

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4: insieme dei materiali, componenti ed elementi a contatto con l'aria interna di ambienti confinati

r 18

Controllo delle emissioni tossiche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B2 a pag. 117

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5: insieme dei materiali, componenti ed elementi a contatto con l'aria interna di ambienti confinati

r 18

Controllo delle emissioni tossiche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B3 a pag. 124

Materiali, componenti, elementi privi di emissioni tossiche

4) Edificio Polifunzionale – Pragelato: insieme dei materiali, componenti ed elementi a contatto con l'aria interna di ambienti confinati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B4 a pag. 91

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato: insieme dei materiali, componenti ed elementi a contatto con l'aria interna di ambienti confinati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B5 a pag. 82

6) Villaggio Media ex Area Italgas: classe di valore valutata per l'insieme dei materiali, componenti ed elementi a contatto con l'aria interna di ambienti confinati

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B6 a pag. 74

Materiali, componenti, elementi privi di emissioni tossiche

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice:

r 18

Controllo delle emissioni tossiche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B7 a pag. 78

8) Villaggio olimpico ex Colonia Medail - Bardonecchia:

r 18

Controllo delle emissioni tossiche

La scheda di calcolo utilizzata per la valutazione è riportata in Allegato B8 a pag. 81

3.6 Valutazione sintetica degli interventi

3.6.1 Sistema di pesatura

Il metodo di pesatura utilizzato nella valutazione è basato sulla determinazione dell'influenza relativa di ogni elemento del sistema di classificazione – esigenza, requisito, indicatore specifico – rispetto agli altri elementi della classe di appartenenza e, a cascata, rispetto al totale degli elementi. Tale impostazione è rappresentata nel diagramma di Fig. 11

Fig. 11- Diagrammi della procedura di pesatura a cascata

Pesi delle esigenze

Il maggior peso (35%) è stato attribuito al "Contenimento del consumo di risorse", in quanto obiettivo che, più degli altri, può contribuire al riequilibrio ambientale in termini di bilancio risorse-consumi del ciclo di vita dell'edificio (materia e energia), sia nella fase di produzione fuori opera (requisiti r5÷r7), sia in quella d'uso (funzionale, requisiti r8÷r11). Subito dopo, sono collocate le esigenze (ciascuna con un peso del 20%) di "Utilizzo delle risorse climatiche" e "Riduzione dei carichi ambientali": la prima riferita alla possibilità d'uso delle risorse climatiche a fini energetici, nella fase funzionale; la seconda attinente alla riduzione degli impatti ambientali sul ciclo dell'acqua (fase d'uso) e dei rifiuti da Costruzione&Demolizione (fasi produttive in opera e di dismissione).
Seguono due esigenze connesse alla "qualità ambientale", riferibili a fattori di benessere e qualità dell'aria nella fase d'uso: degli spazi interni (peso 15%) e degli spazi esterni (peso 10%). I requisiti relativi alla qualità ambientale degli spazi interni sono solamente quelli riferibili a caratteristiche non ancora normate o, comunque, con norme applicabili parzialmente (ad esempio, con riferimento a specifiche destinazioni d'uso).
Complessivamente, le esigenze relative al bilancio risorse-consumi pesano per il 55%; quelle connesse alla qualità ambientale, il 25%; quelle connesse agli impatti ambientali, il 20%.
Il quadro complessivo dei pesi che ne risulta è indicato in Tab. 3

FMA FO - scheda sinottica di valutazione

Esigenza		Requisiti		Indicatori specifici						Valutazione	
Esigenza	peso relativo	n°	Requisito	peso relativo	Indicatore specifico	peso relativo		peso assoluto		Requisito	Esigenza
URC: UTILIZZO DELLE RISORSE CLIMATICHE	20%	1	Controllo della radiazione solare invernale	70%	efficienza di forma solare [η]	60%		5,60%		16,80%	20%
					distanza critica [dc]	40%		8,40%			
		2	Utilizzo della ventilazione naturale	30%	percentuale di vetri apribili con potenzialità di ventilazione naturale [Fvent]	100%		6,00%		6,00%	
QASE: QUALITA' AMBIENTALE DEGLI SPAZI ESTERNI	10%	3	Controllo della dinamica dei venti invernali	60%	fattore di protezione dai venti invernali [fprv]	100%		6,00%		6,00%	10%
		4	Controllo della dinamica dei venti estivi	40%	fattore di esposizione ai venti estivi [fesv]	100%		4,00%		4,00%	
CCR: CONTENIMENTO DEL CONSUMO DI RISORSE	35%	5	Uso di materiali, componenti ed elementi dotati di certificazione ecologica	5%	percentuale di materiali, componenti, elementi dotati di certificazione ecologica [P]	100%		1,75%		1,75%	35%
		6	Uso di materiali, componenti ed elementi riciclati	10%	percentuale di materiali, componenti, elementi riciclati [P]	100%		3,50%		3,50%	
		7	Uso di materiali, componenti ed elementi con ridotto carico ambientale	10%	percentuale di materiali, componenti, elementi con ridotto carico ambientale [P]	100%		3,50%		3,50%	
		8	Uso dell'isolamento termico	20%	coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato [Umq]	100%		7,00%		7,00%	
		9	Certificazione di fonti energetiche da rinnovabili o recuperate con fonti rinnovabili o accessibile	30%	fattore di efficienza energetica ambientale [Fmea] - dei sistemi di: a1) riscaldamento; a2) produzione acqua calda; a3) ventilazione; a4) raffrescamento; a5) illuminazione artificiale ambientale	100%	11%	18,50%	2,42%	18,50%	
							12%		2,24%		
							5%		0,92%		
							9%		0,80%		
					* calcolato sulla base del fabbisogno di energia primaria e riferimento PES_{ep} alla diversa natura energetica		13%		1,32%		
		10	Controllo dell'apporto energetico da raggiungimento solare	10%	fattore di raggiungimento [f]	60%		2,10%		3,50%	
					coefficiente di trasmissione solare medio ponderato [Gm]	40%		1,40%			
		11	Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione	15%	fattore di rallentamento medio ponderato estivo [phim]	50%		2,63%		5,25%	
					fattore di rallentamento medio ponderato invernale [phim]	50%		2,63%			
RCA: RIDUZIONE DEI CARICHI AMBIENTALI	20%	12	Riduzione del consumo di acqua potabile	20%	percentuale di dispositivi e sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile	100%		4,00%		4,00%	20%
		13	Recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche	15%	percentuale di sistemi per il recupero delle acque meteoriche	100%		3,00%		3,00%	
		14	Uso di materiali, componenti ed elementi con elevato potenziale di riciclabilità	35%	percentuale di materiali, componenti, elementi riciclabili [P]	100%		7,00%		7,00%	
		15	Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita	30%	percentuale di elementi accessibili per facilitare il disassemblaggio [P]	100%		6,00%		6,00%	
QE: QUALITA' DELL'INSEDIAMENTO INTERNO	15%	16	Utilizzo della luce naturale	30%	fattore medio di luce diurna [FLDm]	100%		4,50%		4,50%	15%
		17	Controllo dell'abbagliamento esterno di facciata	30%	indice di valutazione dell'abbagliamento normalizzato esterno di facciata [$I_{DN,ext,d}$]	100%		4,50%		4,50%	
		18	Controllo delle emissioni nocive	40%	percentuale di materiali, componenti, elementi privi di emissioni nocive [P]	100%		6,00%		6,00%	

Tab. 3 – Schema di attribuzione dei pesi

Pesi dei requisiti e dei relativi indicatori specifici

Esigenza URC. Utilizzo delle risorse climatiche

Il requisito "controllo della radiazione invernale" ha un peso più che doppio (70%), rispetto a quello sull'"utilizzo della ventilazione naturale", in relazione alle condizioni climatiche della Provincia di Torino, per le quali il fabbisogno termico invernale – su cui influisce la radiazione solare – è molto maggiore di quello per raffrescamento e per ricambio d'aria – su cui influisce la ventilazione naturale.

Il primo requisito è verificato attraverso due indicatori specifici – *efficienza di forma solare* e *distanza critica* – il cui peso relativo, rispettivamente, del 60% e 40%, rappresenta la maggiore influenza dell'ombreggiamento da ostruzioni delle facciate S-SE-SO degli edifici, rispetto ai rapporti di forma dell'involucro.

Il secondo requisito ha un indicatore specifico unico, che, quindi, mantiene il peso del requisito stesso.

Esigenza QASE. Qualità ambientale degli spazi esterni

Al requisito "controllo della dinamica dei venti invernali" è stato attribuito un peso superiore (60%), rispetto al requisito "controllo della dinamica dei venti

estivi" (40%), per ragioni analoghe a quelle sopra riportate, riferibili alla prevalenza del fabbisogno termico invernale su quello estivo.
Gli indicatori specifici sono unici, per ogni requisito, per cui mantengono lo stesso peso relativo.

Esigenza CCR. Contenimento del consumo di risorse

Tale esigenza è quella con maggior peso relativo ed anche quella con il maggior numero di requisiti. Questi sono raggruppabili in due categorie: requisiti attinenti i materiali, elementi e componenti, con un peso complessivo del 25%; requisiti relativi alle caratteristiche d'involucro e impiantistiche, incidenti sui flussi energetici, con peso relativo del 75%. Tale rapporto rispecchia l'influenza delle due categorie di requisiti sul bilancio complessivo risorse-consumi, nel ciclo di vita dell'edificio. La differenziazione dei pesi tra i requisiti, all'interno delle due categorie, è determinata dall'incidenza degli stessi sulla potenziale riduzione del consumo di risorse, rispettivamente per quanto attiene il contributo dei materiali, elementi e componenti, e dei flussi energetici.
Gli indicatori specifici sono unici per tutti i requisiti, tranne che per l'r10 – "controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo" – e r11 – "uso dell'inerzia termica per la climatizzazione" – che utilizzano due indicatori.
Per il requisito r10, si considera che l'indicatore *fattore d'ombreggiamento*, connesso alla geometria del serramento e alla presenza di schermature, pesi maggiormente (60%) rispetto all'indicatore *coefficiente di trasmissione solare medio ponderato*, riferito alle caratteristiche termofisiche del vetro (40%).
Per il requisito r11, i due indicatori specifici individuati si differenziano unicamente per il diverso riferimento temporale (*fattore di sfasamento medio ponderato invernale* e *estivo*) ed hanno lo stesso peso (50%).

Esigenza RCA . Riduzione dei carichi ambientali

L'esigenza "riduzione dei carichi ambientali" è suddivisa in due categorie – una attinente il ciclo dell'acqua (peso del 35%), l'altra i materiali e le tecniche costruttive (peso del 65%) – comprendenti due requisiti ciascuna. La differenza nei pesi delle due categorie riflette l'incidenza dei requisiti, inclusi nelle medesime, sul potenziale di riduzione dei carichi ambientali nel ciclo di vita dell'edificio.
Per quanto riguarda la prima categoria, si attribuisce maggior peso alla "riduzione del consumo di acqua potabile" (20%) che al "recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche" (15%), in relazione alla priorità che riveste il primo requisito nella fase d'uso dell'edificio.
Per quanto attiene la seconda, il requisito "uso di materiali, componenti e elementi con elevato potenziale di riciclabilità" ha un peso (35%) leggermente superiore all'"uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita", in considerazione di una applicabilità più estesa e diffusa.
Gli indicatori specifici sono unici per ogni requisito e, quindi, mantengono gli stessi pesi dei requisiti.

Esigenza QII. Qualità dell'insediamento interno

L'esigenza relativa alla qualità ambientale degli ambienti interni comprende tre requisiti: due relativi a caratteristiche di benessere, connesse con la luce naturale e l'isolamento acustico, di ugual peso (30%); l'altro concernente il controllo delle emissioni tossiche dei materiali, componenti ed elementi, con peso leggermente superiore (40%), in relazione alla maggiore incidenza di quest'ultimo sui potenziali rischi per la salute.
Detti requisiti hanno indicatori specifici unici, che, quindi, mantengono la medesima ripartizione dei pesi.

3.6.2 Rappresentazione dei risultati per requisito

Per consentire la visualizzazione dei risultati prestazionali raggiunti dai diversi interventi, si riporta una prima serie di diagrammi di sintesi di valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza. Tali diagrammi di sintesi sono costituiti da:

- istogrammi di classe dei requisiti, riferiti ad ogni classe di esigenza.

La valutazione per ogni esigenza (classe di requisiti) evidenzia ogni requisito appartenente all'esigenza e la relativa classe di valutazione raggiunta.

In questo particolare caso, il raggiungimento del livello di best practice viene testimoniato dal superamento di un limite rappresentato da una linea rossa. Al fine di rendere più efficace la lettura dal punto di vista grafico, questa linea è situata in una posizione intermedia fra le classi 2 e 3, ad indicare che il superamento dell'una corrisponde al raggiungimento dell'altra (è opportuno ricordare, a questo proposito, che le classi di valutazione costituiscono una scala ordinale di numeri interi).

Esigenza	URC. Utilizzo delle risorse climatiche
Requisito	R1. Controllo della radiazione solare invernale
Requisito	R2. Utilizzo della ventilazione naturale

Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 7

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 7

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 7

Esigenza	URC. Utilizzo delle risorse climatiche
Requisito	R1. Controllo della radiazione solare invernale
Requisito	R2. Utilizzo della ventilazione naturale

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 7

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 7

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 7

Esigenza	URC. Utilizzo delle risorse climatiche
Requisito	R1. Controllo della radiazione solare invernale
Requisito	R2. Utilizzo della ventilazione naturale
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.	
vedi Allegato B7 da pag. 7	
8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.	
vedi Allegato B8 da pag. 7	

Esigenza	QASE. Qualità ambientale degli spazi esterni
Requisito	R3. Controllo della dinamica dei venti invernali
Requisito	R4. Controllo della dinamica dei venti estivi

Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 23

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 18

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 18

Esigenza	QASE. Qualità ambientale degli spazi esterni
Requisito	R3. Controllo della dinamica dei venti invernali
Requisito	R4. Controllo della dinamica dei venti estivi

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 15

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 15

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 15

Esigenza	QASE. Qualità ambientale degli spazi esterni
Requisito	R3. Controllo della dinamica dei venti invernali
Requisito	R4. Controllo della dinamica dei venti estivi
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.	
vedi Allegato B7 da pag. 15	
8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.	
vedi Allegato B8 da pag. 15	

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R5. Uso di materiali, componenti ed elementi dotati di certificazione ecologica
Requisito	R6. Uso di materiali, componenti ed elementi riciclati
Requisito	R7. Uso di materiali, componenti ed elementi a ridotto carico ambientale

Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 30

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 25

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 25

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R5. Uso di materiali, componenti ed elementi dotati di certificazione ecologica
Requisito	R6. Uso di materiali, componenti ed elementi riciclati
Requisito	R7. Uso di materiali, componenti ed elementi a ridotto carico ambientale

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 20

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 20

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 22

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R5. Uso di materiali, componenti ed elementi dotati di certificazione ecologica
Requisito	R6. Uso di materiali, componenti ed elementi riciclati
Requisito	R7. Uso di materiali, componenti ed elementi a ridotto carico ambientale
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.	
vedi Allegato B7 da pag. 20	
8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.	
vedi Allegato B8 da pag. 22	

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R8. Uso dell'isolamento termico
Requisito	R9. Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 43

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 38

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 38

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R8. Uso dell'isolamento termico
Requisito	R9. Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 39

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 39

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 38

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R8. Uso dell'isolamento termico
Requisito	R9. Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.

vedi Allegato B7 da pag. 20

8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.

vedi Allegato B8 da pag. 22

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R10. Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo
Requisito	R11. Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione

Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 65

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 64

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 66

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R10. Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo
Requisito	R11. Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 47

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 47

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 45

Esigenza	CCR. Contenimento del consumo di risorse
Requisito	R10. Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo
Requisito	R11. Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.	
vedi Allegato B7 da pag. 20	
8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.	
vedi Allegato B8 da pag. 22	

Esigenza	RCA. Riduzione dei carichi ambientali
Requisito	R12. Riduzione del consumo di acqua potabile
Requisito	R13. Recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali.	
vedi Allegato B1 da pag. 97	
2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.	
vedi Allegato B2 da pag. 98	
3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.	
vedi Allegato B3 da pag. 103	

Esigenza	RCA. Riduzione dei carichi ambientali
Requisito	R12. Riduzione del consumo di acqua potabile
Requisito	R13. Recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 69

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 60

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 56

Esigenza	RCA. Riduzione dei carichi ambientali
Requisito	R12. Riduzione del consumo di acqua potabile
Requisito	R13. Recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.	
vedi Allegato B7 da pag. 58	
8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.	
vedi Allegato B8 da pag. 61	

Esigenza	RCA. Riduzione dei carichi ambientali
Requisito	R14. Uso di materiali, componenti, elementi con elevato potenziale di riciclabilità
Requisito	R15. Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.	

vedi Allegato B1 da pag. 100

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 101

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 106

Esigenza	RCA. Riduzione dei carichi ambientali
Requisito	R14. Uso di materiali, componenti, elementi con elevato potenziale di riciclabilità
Requisito	R15. Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 72

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 63

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 59

Esigenza	RCA. Riduzione dei carichi ambientali
Requisito	R14. Uso di materiali, componenti, elementi con elevato potenziale di riciclabilità
Requisito	R15. Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.	
vedi Allegato B7 da pag. 71	
8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.	
vedi Allegato B8 da pag. 61	

Esigenza	QII. Qualità dell'insediamento interno
Requisito	R16. Utilizzo della luce naturale
Requisito	R17. Controllo dell'isolamento acustico di facciata
Requisito	R18. Controllo delle emissioni tossiche

Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 108

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 109

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 114

Esigenza	QII. Qualità dell'insediamento interno
Requisito	R16. Utilizzo della luce naturale
Requisito	R17. Controllo dell'isolamento acustico di facciata
Requisito	R18. Controllo delle emissioni tossiche

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 84

5) Edificio Centro del Fondo – Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 75

6) Villaggio Media ex Area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 69

Esigenza	QII. Qualità dell'insediamento interno
Requisito	R16. Utilizzo della luce naturale
Requisito	R17. Controllo dell'isolamento acustico di facciata
Requisito	R18. Controllo delle emissioni tossiche
Valutazione delle classi di valore rispetto alla classe di requisiti di appartenenza	
7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.	
vedi Allegato B7 da pag. 71	
8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.	
vedi Allegato B8 da pag. 74	

3.6.3 Rappresentazione di sintesi dei risultati

Per consentire la comparazione dei diversi interventi si riporta una valutazione di sintesi rappresentata a mezzo di:

- Diagrammi polari sinottici, riferiti rispettivamente agli indicatori specifici, ai requisiti, alle classi di esigenza.

La valutazione sintetica complessiva (per ciascun livello di sintesi) viene attestata dallo strumento informatico grazie al contributo di tre diagrammi polari sinottici, che evidenziano rispettivamente:

- gli indicatori specifici, i requisiti, le classi di esigenza (nei tre successivi livelli di sintesi), con la colorazione differenziata dei settori circolari;
- le classi di valutazione, attraverso i cerchi concentrici;
- le soglie rappresentative dei livelli di benchmark: prassi corrente, best practice, eccellenza;
- Il valore di ecocompatibilità raggiunto da ogni indicatore specifico, requisito, classe di esigenza, tramite la posizione e il colore dei punti corrispondenti.

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 122

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 121

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 128

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 97

5) Edificio Centro del Fondo - Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 88

6) Villaggio Media ex area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 79

7) Palazzo del ghiacchio – Torre Pellice.

vedi Allegato B7 da pag. 83

8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia.

vedi Allegato B8 da pag. 86

4. Conclusioni

4.1 Elementi di criticità nella valutazione

L'applicazione del sistema di valutazione, messo a punto per la verifica dell'indicatore **Qualità dell'Insediamento,** previsto nel Piano di Monitoraggio Ambientale del Programma Olimpico, ha permesso di ottenere un punteggio complessivo di ecocompatibilità di alcune Opere olimpiche selezionate come casi studio.
In linea con gli obiettivi previsti dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 45-2741 la ricerca ha valutato l'applicazione di tecniche di bioarchitettura e l'ecocompatibilità dei materiali utilizzati negli interventi olimpici.

Il metodo di valutazione, basato sull'approccio prestazionale al progetto ha preso in considerazione i requisiti definiti dalla committenza (cfr. paragrafo 3.1).
Gli indicatori specifici dei diversi requisiti, significativi ai fini del processo di verifica e monitoraggio della **Qualità dell'Insediamento**, sono rapportabili direttamente alle risorse ambientali e agli elementi dell'edificio secondo il quadro che segue.

ESIGENZA	RISORSA/ELEMENTO					
	SOLE	VENTO	INVOLUCRO	SISTEMI ENERGETICI	MATERIALI, COMPONENTI	ACQUA
UTILIZZO RISORSE CLIMATICHE	1a, 1b	2a				
QUALITÀ AMBIENTALE SPAZI ESTERNI		3a, 4a				
CONTENIMENTO CONSUMO RISORSE	10a, 10b		8a, 11a, 11b	9 a_1 a_2 a_3 a_4 a_5	5a, 6a, 7a	
RIDUZIONE CARICHI AMBIENTALI					14a, 15a	12a, 12b
QUALITÀ INSEDIAMENTO INTERNO			16a, 17a		18a	

Nella valutazione sono emersi alcuni elementi di criticità soprattutto in relazione ad alcuni requisiti.
Gli aspetti relativi alle caratteristiche di materiali e componenti, per esempio, sono stati analizzati nel dettaglio, attraverso la verifica di sei indicatori specifici che hanno preso in esame gli aspetti legati al contenimento del consumo di risorse (verifiche di certificazione ambientale di materiali e prodotti, di materiali riciclati e di carico ambientale), alla riduzione del carico ambientale (verifica del potenziale di riciclabilità e delle possibilità di disassemblaggio) e alla qualità dell'insediamento interno (controllo delle emissioni tossiche). Tuttavia, rappresentando il tema dei materiali un campo di ricerca in via di sviluppo e attualmente ancora poco supportato da strumentazione di progetto, i risultati sono stati scarsamente differenziati.
La classe di valutazione raggiunta dai sei requisiti inerenti i materiali, che determina un' influenza sull'indice finale pari al 27.75%, è, infatti, per tutti gli insediamenti analizzati, simile e bassa.
Anche il tema dell'analisi degli spazi aperti, del microclima, delle condizioni di comfort e delle relative strategie progettuali (classe di esigenza *Qualità degli*

spazi esterni) è poco assistito da ricerca sistematica. Il metodo di valutazione ha preso in considerazione soltanto un aspetto della qualità degli spazi esterni: quello in relazione alla risorsa vento e alla sua interazione con l'ambiente, attraverso il controllo della dinamica dei venti estivi e invernali.

Inoltre, le informazioni, desumibili dagli elaborati grafici, descrittivi e di capitolato forniti dalla Direzione Costruzioni del TOROC e dell'Agenzia Torino 2006, non sempre erano sufficienti per la verifica.
Questo problema ha determinato la necessità di richiedere per l'applicazione del sistema di valutazione, ulteriori elaborati specifici.

4.2 Risultati complessivi della valutazione

4.2.1 Punteggio di ecocompatibilità complessiva

La tabella riporta il punteggio complessivo di ecocompatibilità assegnato a ciascun intervento.

Insedia-mento valutato	Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali			Edificio Polifunzionale	Centro del Fondo	Villaggio Media Italgas	Palazzo del Ghiaccio	Villaggio Olimpico Medail
	Lotto 3	Lotto 4	Lotto 5					
Località	Torino			Pra gelato	Pra gelato	Torino	Torre Pellice	Bardonecchia
D. d'uso	res.	res.	res.	terz.	terz.	res.	terz.	
Rif.	All. B1	All. B2	All. B3	All. B4	All. B5	All. B6	All. B7	All. B8
Indice sintetico di ecocompatibilità (0-5)	**2,20**	**2,25**	**2,42**	**1,39**	**2,11**	**2,30**	**2,28**	**1,23**

Dalla lettura dei dati emerge che gli interventi analizzati presentano un punteggio molto simile, con limitate variazioni, da 1,23 a 2,42, e una media di 2,02.
Questo punteggio complessivo di ecocompatibilità relativo ad ogni caso studio è però determinato da diversi aspetti del progetto, come emerge dall'analisi degli allegati corrispondenti.
Ciascun caso studio presenta, infatti, delle caratteristiche specifiche di ecocompatibilità, relative soltanto ad alcune classi di esigenze, che hanno determinato il giudizio finale.

4.2.2 Punteggio di ecocompatibilità rispetto al solo fattore di efficienza energetica ambientale

Il confronto dell'ecocompatibilità rispetto all'indicatore specifico *fattore di efficienza energetico ambientale*, ovvero rispetto al rendimento delle scelte di sostituzione delle fonti energetiche da idrocarburi con fonti rinnovabili e assimilate e riduzione del fabbisogno (per i sottosistemi d'uso: riscaldamento ambienti, riscaldamento acqua calda sanitaria, ventilazione per il ricambio, raffrescamento, illuminazione, usi elettrodomestici), conferma il range di variazione del punteggio di cui sopra. Questo indicatore prestazionale, che influisce sull'indice finale per una quota pari al 10,5%, risulta intimamente connesso agli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti.
Per maggior completezza i dati sui consumi unitari previsti sono riportati sinteticamente nei paragrafi che seguono, e più dettagliatamente in sede di allegato tecnico.

Insedia-mento valutato	Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali			Edificio Polifunzionale	Centro del Fondo	Villaggio Media Italgas	Palazzo del Ghiaccio	Villaggio Olimpico Medail
	Lotto 3	Lotto 4	Lotto 5					
Località	Torino			Pra gelato	Pra gelato	Torino	Torre Pellice	Bardonecchia
D. d'uso	res.	res.	res.	terz.	terz.	res.	terz.	
Rif.	All. B1	All. B2	All. B3	All. B4	All. B5	All. B6	All. B7	All. B8
Indice sintetico di ecocompatibilità (0-5)	**0,21**	**0,32**	**0,32**	**0,11**	**0,21**	**0,21**	**0,32**	**0,11**

4.3 Risultati della valutazione: casi studio

Di seguito si riporta un'analisi dettagliata per ogni caso studio secondo le cinque classi di valore e le tre soglie: eccellenza, best practice o prassi corrente (non caratterizzato da aspetti di ecocompatibilità).
Tale analisi consente di mettere in evidenza quali sono le strategie/tecnologie progettuali adottate in ogni insediamento e di ottenere una valutazione di sintesi degli aspetti di ecocompatibilità di ogni progetto.

Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali

Le caratteristiche principali di ecocompatibilità del Villaggio Olimpico – area ex Mercati Generali (lotti residenziali), non riscontrate negli altri casi studio analizzati, sono costituite:

- dall'approvvigionamento energetico, pari al 20%, 26%, 46% circa, rispettivamente ai tre lotti, del fabbisogno di acqua calda sanitaria previsto durante la fase olimpica, da fonti completamente rinnovabili (solare termico ad acqua);
- dalla previsione di un sistema complesso per il recupero di acque meteoriche alla scala insediativa.

Inoltre:

- le proprietà di isolamento acustico delle superfici di involucro raggiungono mediamente un livello prestazionale superiore a quello riscontrato per gli altri casi valutati, nonostante l'abbondante impiego di superfici vetrate;
- la tipologia distributiva interna prevede e permette l'attivazione di strategie di ventilazione naturale, nonostante la decisa preferenza per una gestione meccanica del ricambio.

Di seguito si riportano i risultati della valutazione per i singoli lotti residenziali del Villaggio Olimpico.

Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali – lotto 3 - Torino

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

1) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 3.

vedi Allegato B1 da pag. 122

Il **lotto 3** in particolare risente maggiormente dell'alta percentuale di superficie trasparente prevista: a fronte di un maggiore utilizzo della luce naturale si abbattono notevolmente le proprietà isolanti (termiche ed acustiche) dell'involucro, con qualche ripercussione sul fattore di efficienza energetica del sottosistema riscaldamento.

Requisiti per i quali risulta la classe 5: r13, r18.

Il lotto 3 del Villaggio Olimpico raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti inerenti il:

r13 - recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;
r18 - controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

In particolare, l'eccellenza raggiunta nel primo caso rende conto di una progettazione che prevede sistemi di recupero a scala insediativa, ovvero di una rete complessa e ramificata in grado di raccogliere le acque meteoriche incidenti su tutte le superfici di copertura. I tre lotti in cui è stato scomposto l'insediamento oggetto di analisi ricevono pertanto un identico punteggio. E'

importante sottolineare che nessun altro fra gli interventi edilizi valutati prevede elementi puntuali o sistematici di recupero dell'acqua meteorica.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali risulta invece un obiettivo raggiunto nella totalità dei casi. Le superfici a diretto contatto con gli ambienti interni, secondo gli elaborati progettuali analizzati, risultano essere costituite da: serramenti in legno e vetro; pareti in cls a vista, o intonacate a calce e gesso, o tinteggiate ad idropittura (ad eccezione delle bande smaltate che caratterizzano i percorsi distributivi comuni); pareti divisorie leggere in cartongesso; pavimenti in legno e in piastrelle ceramiche (o in piastrelle di cemento e ghiaia quando esposte agli agenti atmosferici); soffitti intonacati con malta di calce.

Requisiti per i quali risulta la classe 4: r3, r11.

Il lotto 3 del Villaggio Olimpico in oggetto raggiunge, inoltre, ottimi livelli prestazionali rispetto al:

r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva.

Infatti, la densità e la distribuzione planimetrica dell'insediamento analizzato (vedi la cortina edificata verso via Giordano Bruno), producono una decisa riduzione delle correnti fredde invernali in arrivo da Nord Ovest.

L'inerzia termica dell' involucro opaco, con finalità di controllo climatico invernale, è assicurata principalmente dalla composizione stratigrafica dei solai piani di copertura in laterocemento isolato (spessore 34cm, sfasamento 9 ore), in alcuni casi rivestiti in piastrelle di cemento e ghiaia e dai tamponamenti di chiusura verticale a cassa vuota con due strati in mattone semipieno, intonacati con interposto strato isolante in fibre cellulosiche. I solai interpiano, considerati influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che raggiunge le 9 ore e mezza. La differenza rispetto alle chiusure orizzontali di copertura è costituita dalla presenza di un sottofondo in cemento magro, destinata ad ospitare le serpentine radianti a pavimento.

Requisiti per i quali risulta la classe 3: r7, r12.

Il lotto presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti di:

r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto su livelli accettabili grazie all'adozione di tecnologie costruttive come il mattone, il cartongesso, il legno. In particolare si segnalano: mattone semipieno, intonaci di calce e gesso, isolante in fibre cellulosiche per i tamponamenti verticali; cartongesso per i tamponamenti interni; cassonetto e telaio in legno per i serramenti esterni; porte interne tamburate in legno; pavimentazioni in legno. Le armature in acciaio, le barriere al vapore in alluminio, il telaio metallico dei tamponamenti in cartongesso, gli strati isolanti in polistirene posati sui solai, il calcestruzzo, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

Il progetto definitivo prevede inoltre, la dotazione di dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione (tecnologie per il risparmio idrico quali rubinetti frangigetto e WC con scarichi differenziati).

Requisiti per i quali risulta la classe 2: r1, r2, r9, r10, r16.

L'insediamento oggetto di analisi presenta livelli prestazionali discreti rispetto ai requisiti di:

r1 – controllo della radiazione solare invernale;
r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate;
r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo;
r16 – utilizzo della luce naturale.

L'eccessiva influenza dell'ombreggiamento reciproco indotto dai corpi di fabbrica è stata evitata grazie al rispetto di una confrontanza minima. Il raggiungimento di questo obiettivo è stato possibile, data la densità del costruito, grazie all'esposizione diagonale rispetto all'asse Nord-Sud. Questa particolare disposizione, che ha comunque risposto alle esigenze di carattere urbanistico definite in sede di progetto preliminare, ha contemporaneamente impedito all'insediamento di raggiungere livelli prestazionali discreti rispetto all'indicatore specifico r1a - efficienza di forma solare, dal momento che nessuna delle superfici di involucro verticali risulta esposta a Sud entro un arco di + o - 20°.

La ventilazione degli alloggi è di tipo meccanico controllato, con estrazione dai servizi igienici e dalle cucine ed immissione di aria esterna con bocchette poste sui serramenti degli altri locali. Sull'aria espulsa è previsto un sistema per il recupero dell'energia termica con scambiatore di calore aria acqua, per la produzione di acqua calda sanitaria.

Le possibilità di utilizzo della ventilazione naturale raggiungono livelli comunque accettabili grazie: alla conformazione a torre dei corpi di fabbrica, raccolti attorno ad una spina centrale con funzioni distributive; alla destinazione d'uso residenziale, che ha permesso di conformare unità abitative dotate di doppio affaccio contrapposto; alla presenza di alloggi duplex al piano terra, che consentono di sfruttare la ventilazione passante da effetto camino. Non risultano ottimali le ubicazioni di alcune destinazioni d'uso: i locali cucina e servizi collocati lungo le facciate esposte ai venti prevalenti impediscono di considerare ventilabili le relative unità abitative. La conformazione degli edifici su via Pio VII, edifici in linea ed alloggi con unico affaccio, non ne permette la ventilazione naturale passante.

Rispetto ad r9 il lotto 3 del Villaggio ex MOI raggiunge il livello prestazionale più basso. Ciononostante, l'efficienza energetico ambientale dell'intervento si attesta su livelli discreti, data la previsione di: riduzione del fabbisogno energetico normalizzato limite del 60%, grazie ad un'attenta progettazione delle stratigrafie di involucro opache e delle chiusure trasparenti (consumi previsti pari a 81 kWh/m2 annuo); produzione dell'energia termica per riscaldamento degli ambienti e per produzione acqua calda sanitaria con sottocentrali termiche di edificio alimentate dalla rete di teleriscaldamento; utenze riscaldamento e livelli di temperatura controllati (riscaldamento alloggi con pannelli radianti a pavimento, acqua calda 50 ÷ 40 °C; riscaldamento per locali ASPI a ventilconvettori, acqua calda 50 ÷ 40 °C; produzione acqua calda sanitaria 45 ÷ 48 °C); alimentazione degli impianti di produzione ACS integrata da sistemi quali

l'impianto di recupero energetico dall'aria in espulsione (13,5% FEFrif acs) e l'impianto a collettori solari previsto sulla copertura di ciascun edificio (20% FEFrif acs).

Il controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo deriva in buona parte dalla densa disposizione planimetrica. La movimentazione delle facciate, che prevede piccole logge, balconi e una rilevante sporgenza delle coperture, protegge ulteriormente l'involucro. Occorre sottolineare che il lotto è composto da edifici che raggiungono livelli prestazionali molto diversi. Da notare il trattamento specifico delle superfici diversamente esposte dell'edificio E1: il loggiato che scandisce la facciata Sud Ovest, caratterizzato da una profondità ridotta, ha permesso, attraverso ampie superfici vetrate sulla facciata retrostante, ottimi livelli di protezione estiva e di utilizzo degli apporti solari diretti invernali.

L'utilizzo della luce naturale, requisito per il quale il lotto in oggetto presenta livelli prestazionali fra i più alti rispetto agli insediamenti valutati, è reso possibile dall'ampia dotazione di superfici vetrate, dalla presenza di ambienti d'angolo vetrati, e dalla ridotta profondità della manica. Le prime due caratteristiche influiscono negativamente sulle proprietà di isolamento termico ed acustico delle chiusure di involucro.

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r4, r8, r14, r17.

Il lotto 3 del Villaggio Olimpico presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:

r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r8 – uso dell'isolamento termico;
r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità;
r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata.

La densità planimetrica dell'insediamento appare poco permeabile alla penetrazione delle brezze estive, prevalentemente in arrivo da Nord Est: il fattore di esposizione ai venti estivi, riferito agli spazi esterni, non è superiore al 28%.

Con riferimento al coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio, è importante osservare che, a fronte di un buon livello prestazionale del tamponamento opaco principale (U = 0,313 W/m2K, raggiunto con l'inserimento di 10 cm di isolante in fibra cellulosica fra i due strati di mattone semipieno) e della copertura (U = 0,349 W/m2K, raggiunto con la posa di 8 cm di isolante in polistirene su solaio in laterocemento), le superfici trasparenti che hanno, almeno per quanto concerne le tipologie più diffusamente utilizzate, un valore di U variabile da 2,3 a 2,8 W/m2K. L'incidenza delle chiusure trasparenti, oltre il 35% delle superfici di involucro verticale, determina valori del coefficiente medio ponderato relativamente bassi rispetto agli altri casi studio oggetto di analisi.
Considerazioni del tutto simili giustificano le ridotte prestazioni degli edifici in progetto rispetto al controllo dell'isolamento acustico di facciata: le ottime capacità fonoisolanti dei tamponamenti (Rw = 55 dB) risultano quasi del tutto vanificate dall'abbondante presenza di ampie superfici vetrate con scarso potere fonoisolante .

E' inoltre molto limitato l'utilizzo di materiali con elevato potenziale di riciclabilità.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r5, r6, r15.

Infine, il lotto in oggetto presenta livelli prestazionali di ecocompatibilità del tutto simili alla prassi corrente rispetto ai requisiti di:

r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita.

Tale risultato è, almeno in parte, dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.

L'impiego di materiali riciclati e l'uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita sono invece difficilmente collegabili a scelte costruttive fondate sulla tecnologia del laterizio.

Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali – lotto 4 - Torino

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

2) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 4.

vedi Allegato B2 da pag. 121

Il lotto 4, rispetto agli altri lotti residenziali del Villaggio Olimpico, è caratterizzato dall'utilizzo frequente della tipologia edilizia con distribuzione ad angolo degli alloggi; questa scelta di carattere distributivo influenza negativamente le potenzialità di ventilazione naturale passante all'interno delle unità abitative. Inoltre, a differenza degli altri lotti, non sono presenti alloggi duplex. Il controllo del soleggiamento estivo non può beneficiare di particolari articolazioni delle facciate esposte, né della presenza di sporti rilevanti in copertura.

Requisiti per i quali risulta la classe 5: r13, r18.

Il lotto 4 del Villaggio Olimpico raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti inerenti il:

r13 - recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;
r18 - controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

Anche ne lotto 4 sono previsti sistemi di recupero delle acque meteoriche a scala insediativa.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali risulta raggiunto anche nel lotto 4. Le superfici a diretto contatto con gli ambienti interni, secondo gli elaborati progettuali analizzati, risultano essere costituite da: serramenti in legno e vetro; pareti in cls a vista, o intonacate a calce e gesso, o tinteggiate ad idropittura (ad eccezione delle bande smaltate che caratterizzano i percorsi distributivi comuni); pareti divisorie leggere in cartongesso; pavimenti in legno e in piastrelle ceramiche (o in piastrelle di cemento e ghiaia quando esposte agli agenti atmosferici); soffitti intonacati con malta di calce.

Requisiti per i quali risulta la classe 4: r3, r11.

Il lotto 4 del Villaggio raggiunge inoltre ottimi livelli prestazionali rispetto al:

r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva.

Infatti, la densità e la distribuzione planimetrica dell'insediamento analizzato (da notare la cortina edificata verso via Giordano Bruno), pur derivata da considerazioni di carattere urbanistico-compositivo, producono una decisa riduzione delle correnti fredde invernali in arrivo da Nord Ovest.

L'inerzia termica delle superfici opache di involucro, con finalità di controllo climatico invernale, è assicurata principalmente dalla composizione stratigrafica dei solai piani di copertura in laterocemento isolato (spessore 34 cm, sfasamento 9 ore), in alcuni casi rivestiti in piastrelle di cemento e ghiaia e dai tamponamenti di chiusura verticale a cassa vuota con due strati in mattone semipieno, intonacati con interposto strato isolante in fibre cellulosiche. Infine, i solai interpiano, considerati influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che raggiunge le 9 ore e mezza. La differenza rispetto alle chiusure orizzontali di copertura è costituita dalla presenza di una caldana in cemento magro, destinata ad ospitare le serpentine radianti a pavimento.

Requisiti per i quali risulta la classe 3: r7, r9, r12.

Il lotto presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti di:

r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto su livelli accettabili grazie all'adozione di tecnologie costruttive basate sull'utilizzo del mattone, del cartongesso, del legno. In particolare si segnalano: mattone semipieno, intonaci di calce e gesso, isolante in fibre cellulosiche per i tamponamenti verticali; cartongesso per i tamponamenti interni; cassonetto e telaio in legno per i serramenti esterni; porte interne tamburate in legno; pavimentazioni in legno. Le armature in acciaio, le barriere al vapore in alluminio, il telaio metallico dei tamponamenti in cartongesso, gli strati isolanti in polistirene posati sui solai, il calcestruzzo, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

L'efficienza energetico ambientale dell'intervento si attesta su livelli superiori alla prassi corrente e comunque fra i tre migliori del parco analizzato. Questo risultato viene raggiunto grazie alla previsione di: riduzione del fabbisogno energetico normalizzato limite superiore al 70%, grazie ad un'attenta progettazione delle stratigrafie di involucro opache e delle chiusure trasparenti (consumi previsti pari a 68 kWh/m^2 annuo); produzione dell'energia termica per riscaldamento degli ambienti e per produzione acqua calda sanitaria con sottocentrali termiche di edificio alimentate dalla rete di teleriscaldamento; utenze riscaldamento e livelli di temperatura controllati (riscaldamento alloggi con pannelli radianti a pavimento, acqua calda 50 ÷ 40 °C; riscaldamento per locali ASPI a ventilconvettori, acqua calda 50 ÷ 40 °C; produzione acqua calda sanitaria 45 ÷ 48 °C); alimentazione degli impianti di produzione ACS integrata da sistemi quali l'impianto di recupero energetico dall'aria in espulsione (13,5% FEFrif acs) e l'impianto a collettori solari previsto sulla copertura di ciascun edificio (26% FEFrif acs).

Riguardo il terzo requisito citato, si osserva che il progetto definitivo prevede la dotazione di dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione (tecnologie per il risparmio idrico quali rubinetti frangigetto e WC con scarichi differenziati).

Requisiti per i quali risulta la classe 2: r1, r8, r16, r17.

Il lotto 4 presenta livelli prestazionali discreti rispetto ai requisiti di:

r1 – controllo della radiazione solare invernale;
r8 – uso dell'isolamento termico;
r16 – utilizzo della luce naturale;
r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata.

Il controllo della radiazione solare invernale deriva dall'efficienza di forma solare e dal rispetto di una reciproca distanza tra edifici, che caratterizzano l'intero Villaggio. Il lotto 4, nonostante raggiunga la medesima classe di merito, risulta di minor livello prestazionale del precedente rispetto al solo indicatore specifico 1b (è bene ricordare che nessuno dei tre lotti presenta caratteristiche di ecocompatibilità riguardo ad r1a - efficienza di forma solare) a causa dell'immediata adiacenza del lotto 5, in direzione Sud Ovest.

Con riferimento al coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio, è importante osservare che, a fronte di un buon livello prestazionale del tamponamento opaco principale (U = 0,313 W/m2K, raggiunto con l'inserimento di 10 cm di isolante in fibra cellulosica fra i due strati di mattone semipieno) e della copertura (U = 0,349 W/m2K, raggiunto con la posa di 8 cm di isolante in polistirene sul solaio in laterocemento), le superfici trasparenti risultano, almeno per quanto concerne le tipologie più diffusamente utilizzate, di livello mediocre (U = 2,27 W/m2K, U = 2,30 W/m2K, U = 2,36 W/m2K). La percentuale di impiego (circa il 27% delle superfici di involucro verticale è costituito da elementi trasparenti) permette al lotto 4 di attestarsi sul livello medio riscontrato.

Considerazioni del tutto simili giustificano le prestazioni degli edifici in progetto rispetto al controllo dell'isolamento acustico di facciata: le ottime capacità fonoisolanti dei tamponamenti (Rw = 55 dB) risultano parzialmente vanificate dalla presenza di ampie superfici vetrate (Rw = 40 dB).

L'utilizzo della luce naturale, requisito per il quale il lotto in oggetto presenta livelli prestazionali fra i più alti rispetto agli insediamenti valutati, fa affidamento sull'ampia dotazione di superfici vetrate, sulla presenza di ambienti vetrati d'angolo, e sulla ridotta profondità della manica. Le prime due caratteristiche influiscono negativamente sulle proprietà di isolamento termico ed acustico delle chiusure di involucro.

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r2, r4, r10, r14.

Il lotto 4 presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:

r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo;
r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità.

Il lotto 4, rispetto agli altri lotti residenziali del Villaggio Olimpico, è caratterizzato dall'utilizzo frequente della tipologia edilizia con distribuzione ad angolo degli alloggi (quattro per piano): le potenzialità di ventilazione naturale passante risultano quindi piuttosto scarse. Inoltre, non essendo presenti alloggi sviluppati su più piani, non sono riscontrabili potenzialità di ventilazione naturale per effetto camino.
La densità planimetrica dell'insediamento appare poco permeabile alla penetrazione delle brezze estive, prevalentemente in arrivo da Nord Est: il fattore di esposizione ai venti estivi, riferito agli spazi esterni, non è superiore al 32%.

Gli edifici del lotto, limitatamente al controllo del soleggiamento estivo, raggiungono scarsi livelli prestazionali, dal momento che non possono beneficiare di particolari articolazioni delle facciate esposte, né della presenza di sporti rilevanti in copertura. La classe di merito assegnata, che non discende dalle caratteristiche di trasmissione solare dei componenti trasparenti previsti, deriva in buona parte dalla fitta disposizione planimetrica. L'assenza di almeno un edificio emblematico rende il lotto in analisi, con riferimento ad r10, il peggiore fra i tre analizzati.

È inoltre limitato l'uso di materiali con elevato potenziale di riciclabilità.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r5, r6, r15.

Infine, il lotto in oggetto presenta livelli prestazionali di ecocompatibilità del tutto simili alla prassi rispetto ai requisiti di:

r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita.

Tale risultato è, almeno in parte, dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.

L'impiego di materiali riciclati e l'uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita sono invece difficilmente collegabili a scelte costruttive fondate sulla tecnologia del laterizio.

Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali – lotto 5 - Torino

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

3) Villaggio Olimpico Area ex Mercati Generali – lotto 5.

vedi Allegato B3 da pag. 128

Il lotto 5, rispetto agli altri lotti residenziali del Villaggio Olimpico, è caratterizzato della presenza di un affaccio a Sud Ovest su via Carlo Bossoli, risolto con l'inserimento di una cortina edificata che ombreggia, durante la stagione invernale, i fabbricati retrostanti.
La già scarsa permeabilità alla penetrazione dei venti estivi è ulteriormente ridotta dalla presenza ravvicinata, sulla direzione prevalente, del lotto 4. Infine, il modesto risultato raggiunto nell'utilizzo della luce naturale per l'illuminazione dei principali spazi (che comunque rispetta e supera i minimi previsti dalla normativa), risponde alla priorità assegnata alle esigenze di isolamento termico.

Requisiti per i quali risulta la classe 5: r13, r18.

Il lotto 5 raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti inerenti il:

r13 - recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;
r18 - controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

Anche ne lotto 5 sono previsti sistemi di recupero delle acque meteoriche a scala insediativi.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali risulta raggiunto anche nel lotto 5.

Requisiti per i quali risulta la classe 4: r2, r3, r11.

Il lotto 5 del Villaggio Olimpico in oggetto raggiunge inoltre ottimi livelli prestazionali rispetto a:

r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva.

Gli unità abitative del lotto in analisi beneficiano, nella maggioranza dei casi, di un doppio affaccio contrapposto. Inoltre, sono presenti alloggi sviluppati su due piani (duplex), per i quali si riscontrano buone potenzialità di ventilazione naturale per effetto camino. Questo lotto raggiunge, rispetto al requisito citato, il miglior risultato dell'intera valutazione.

Relativamente ad r3 si osserva che la densità e la distribuzione planimetrica del lotto analizzato (vedi la cortina edificata su via Giordano Bruno), pur derivate da considerazioni di carattere urbanistico-compositivo, producono una decisa riduzione delle correnti fredde invernali in arrivo da Nord Ovest.

L'inerzia termica delle superfici opache di involucro, con finalità di controllo climatico invernale, è assicurata principalmente dalla composizione stratigrafica dei solai piani di copertura in laterocemento isolato (spessore 34cm, sfasamento 9 ore), in alcuni casi rivestiti in piastrelle di cemento e ghiaia e dai tamponamenti di chiusura verticale a cassa vuota con due strati in mattone semipieno, intonacati con interposto strato isolante in fibre cellulosiche. Infine, i solai interpiano, considerati influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che raggiunge le 9 ore e mezza. La differenza rispetto alle chiusure orizzontali di copertura è costituita dalla presenza di una cappa in cemento magro, destinata ad ospitare le serpentine radianti a pavimento.

Requisiti per i quali risulta la classe 3: r7, r8, r9, r12, r17.

Il lotto presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti di:

r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale;
r8 – uso dell'isolamento termico;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto su livelli accettabili grazie all'adozione di tecnologie costruttive centrate sull'utilizzo del mattone, del cartongesso, del legno. In particolare si segnalano: mattone semipieno, intonaci di calce e gesso, isolante in fibre cellulosiche per i tamponamenti verticali; cartongesso per i tamponamenti interni; cassonetto e

telaio in legno per i serramenti esterni; porte interne tamburate in legno; pavimentazioni in legno. Le armature in acciaio, le barriere al vapore in alluminio, il telaio metallico dei tamponamenti in cartongesso, gli strati isolanti in polistirene posati sugli orizzontamenti, il calcestruzzo, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

Con riferimento al coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio, è importante osservare che, a fronte di un buon livello prestazionale del tamponamento opaco principale (U = 0,313 W/m2K, raggiunto con l'inserimento di 10 cm di isolante in fibra cellulosica fra i due strati di mattone semipieno) e della copertura (U = 0,349 W/m2K, raggiunto con la posa di 8 cm di isolante in polistirene sul solaio in laterocemento), le superfici trasparenti risultano, almeno per quanto concerne le tipologie più diffusamente utilizzate, di livello mediocre (U = 2,29 W/m2K, U = 2,30 W/m2K, U = 2,8 W/m2K). La percentuale di impiego degli elementi trasparenti (meno del 24% delle superfici di involucro verticale) permette al lotto 5 di raggiungere il migliore dei livelli riscontrati in tutto il parco analizzato.

L'efficienza energetico ambientale dell'intervento si attesta su livelli superiori alla prassi corrente e comunque fra i tre migliori del parco analizzato. Questo risultato viene raggiunto grazie alla previsione di: riduzione del fabbisogno energetico normalizzato limite superiore al 70%, grazie ad un'attenta progettazione delle stratigrafie di involucro opache e delle chiusure trasparenti (consumi previsti pari a 58 kWh/m2 annuo); produzione dell'energia termica per riscaldamento degli ambienti e per produzione acqua calda sanitaria con sottocentrali termiche di edificio alimentate dalla rete di teleriscaldamento; utenze riscaldamento e livelli di temperatura controllati (riscaldamento alloggi con pannelli radianti a pavimento, acqua calda 50 ÷ 40 °C; riscaldamento per locali ASPI a ventilconvettori, acqua calda 50 ÷ 40 °C; produzione acqua calda sanitaria 45 ÷ 48 °C); alimentazione degli impianti di produzione ACS integrata da sistemi quali l'impianto di recupero energetico dall'aria in espulsione (13,5% FEFrif acs) e l'impianto a collettori solari previsto sulla copertura di ciascun edificio (46% FEFrif acs). Quest'ultimo risulta il più consistente fra gli interventi per l'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili riscontrato nell'intero parco di analisi.

Si osserva inoltre che il progetto prevede la dotazione di dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione (tecnologie per il risparmio idrico quali rubinetti frangigetto e WC con scarichi differenziati).

Requisiti per i quali risulta la classe 2: r10.

L'insediamento oggetto di analisi presenta livelli prestazionali discreti rispetto ai requisiti di:

r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo.

Il controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo, che non dipende dalle caratteristiche di trasmissione solare dei componenti trasparenti previsti, deriva in buona parte dalla fitta disposizione planimetrica. La movimentazione delle facciate, che prevede piccole logge, balconi e una certa sporgenza delle coperture, protegge ulteriormente l'involucro. Occorre sottolineare che il lotto è composto da edifici che raggiungono livelli prestazionali molto diversi. Da notare il trattamento specifico delle superfici diversamente esposte dell'edificio sulla via C. Bossoli: il loggiato che scandisce la facciata Sud Ovest, caratterizzato da una profondità ridotta, ha permesso la dotazione di ampie superfici vetrate sulla

facciata retrostante, raggiungendo ottimi livelli di protezione estiva e di utilizzo degli apporti solari diretti invernali.

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r1, r14, 16.

Il lotto 5 del Villaggio Olimpico presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:

r1 – controllo della radiazione solare invernale;
r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità;
r16 – utilizzo della luce naturale.

Il controllo della radiazione solare invernale, risultante dall'efficienza di forma solare e dal rispetto di una reciproca distanza, è legato alle considerazioni urbanistiche di impianto che caratterizzano l'intero Villaggio.
Il lotto 5, per quanto riguarda questo requisito, raggiunge uno dei risultati peggiori (occorre ricordare che nessuno degli insediamenti analizzati, ad eccezione del Villaggio Media Italgas, presenta rilevanti caratteristiche di ecocompatibilità rispetto all'indicatore specifico r1a - efficienza di forma solare, e che, pertanto, la classe relativa ad r1 risente significativamente del valore di ecocompatibilità raggiunto dall'indicatore specifico r1b – distanza critica) a causa della presenza di un affaccio a Sud Ovest sulla via Carlo Bossoli, risolto con l'inserimento di una cortina edificata che ombreggia i fabbricati retrostanti.

L'uso di materiali con elevato potenziale di riciclabilità è limitato.

Infine, il modesto risultato raggiunto relativamente al requisito di ecocompatibilità r16 - utilizzo della luce naturale per l'illuminazione dei principali spazi ad uso diurno (che comunque rispetta e supera, è bene ricordarlo, i minimi previsti dalla normativa), risponde della priorità assegnata alle esigenze di isolamento termico: la percentuale di elementi trasparenti non supera il 24% delle superfici di involucro verticale.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r4, r5, r6, r15.

Infine, il lotto in oggetto presenta livelli prestazionali di ecocompatibilità del tutto simili alla prassi rispetto ai requisiti di:

r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita.

La densità planimetrica dell'insediamento risulta poco permeabile alla penetrazione delle brezze estive, prevalentemente in arrivo da Nord Est. La presenza ravvicinata, sulla direzione prevalente, del lotto 4, costituisce un ulteriore elemento di riduzione del fattore di esposizione ai venti estivi (riferito agli spazi esterni), che non è superiore al 15%.

Il risultato ottenuto relativamente ad r5, almeno in parte, è dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.

L'impiego di materiali riciclati e l'uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita non sono legate a scelte costruttive fondate sulla tecnologia del laterizio.

Edificio Polifunzionale - Pragelato

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

4) Edificio Polifunzionale - Pragelato.

vedi Allegato B4 da pag. 97

L'Edificio Polifunzionale di Pragelato raggiunge un punteggio di ecocompatibilità complessivo modesto. E' comunque importante sottolineare che questo manufatto ha risentito, in misura maggiore rispetto agli altri analizzati, degli obblighi di localizzazione e orientamento imputabili alla presenza dei trampolini per il salto con gli sci.

Altra caratteristica di rilievo dell'edificio in esame è costituita dalla presenza di un captatore solare passivo esposto a Sud e rivolto verso il corridoio centrale di distribuzione. Ai fini della valutazione di ecocompatibilità complessiva questo elemento non è risultato valutabile, dal momento che non illumina uno spazio primario. Gli apporti termici dovuti alla penetrazione della radiazione invernale, peraltro non forniti dai progettisti, sembrano appena bilanciare l'incremento di dispersioni dovuto all'aumento di superficie di involucro trasparente.

L'Edificio Polifunzionale risente negativamente dell'alta percentuale di superficie trasparente, concentrata intorno ad un unico spazio, poco significativo in relazione all'illuminazione naturale dei diversi ambienti ad uso diurno. Di fatto, le proprietà termofisiche non eccellenti dei serramenti e degli elementi vetrati riducono considerevolmente il coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato complessivo, nonostante le buone caratteristiche delle stratigrafie opache; le stesse considerazioni valgono per il coefficiente di isolamento acustico di facciata.

L'altro aspetto che ha determinato il giudizio globale di ecocompatibilità è la mancata previsione di qualunque tipo di dispositivo o sistema complesso per la riduzione del consumo di acqua potabile e/o per il recupero delle acque meteoriche.

Requisiti per i quali risulta la classe 5: r11, r18.

L'Edificio Polifunzionale sito in Pragelato, nell'area prospiciente i trampolini per il salto, raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti:

r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva;
r18 – controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

Le numerose stratigrafie previste per le superfici opache di involucro hanno caratteristiche di inerzia termica molto diverse. La ponderazione sulle superfici restituisce un valore sintetico di 13 ore e mezza con riferimento alla climatizzazione invernale, e di 12 ore relativamente alla climatizzazione estiva. In particolare, l'inerzia delle chiusure opache con finalità di controllo climatico invernale, è assicurata principalmente dalla composizione stratigrafica delle pareti verticali, realizzate nella maggior parte dei casi con blocchi in laterizio alleggerito (tipo Poroton), eventualmente accoppiato a contenimento in cls gettato in opera (spessori variabili fra i 33 e i 62cm, sfasamento termico fra 20 e 40 ore). Le chiusure orizzontali, invece, raggiungono uno sfasamento termico variabile fra le 8 e le 11 ore, da imputarsi sostanzialmente ai solai laterocementizi e ai sottofondi in sabbia e cemento. La copertura leggera in legno isolata, corrispondente alla tipologia più estesa, e il manto metallico isolato leggero del captatore, fanno al contrario registrare livelli prestazionali estremamente bassi (non più di 1 ora di sfasamento termico). Infine, i solai interpiano, considerati influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che raggiunge le 8 ore e mezza, dovuto alla piastra in laterocemento e, in misura minore, ai sottofondi in calcestruzzo.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali, risulta, anche in questo caso, un obiettivo raggiunto. Le superfici a diretto contatto con gli ambienti interni, secondo gli elaborati progettuali analizzati, risultano essere costituite da: serramenti in legno e vetro e in alluminio e vetro; pareti in cls a vista, o intonacate a calce e gesso o a gesso puro, o tinteggiate con idropittura; pareti divisorie leggere in cartongesso; pavimentazioni in piastrelle ceramiche o in lastre di pietra naturale; soffitti intonacati a calce e gesso; controsoffitti in pannelli di fibra minerale o in acciaio microperforato; copertura rivestita all'intradosso in legno di abete o in lamiera d'acciaio.

Requisiti per i quali risulta la classe 4:

L'Edificio Polifunzionale in oggetto non presenta caratteristiche corrispondenti a questo livello prestazionale.

Requisiti per i quali risulta classe 3: r4, r7.

Il lotto presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti:

r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale.

L'edificio, situato sul limitare del lotto di appartenenza, si dispone perpendicolarmente alle correnti estive in arrivo da Nord Est (fondo valle). Il nucleo di scia (assenza di vento) derivante si dispone sull'area di lotto libera prospicente l'affaccio delle camere esposte a mezzogiorno. Quest'area non può quindi beneficiare dei flussi ventilativi prevalenti durante la stagione estiva. Le tribune esposte a Nord Est, considerate come parte dell'area libera del lotto di pertinenza, risultano al contrario pienamente esposte. Il fattore di esposizione ai venti estivi registrato, riferito agli spazi esterni, è pari al 55%.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto su livelli accettabili grazie all'adozione di tecnologie costruttive centrate sull'utilizzo del laterizio, della pietra naturale, del legno. In particolare si segnalano: blocchi in laterizio alleggerito, intonaci di calce e gesso o di gesso puro, rivestimenti in legno di larice o in pietra naturale per i tamponamenti verticali; blocchi in laterizio alleggerito e intonaci di calce e gesso o di gesso puro per i tamponamenti interni; telai in legno per i serramenti esterni delle camere (pari a 3/5 circa del totale); porte interne tamburate in legno di pino; pavimentazioni interne in legno di larice, pietra naturale, piastrelle ceramiche; pavimentazioni esterne in legno di abete; orditura in legno di parte della copertura . Le armature in acciaio, il telaio in acciaio per il sostegno dei controsoffitti, gli stessi pannelli di controsoffittatura in acciaio microperforato, gli strati isolanti in polistirene, il calcestruzzo, il manto di copertura in lamiera di zinco titanio, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

Requisiti per i quali risulta la classe 2: r3, r8.

L'insediamento oggetto di analisi presenta livelli prestazionali discreti rispetto ai requisiti di:

r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r8 – uso dell'isolamento termico.

L'edificio, situato sul limitare del lotto di appartenenza, si dispone perpendicolarmente alle correnti invernali in arrivo da Sud Ovest (alta valle). Il nucleo di scia (assenza di vento) derivante si dispone sull'area di lotto libera prospicente le tribune esposte a mezzanotte, considerate come parte dell'area libera del lotto di pertinenza. Quest'area risulta quindi protetta dai flussi ventilativi prevalenti invernali. L'area libera che fronteggia le camere esposte a Sud Ovest, risulta, al contrario, pienamente esposta. Il fattore di protezione dai venti invernali registrato, riferito agli spazi esterni, è pari al 45%.

Con riferimento ad r8, si osserva che l'Edificio Polifunzionale di Pragelato si attesta sinteticamente sul livello medio riscontrato. L'elevata percentuale di impiego delle superfici vetrate (circa il 33% delle superfici di involucro verticale), inferiore solo a quanto previsto per il lotto 3 del Villaggio Olimpico di cui ai punti precedenti, vanifica in buona parte le proprietà isolanti delle stratigrafie opache di progetto. A fronte di un buon livello prestazionale dei tamponamenti opachi principali (U = 0,323 W/m2K, U = 0,389 W/m2K, raggiunto con l'inserimento di 5 cm di isolante in polistirene da 35kg/m3 a ridosso del blocco in laterizio alleggerito, già di per sé dotato di una conducibilità contenuta) e della copertura (U compreso fra 0,401 W/m2K e 0,637 W/m2K, grazie alla posa di 5 cm di isolante in polistirene sui solai in laterocemento), le superfici trasparenti risultano infatti di livello mediocre (U = 2,784 W/m2K), soprattutto in

considerazione della fascia climatica di insediamento (zona climatica F, 4640 gradi giorno).

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r1, r9, r14.

L'edificio Polifunzionale di Pragelato presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:

r1 – controllo della radiazione solare invernale;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate;
r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità.

Il controllo della radiazione solare invernale, risultante dall'efficienza di forma solare dell'edificio, e dal rispetto di una distanza minima rispetto agli ostacoli emergenti in direzione Sud, si attesta al livello più basso registrato, al pari del lotto 5 del Villaggio Olimpico, area ex Mercati Generali.
Per una corretta lettura del risultato occorre soprattutto ricordare che nessuno degli insediamenti analizzati, ad eccezione del Villaggio Media Italgas, presenta rilevanti caratteristiche di ecocompatibilità rispetto all'indicatore specifico r1a - efficienza di forma solare, e che, pertanto, la classe di merito relativa ad r1 risente in modo altamente significativo del valore di ecocompatibilità raggiunto dall'indicatore specifico r1b – distanza critica.
In effetti, il manufatto sito in Pragelato, risente degli obblighi di localizzazione e orientamento imputabili alla presenza dei trampolini per il salto con gli sci:le maschere d'ombra riportate in allegato tecnico rendono particolarmente visibile la ridottissima esposizione invernale del versante d'impianto.

Rispetto ad r9, l'Edificio Polifunzionale raggiunge il livello prestazionale più basso rispetto agli altri casi studio. Di fatto, la riduzione del fabbisogno energetico normalizzato limite è di poco superiore al 10%, (consumi previsti pari a 156 kWh/m2 annuo), mentre la produzione dell'energia termica per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria si affida per intero ad una caldaia a condensazione alimentata da gas metano di rete. Non sono sostanzialmente presenti sistemi di approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili.

L'uso di materiali con elevato potenziale di riciclabilità è limitato.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r2, r5, r6, r10, r12, r13, r15, r16, r17.

Infine, l'edificio in oggetto presenta livelli prestazionali di ecocompatibilità del tutto simili alla prassi rispetto ai requisiti:

r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile;
r13 – recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita;
r16 – utilizzo della luce naturale;

r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata.

La particolare destinazione d'uso (ricezione alberghiera), risolta attraverso una disposizione sequenziale delle camere ai lati di un corridoio distributivo, non permette di considerare come naturalmente ventilabili gli spazi confinati, dotati di un unico affaccio. E' importante sottolineare che tale corridoio centrale a doppia altezza è dotato in copertura di dispositivi di apertura automatici, in grado di innescare una ventilazione naturale ascendente destinata al controllo del surriscaldamento estivo, ed alla eventuale evacuazione dei fumi d'incendio. Dal momento che la normativa antincendio prevede che tutti gli spazi che si affacciano su tale corridoio siano da questo separati a mezzo di elementi resistenti al fuoco (REI), non è purtroppo possibile considerare le camere come naturalmente ventilabili per effetto camino.

Il risultato ottenuto relativamente ad r5, almeno in parte, è dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.

Il controllo della radiazione solare estiva, come chiaramente visibile dalle maschere d'ombra riportate in allegato tecnico, risulta insufficiente, dal momento che le ampie superfici vetrate del ristorante e delle camere esposte a Sud Ovest, risultano ombreggiate, fra le 13 e le 17 del 21 giugno, per meno del 30% della superficie medesima. Si osservi che il fattore di ombreggiamento misurato attraverso la modellazione tridimensionale è stato incrementato del 10%, per tenere conto dell'eventuale presenza della vegetazione. Anche in questo caso l'edificio risente, in parte, delle scelte di insediamento e orientamento imposte.

Sono presenti alcuni componenti a ridotta disassemblabilità: i serramenti, le orditure di copertura in legno o in acciaio, parte delle pavimentazioni esterne (tribune).

Non sono invece previsti dispositivi o sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile.

La classe assegnata ad r13 rende conto della mancata previsione di qualunque tipo di dispositivo o sistema complesso per il recupero delle acque meteoriche.

Lo scarso risultato raggiunto relativamente al requisito di ecocompatibilità r16 - utilizzo della luce naturale per l'illuminazione dei principali spazi ad uso diurno, è dovuto all'eccessiva concentrazione delle superfici vetrate previste e della scarsa illuminazione delle camere posizionate sotto gli spalti gradonati. La verifica è stata effettuata per tre stanze rappresentative degli spazi ricettivi (stanze n° 3, 11, 25; FLD pari rispettivamente a 0,9%, 1,4%, 1,4%), e per la sala ristorante, che raggiunge un fattore di luce diurna pari al 4,3% (il più alto registrato per l'intero parco di analisi). Il fattore di luce diurna calcolato per le stanze tipo è stato esteso a tutte le stanze aventi le medesime caratteristiche (stesso piano, stesso affaccio), in modo da ottenere un valore ponderato complessivo effettivamente rappresentativo della reale distribuzione degli ambienti.

Come esplicitamente dichiarato nell'elaborato U9_03_06_E_37_AR_02_00 – Relazione acustica, gli ambienti interni non sono pienamente rispondenti ai limiti di legge (DPCM 5/12/1997). Il valore di D2m,nT,Wme non è infatti mai superiore al limite imposto (40dB). In generale, le chiusure verticali esterne di involucro, risultano non essere sufficientemente isolanti nelle loro componenti trasparenti, raggiungendo il valore limite di legge soltanto nei rari casi in cui la superficie trasparente non occupi più del 10% della superficie dell'intera parete.

Centro del Fondo - Pragelato

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

5) Centro del Fondo - Pragelato.

vedi Allegato B5 da pag. 88

L'edificio destinato ad ospitare il Centro del Fondo di Pragelato raggiunge un punteggio di ecocompatibilità complessivo pari alla classe 2.
L'edificio, che si prefigge l'obiettivo di completare, ampliare e riqualificare l'attuale Casetta del Fondo è, dal punto di vista tipologico, molto legato all'esperienza costruttiva della tradizione locale.
Tale scelta ha portato a risultati energetico-ambientali apprezzabili.

Di particolare rilevanza sono i risultati raggiunti nel:

1. controllo della radiazione estiva incidente, grazie alla conformazione particolarmente sporgente delle coperture tradizionali.

La specifica localizzazione dell'edificio determina un'altra caratteristica prestazionale di ecocompatibilità:

2. l'ottima esposizione alla radiazione solare invernale, da imputarsi esclusivamente alla collocazione sul versante vallivo esposto (e non all'indicatore specifico efficienza di forma solare).

Requisiti per i quali risulta la classe 5:
r4, r11, r18.

L'edificio Centro del Fondo, sito in Pragelato a ridosso del nuovo circuito per la pratica dello sci di fondo, raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti inerenti il:

r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva;
r18 – controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

La localizzazione dell'edificio, situato sul versante soleggiato in posizione sovrastante rispetto al lotto di pertinenza, determina una completa esposizione delle aree esterne alle brezze estive. Il fattore di esposizione è pari all'85%.

L'inerzia termica delle superfici opache di involucro, con finalità di controllo climatico invernale, è assicurata sostanzialmente dalla composizione stratigrafica dei solai piani di sottocopertura in laterocemento isolato (spessore 46cm, sfasamento 13 ore e mezza), rivestiti all'intradosso da intonaco di calce e all'estradosso da getto in cls su caldana in cemento magro armato. I tamponamenti di chiusura verticale a cassavuota con strato di isolante in poliuretano, non superano il livello prestazionale medio (sfasamento 5 ore e mezza). Infine, i solai interpiano, considerati influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che raggiunge le 12 ore e mezza.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali, risulta un obiettivo raggiunto, come nella totalità dei casi analizzati. Le superfici a diretto contatto con gli ambienti interni, secondo gli elaborati progettuali analizzati, risultano essere costituite da: serramenti in legno di larice e vetro; pareti al piano interrato in cls a vista; pareti intonacate a calce; pavimenti in piastrelle ceramiche; soffitti intonacati con malta di calce; sottotetto rivestito con tavole in abete.

Requisiti per i quali risulta la classe 4:

L'edificio Centro del Fondo non presenta requisiti corrispondenti a questo livello prestazionale.

Requisiti per i quali risulta la classe 3: r1, r7, r10, r12.

L'intervento presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti di:

r1 – controllo della radiazione solare invernale;
r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale;
r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile.

L'ottima esposizione alla radiazione solare invernale è, come già sottolineato, da imputarsi alla collocazione sul versante vallivo maggiormente esposto. Inoltre, l'ubicazione specifica sul limitare del centro abitato, a ridosso del torrente e delle aree libere per la pratica sportiva, determina una completa assenza di ombreggiamento, sia dovuto al costruito sia a vegetazione. L'esposizione verso Sud Est, parallela alle isoaltimetriche, non consente, al contrario, di raggiungere una completa efficienza di forma solare. Inoltre, la tipologia costruttiva, volta prioritariamente ad isolare gli ambienti interni piuttosto che a godere degli apporti solari diretti, si limita ad esporre il fronte maggiore verso il quadrante corrispondente al percorso solare del mattino.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto, parimenti a quanto registrato negli altri casi, su livelli accettabili grazie all'adozione di tecnologie costruttive centrate sull'utilizzo del mattone, della pietra naturale, del legno, della ceramica. In particolare si segnalano: blocchi forati in laterizio, intonaci di calce, rivestimenti in pietra naturale e legno di larice per i tamponamenti verticali d'involucro; intonaci di calce e idropitture per le tramezze; pavimenti in piastrelle ceramiche; intonacatura a calce dei soffitti; orditura secondaria e tavolati di copertura in legno massiccio; manto in scandole di legno. Le armature in acciaio, l'isolamento in poliuretano, gli intonaci esterni in cemento e polvere di marmo, il calcestruzzo in qualunque forma, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

Il controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo non dipende dalle caratteristiche di trasmissione solare dei componenti trasparenti previsti, ma da un insieme di fattori, alcuni dei quali strettamente connessi alla tipologia costruttiva tradizionale locale (anche se non rivolti prioritariamente alla soddisfazione del requisito in analisi): la ridotta percentuale di superfici trasparenti (non considerata dalla formulazione analitica prevista dal metodo) e l'estensione degli sporti spioventi della copertura. L'articolazione delle facciate e l'esposizione verso Sud Est del fronte principale (parallelo alla direzione delle curve altimetriche in quel tratto di vallata) contribuiscono al livello prestazionale raggiunto.

Si osserva, inoltre, che il progetto prevede la dotazione di dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione (tecnologie per il risparmio idrico quali rubinetti frangigetto e WC con scarichi differenziati).

Requisiti per i quali risulta la classe 2: r2, r8, r9.

Il Centro del Fondo presenta livelli prestazionali discreti rispetto ai requisiti di:

r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r8 – uso dell'isolamento termico;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate.

Le possibilità di utilizzo della ventilazione naturale portano a livelli prestazionali accettabili: infatti la conformazione e la profondità dei corpi di fabbrica, la destinazione d'uso parzialmente residenziale hanno permesso di conformare unità abitative dotate di doppio affaccio contrapposto. Nei casi in cui le unità abitative sono dotate di unico affaccio non si registrano possibilità di ventilazione naturale adeguata, data l'assenza di dispositivi o strategie atti all'innesco di flussi ventilativi da effetto camino.

Con riferimento al coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio, è importante osservare che, a fronte di un buon livello prestazionale del tamponamento opaco principale (U = 0,316 W/m2K, raggiunto con l'inserimento di 10 cm di isolante in poliuretano, accoppiato ad intercapedine verticale, fra i due strati in laterizio) e della copertura (U = 0,441 W/m2K), le chiusure orizzontali inferiori risultano di livello mediocre (U = 0,775 W/m2K, U = 1,111 W/m2K), ed i serramenti del tutto non adatti (U = 3,42 W/m2K, U = 3,52 W/m2K). La percentuale di impiego estremamente ridotta (meno del 15% delle superfici di involucro verticale è costituito da elementi trasparenti) permette all'edificio oggetto di analisi di attestarsi comunque sul livello medio riscontrato rispetto agli altri interventi analizzati.

Rispetto ad r9 il Centro del Fondo di Pragelato raggiunge il livello prestazionale medio registrato, anche se l'efficienza energetico ambientale dell'intervento si attesta su livelli superiori alla prassi corrente, data la previsione di: riduzione del fabbisogno energetico normalizzato limite del 50%, grazie alle qualità delle stratigrafie di involucro opache principali ed alla ridotta percentuale di superfici trasparenti (consumi previsti pari a 92 kWh/m2 annuo); produzione dell'energia termica per riscaldamento degli ambienti e per produzione acqua calda sanitaria grazie ad una caldaia a gas a condensazione allacciata alla rete. L'approvvigionamento da fonti rinnovabili per la fornitura elettrica, come per gli altri casi studio, non è contemplato.

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r3, r14.

L'insediamento presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:

r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità.

La localizzazione dell'edificio, situato sul versante soleggiato in posizione sovrastante rispetto al lotto di pertinenza, determina, rispetto ai venti freddi invernali in arrivo dal colle (da Sud) una completa esposizione delle aree esterne. Il fattore di protezione non supera il 20%.

L'uso di materiali con elevato potenziale di riciclabilità è limitato.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r5, r6, r13, r15, r16, r17.

Infine, l'edificio in oggetto presenta livelli prestazionali di ecocompatibilità del tutto simili alla prassi rispetto ai requisiti di:

r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r13 – recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita;
r16 – utilizzo della luce naturale;
r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata.

Il risultato ottenuto relativamente ad r5, almeno in parte, è dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.

L'impiego di materiali riciclati e l'uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita non sono collegabili a scelte costruttive fondate sulla tecnologia del laterizio. Ciononostante, e grazie soprattutto alla tipologia costruttiva della copertura, il Centro del Fondo raggiunge relativamente a questo requisito il miglior punteggio rispetto agli altri interventi analizzati.

La classe assegnata ad r13 è conseguente alla mancata previsione di qualunque tipo di dispositivo o sistema per il recupero delle acque meteoriche, peraltro comune a tutti gli interventi (con l'eccezione del Villaggio Olimpico sito in area ex Mercati Generali).

Lo scarso risultato raggiunto relativamente al requisito di ecocompatibilità r16 - utilizzo della luce naturale per l'illuminazione dei principali spazi ad uso diurno, deriva dalla priorità assegnata alle esigenze di isolamento termico: la percentuale di elementi trasparenti non supera il 15% delle superfici di involucro verticale. Inoltre, l'ampia sporgenza della copertura riduce considerevolmente l'angolo di visuale libero.

Non è stato invece calcolato r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata, in quanto non sono stati forniti dati sufficienti per la valutazione.

Villaggio Media ex area Italgas - Torino

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

6) Villaggio Media ex area Italgas.

vedi Allegato B6 da pag. 79

Le caratteristiche principali di ecocompatibilità del Villaggio Media ex Area Italgas a Torino, non riscontrate negli altri casi studio analizzati, sono costituite:

- dalla disposizione planivolumetrica ottimale, relativamente alle caratteristiche di esposizione all'irraggiamento solare invernale, di protezione delle aree libere del lotto dai venti freddi, di esposizione delle stesse alle brezze estive;
- dalla previsione di dispositivi espressamente finalizzati al controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo.

Inoltre:

- l'adozione, per i corpi a destinazione residenziale, di una tipologia strutturale in muratura portante, composta da blocchi in argilla microporizzata con farina di legno per le superfici d'involucro verticali e da elementi autoportanti in legnocemento per la realizzazione dei solai intermedi e di copertura piana (peraltro isolata a mezzo di lastre in sughero naturale), risulta unica rispetto agli altri interventi analizzati;
- gli elementi schermanti in legno di abete non trattato assemblati a secco rappresentano un elemento progettuale significativo.

Il Villaggio Media sito in area ex Italgas risente invece negativamente delle scelte distributive legate alla destinazione d'uso ricettiva, rappresentate da una disposizione sequenziale delle camere ai lati di un corridoio distributivo centrale. Le possibilità di ventilazione naturale passante delle camere stesse, e la

diversificazione delle superfici trasparenti per i fronti giorno e notte, ne risultano pregiudicate.

Requisiti per i quali risulta la classe 5: r11, r18.

L'intervento raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti:

r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva;
r18 – controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

L'inerzia termica delle superfici opache di involucro, con finalità di controllo climatico invernale, raggiunge le migliori prestazioni verificate. Tale risultato dipende: dalla composizione stratigrafica dei solai piani di copertura in legnocemento isolato con lastre di sughero naturale da 8cm e coperto da un letto di 15cm di argilla espansa (spessore complessivo 48cm, sfasamento 26 ore); dalla tipologia delle chiusure portanti verticali, in monoblocco da 38cm in argilla microporizzata con farina di legno. Infine, i solai interpiano, influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che raggiunge le 11 ore, da imputarsi principalmente al corpo in blocchi legnocementizi da 18cm, nonché alla doppia caldana a base cementizia, rispettivamente destinata alla legatura per la collaborazione strutturale dei blocchi sottostanti e alla costituzione della massa ad alta capacità termica destinata ad ospitare le serpentine radianti.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali risulta un obiettivo raggiunto, come nella totalità dei casi analizzati. Le superfici a diretto contatto con gli ambienti interni, secondo gli elaborati progettuali analizzati, risultano essere costituite da: serramenti in legno di larice o in alluminio elettrocolorato e vetro; pareti al piano interrato in cls a vista; pareti intonacate a calce pigmentata in pasta; pavimenti rivestiti in gres fine porcellanato o in gres ceramico; soffitti intonacati a calce; controsoffitti in acciaio microperforato per gli spazi destinati alla distribuzione.

Requisiti per i quali risulta la classe 4: r1.

Il Villaggio Media Italgas raggiunge inoltre ottimi livelli prestazionali rispetto a:

r1 – controllo della radiazione solare invernale.

L'ottima esposizione alla radiazione solare invernale è, come già sottolineato, una delle caratteristiche principali dell'intervento, che raggiunge, relativamente ad r1, il più alto punteggio registrato. La disposizione planivolumetrica degli edifici, disposti a scacchiera lungo l'asse Est-Ovest, permette di esporre a mezzogiorno gli ampi fronti allungati, nel pieno rispetto della reciproca distanza solare minima (distanza critica). Una dettagliata analisi delle proprietà schermanti del sistema a listelli in legno di abete ha evidenziato la buona permeabilità all'irraggiamento invernale, peraltro passibile di incremento grazie al sistema scorrevole di apertura dello stesso, almeno in corrispondenza delle superfici trasparenti più ampie. I corpi destinati alle funzioni terziarie di servizio, più bassi raggiungono prestazioni minori, relativamente al requisito in oggetto.

Requisiti per i quali risulta la classe 3: r3, r4, r7, r10, r12.

L'intervento presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti di:

r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale;
r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile.

La disposizione planimetrica dell'insediamento risulta possedere ottime ed equilibrate caratteristiche di confrontanza rispetto alle correnti ventilative stagionali. La disposizione a scacchiera degli edifici residenziali protegge le aree esterne, a livello del terreno, dai flussi ventilativi invernali, risultando al contempo sufficientemente permeabile alle brezze estive. Il fattore di protezione dai venti invernali ed il fattore di esposizione a quelli estivi è pari, rispettivamente, al 52% e al 51%. E' importante anche mettere in evidenza che gli edifici residenziali del Villaggio Media, offrendo i fronti più estesi al vento invernale (proveniente da Nord Ovest) ed estivo (proveniente da Nord Est), con un inclinazione prossima ai 45°, presentano condizioni estremamente favorevoli alla ventilazione trasversale passante.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto, parimenti a quanto registrato negli altri casi, su livelli accettabili, grazie all'adozione di tecnologie costruttive centrate sull'utilizzo del laterizio, del legnocemento, del legno naturale, della ceramica. In particolare si segnalano: blocchi forati in argilla microporizzati con farina di legno, intonaci di calce pigmentati in pasta per i tamponamenti verticali d'involucro; intonaci di calce e rivestimenti ceramici per le partizioni interne; pavimenti in gres fine porcellanato o in gres ceramico; intonacatura a calce dei soffitti; elementi di solaio autoportanti in legnocemento; isolamento della copertura in lastre di sughero naturale; elementi schermanti di facciata in legno naturale. Le armature dell'interrato in acciaio, gli isolamenti in polistirene, le barriere al vapore in polietilene, le cappe di solaio in calcestruzzo, i serramenti in alluminio elettrocolorati, i controsoffitti metallici, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

Il controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo, che non dipende dalle caratteristiche di trasmissione solare dei componenti trasparenti previsti, deriva interamente dall'adozione di un sistema assemblato a secco di listelli orizzontali in legno di abete non trattato, che maschera interamente le facciate Sud, proteggendone anche le superfici opache. Al fine di permetterne un'operabilità minima (modalità presente-assente), gli schermi che fronteggiano le vetrate ampie delle camere sono montati su giunto scorrevole. Un sopralluogo ha confermato l'utilità dell' operabilità, finalizzata al mantenimento di condizioni minime di illuminazione naturale diurna, ma nello stesso tempo una completa apertura visuale, quando desiderata.

Il progetto prevede, inoltre, la dotazione di dispositivi per la riduzione del consumo di acqua potabile nella distribuzione (tecnologie per il risparmio idrico quali rubinetti frangigetto e WC con scarichi differenziati).

Requisiti per i quali risulta la classe 2: r8, r9.

Il Villaggio Media Italgas presenta livelli prestazionali discreti rispetto ai requisiti:

r8 – uso dell'isolamento termico;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate.

Con riferimento al coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio, è importante osservare la sostanziale uniformità nelle proprietà di trasmissione termica degli elementi di involucro opachi, purtroppo non adeguatamente supportati dalla presenza di elementi trasparenti adeguati. A fronte di un buon livello prestazionale del tamponamento portante principale (U = 0,440 W/m2K, permesso dal semplice blocco microporizzato da 38cm, intercalato da corsi di feltro vegetale al fine di contrastare la formazione di un ponte termico in corrispondenza della malta di allettamento), della copertura (U = 0,410 W/m2K, raggiunto grazie alla posa di 8cm di isolante in sughero naturale su solaio in legnocemento) e delle chiusure orizzontali inferiori (U = 0,400 W/m2K, garantito da 5 + 2cm di polistirene su solaio predalle), le superfici finestrate appaiono di livello medio (valori di trasmittanza compresi fra U = 2,33 W/m2K e U = 2,66 W/m2K). Ed è proprio l'elevata percentuale di impiego di tali elementi (più del 40% delle superfici di involucro verticale è trasparente) ad impedire al Villaggio Media di oltrepassare la soglia del livello medio complessivamente registrato per tutti gli interventi.

Anche con riferimento ad r9, l'insediamento in oggetto raggiunge il livello prestazionale medio registrato, livello comunque superiore alla prassi. L'efficienza energetico ambientale dell'intervento è sostanzialmente da imputarsi a: Il fabbisogno energetico medio per il riscaldamento ricavato da tale elaborato è pari a 120,7 kWh/m2 annui. Il volume dei locali riscaldati è pari a 73624,3 m3. Il fabbisogno per il riscaldamento ambientale viene soddisfatto mediante due caldaie a gas metano della potenza di 500 kW ciascuna, del tipo a bassa temperatura con bruciatore modulante. Non sono comunque contemplati sistemi di approvvigionamento da fonti completamente rinnovabili.

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r14, r16, r17.

L'insediamento presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:
r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità;
r16 – utilizzo della luce naturale;
r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata.

L'uso di materiali con elevato potenziale di riciclabilità è limitato.

Il modesto risultato raggiunto relativamente al requisito di ecocompatibilità r16 - utilizzo della luce naturale per l'illuminazione dei principali spazi ad uso diurno (che comunque rispetta e supera i minimi previsti dalla normativa), è attribuibile alla profondità della manica e alla priorità assegnata alle esigenze di isolamento termico.

Le prestazioni degli edifici in progetto rispetto al controllo dell'isolamento acustico di facciata (anche in questo caso nel rispetto dei limiti di legge) è dipendente dalle ottime capacità fonoisolanti dei tamponamenti (Rw = 53,2 dB). Il potere fonoisolante delle superfici vetrate risulta di Rw = 40 dB.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r2, r5, r6, r13, r15.

Infine, l'insediamento presenta livelli prestazionali di ecocompatibilità del tutto simili alla prassi rispetto ai requisiti di:

r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r13 – recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita.

La particolare destinazione d'uso (ricezione alberghiera), risolta attraverso una disposizione sequenziale delle camere ai lati di un corridoio distributivo, non permette di considerare come naturalmente ventilabili gli spazi confinati, dotati di un unico affaccio, nonostante l'ottima disposizione dell'insediamento rispetto alle correnti ventilative prevalenti. Non sono presenti sistemi per la ventilazione naturale da effetto camino.

Il risultato ottenuto relativamente ad r5, almeno in parte, è dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.
E' tuttavia importante mettere in evidenza che il Villaggio Media raggiunge, relativamente a questo requisito, il miglior punteggio rispetto agli altri interventi analizzati.

L'impiego di materiali riciclati risulta, come per glia altri casi analizzati, scarso. Risultano riciclati: i pannelli isolanti in polistirene, la struttura metallica di sostegno delle pavimentazioni galleggianti delle terrazze esterne, alcune viti in plastica di fissaggio delle doghe frangisole in legno.

La classe assegnata ad r13 dipende dalla mancata previsione di qualunque tipo di dispositivo o sistema per il recupero delle acque meteoriche, peraltro comune a tutti gli interventi (con l'eccezione del Villaggio Olimpico sito in area ex Mercati Generali).

L'uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita non può abbinarsi a scelte costruttive fondate sulla tecnologia del laterizio e del legnocemento. Risultano disassemblabili: i serramenti, i controsoffitti delle zone distributive, i frangisole in legno.

Palazzo del Ghiaccio – Torre Pellice

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

7) Palazzo del Ghiaccio – Torre Pellice

vedi Allegato B7 da pag. 83

Le caratteristiche principali dell'intervento in oggetto, non riscontrate negli altri casi analizzati, sono costituite da:

- una riduzione del fabbisogno energetico normalizzato limite (definito ai sensi della L10/91) pari all'80%. Tanto il fabbisogno per il riscaldamento degli ambienti che quello destinato alla produzione di acqua calda sanitaria vengono soddisfatti da una coppia di caldaie a gas metano della potenza di 500 kW ciascuna, del tipo a bassa temperatura con bruciatore modulante;
- un deciso incremento delle proprietà di isolamento termico delle superfici d'involucro trasparente, che risultano le migliori rispetto agli altri casi studio analizzati.

Inoltre:

- il riutilizzo del materiale di scavo come materiale di riempimento per i sottofondi drenanti, data l'importanza degli stessi in termini di massa complessiva, permette al manufatto di superare la soglia della prassi corrente relativamente alla percentuale di impiego di materiali riciclati.

Il Palazzo del Ghiaccio sito in di Torre Pellice risente invece negativamente della mancata previsione di qualunque tipo di dispositivo o sistema complesso per la riduzione del consumo di acqua potabile e/o per il recupero delle acque meteoriche.

Requisiti per i quali risulta la classe 5: r4, r11, r18.

L'intervento oggetto di studio, sito in Torre Pellice, raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti inerenti il:

r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva;
r18 – controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

La localizzazione dell'edificio, disposto lungo l'asse Est-Ovest in posizione centrale rispetto al lotto di pertinenza, determina una completa esposizione delle aree esterne alle brezze estive provenienti da Est. Il fattore di esposizione è pari al 96%.

L'inerzia termica delle superfici opache di involucro, con finalità di controllo climatico invernale, raggiunge le migliori prestazioni rispetto agli altri edifici analizzati. Tale risultato è determinato dalla composizione stratigrafica del solaio piano di copertura in cls, composto da soletta a lastra con alleggerimento da 32cm, strato di pendenza in cemento cellulare dello spessore medio di 10cm, isolato con lastre di polistirene espanso da 10cm e rivestito all'estradosso da un letto antigelivo pesante dello spessore di 11cm (spessore complessivo 63cm, sfasamento 38 ore); daIla tipologia dei setti portanti principali di involucro, composti da getto in opera di cls da 30cm, isolati con 5cm di polistirene espanso e diversamente rivestiti (spessore complessivo 36-39cm, sfasamento 20-20,5 ore). Infine, i solai interpiano, influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che supera le 22 ore, da imputarsi principalmente al corpo in laterocemento rispettivamente da 26cm e da 22+18cm, nonché alla caldana a base cementizia.
La copertura leggera su struttura lamellare, costituita dal isolamento in polistirene impermeabilizzato e rivestito in rame, non presenta, invece, buone caratteristiche prestazionali rispetto ad r11.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali, risulta un obiettivo raggiunto, come nella totalità dei casi analizzati. Le superfici a diretto contatto con gli ambienti interni, secondo gli elaborati progettuali analizzati, risultano essere costituite da: serramenti in alluminio elettrocolorato e vetro; pareti al piano interrato in cls a vista; pareti intonacate a calce e cemento, o tinteggiate con idropittura, o rivestite in piastrelle ceramiche nelle zone servizi; pavimenti rivestiti in piastrelle ceramiche nella zona camere e ristorante, in piastrelle di gres nelle zone servizi, in cls semplice per le tribune, in gomma industriale nelle zone destinate a spogliatoio; soffitti intonacati con malta di calce o di calce e cemento.

Requisiti per i quali risulta la classe 4: r1.

Il Palazzo del Ghiaccio raggiunge inoltre ottimi livelli prestazionali rispetto al:

r1 – controllo della radiazione solare invernale.

L'esposizione dell'edificio risulta, come riportato in allegato tecnico, ottimale. Il risultato prestazionale raggiunto è il migliore, insieme al Villaggio Media Italgas, rispetto agli altri edifici analizzati. Il Palazzo del ghiaccio di Torre Pellice è orientato infatti secondo l'asse Est-Ovest, seguendo l'orientamento del

fondovalle, ed esponendo la facciata più estesa (sulla quale si affacciano le camere) al pieno mezzogiorno. Il declivio del versante vallivo contrapposto (dislivello di 350m rispetto al piano di campagna, distanziato di oltre 1000m in linea d'aria dall'edificio stesso) non risulta ombreggiare il Palazzetto nelle ore centrali del solstizio invernale (10.30 – 14.30).

Requisiti per i quali risulta la classe 3: r7, r8, r9, r16.

L'intervento in oggetto presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti di:

r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale;
r8 – uso dell'isolamento termico;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate;
r16 – utilizzo della luce naturale.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto, parimenti a quanto registrato negli altri casi, su livelli accettabili, grazie all'adozione di tecnologie costruttive che non eccedono nell'utilizzo di materiali metallici o nei polimeri di sintesi. Occorre comunque evidenziare che soltanto ai materiali locali utilizzati per il rivestimento e le pavimentazioni (pietra di Luserna) ed ai materiali di risulta riutilizzati per i rinterri si può assegnare un indice di impatto eccellente. Si segnalano inoltre: rivestimenti in piastrelle per i tamponamenti verticali d'involucro e i tramezzi; sottofondi drenanti in ghiaia naturale, membrane elastoplastomeriche, pavimenti in gres e guaine impermeabilizzanti in PVC per i pavimenti su terreno; manto di copertura in rame. Gli isolamenti in polistirene, le barriere al vapore in polietilene, le caldane in cls, i serramenti in alluminio preverniciato, i setti portanti in cls gettato in opera, la lamiera grecata portante della copertura su lamellare, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

Con riferimento al coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio, è importante osservare che gli elementi di involucro opachi verticali risultano possedere caratteristiche di trasmittanza buone, ma inferiori a quanto mediamente riscontrato negli altri casi: di fatto, la buona pratica è stata raggiunta grazie ad una attenta gestione delle caratteristiche della copertura e delle superfici trasparenti, punti generalmente deboli negli altri casi analizzati. Il livello prestazionale delle chiusure opache verticali principali (U = 0,520 W/m2K, per le pareti in C.A. a vista isolate con 5cm di polistirene; U = 0,470 W/m2K, per le pareti rivestite in pietra di Luserna, isolate con 5cm di polistirene ed un'intercapedine), è di poco migliore rispetto alle chiusure orizzontali inferiori (U = 0,574 W/m2K, garantito da 5 cm di polistirene su magrone livellante). Il pavimento della pista ghiaccio (U = 0,346 W/m2K, grazie alla posa di 10 cm di polistirene su magrone livellante), le stratigrafie di copertura (U = 0,260 W/m2K - U = 0,301 W/m2K, in seguito alla previsione di 10cm di polistirene) e specialmente le superfici finestrate risultano possedere ottime caratteristiche termoisolanti (valori di trasmittanza compresi fra U = 1,67 W/m2K e U = 1,74 W/m2K). Le chiusure trasparenti in policarbonato costituiscono un'eccezione negativa (U = 3,33 W/m2K).

Anche con riferimento ad r9, l'insediamento in oggetto raggiunge il livello prestazionale medio registrato, livello comunque superiore alla prassi. L'efficienza energetico ambientale dell'intervento è sostanzialmente da imputarsi ad interventi inerenti il sottosistema riscaldamento ambienti e acqua sanitaria, fra i quali spicca il buon grado di isolamento dell'involucro. Il fabbisogno energetico medio per il riscaldamento ricavato dagli elaborati progettuali è pari a

120,7 kWh/m2 annui. Il fabbisogno per il riscaldamento ambientale viene soddisfatto mediante due caldaie a gas metano della potenza di 500 kW ciascuna, del tipo a bassa temperatura con bruciatore modulante. Non sono comunque contemplati sistemi di approvvigionamento da fonti completamente rinnovabili.

L'ampia dotazione di superfici trasparenti determina il livello prestazionale più alto fra quelli registrati per il requisito relativo all'utilizzo della luce naturale.
Inoltre, gli spazi analizzati presentano una ridotta profondità della manica, condizione che permette di godere al meglio dell'illuminazione diffusa proveniente dall'esterno. Lo spazio ad uso pista ghiaccio beneficia della luce proveniente dagli spazi distributivi liberi circostanti e di un'ampia fascia trasparente in copertura. Le ottime proprietà termofisiche degli elementi vetrati di progetto riducono notevolmente gli effetti collaterali negativi di tale scelta sul bilancio termico dell'edificio stesso.

Requisiti per i quali risulta la classe 2:

Il nuovo Palazzo del Ghiaccio di Torre Pellice non presenta requisiti corrispondenti a questo livello prestazionale.

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r2, r3, r6, r14.

L'insediamento presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:

r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità.

Il riutilizzo del materiale di scavo come materiale di riempimento per i sottofondi drenanti, data l'importanza degli stessi in termini di massa complessiva, permette al manufatto, caso unico nell'intero parco di analisi, di superare la soglia della pratica corrente.

L'edificio, situato al centro del lotto di appartenenza, si dispone diagonalmente alle correnti invernali in arrivo da Sud Ovest (alta valle). Il nucleo di scia (assenza di vento) derivante si dispone sull'area di lotto libera che costituisce lo spazio antistante all'affaccio su strada, destinato ad uso piazza urbana. Durante la stagione invernale quest'area risulta protetta dalle correnti fredde. L'area verde ad uso interno, risulta, al contrario, pienamente esposta. Il fattore di protezione dai venti invernali riferito agli spazi esterni è pari al 32%.
L'uso di materiali con elevato potenziale di riciclabilità, dato l'ampio utilizzo di cls gettato in opera, è limitato ai profili in alluminio ed ai vetri dei serramenti, alla lamiera zincata di sostegno della copertura su lamellare.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r5, r10, r12, r13, r15, r17.

Infine, detto insediamento presenta livelli prestazionali di ecosostenibilità del tutto simili alla prassi rispetto ai requisiti di:

r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile;
r13 – recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita;
r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata.

Il risultato ottenuto relativamente ad r5, almeno in parte, è dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.

Il controllo della radiazione solare estiva, come visibile dalle maschere d'ombra riportate in allegato tecnico, risulta insufficiente. In particolare, le superfici d'involucro esposte ad Ovest risultano completamente soleggiate (90%) fra le 13 e le 17 del giorno di solstizio estivo. E' importante notare che, al contrario, le ampie superfici vetrate delle camere esposte a Sud risultano ombreggiate, nel periodo considerato, per il 70% della superficie medesima, anche tenendo conto della particolare inclinazione verso l'esterno delle superfici d'involucro stesse che, in assenza di schermature specifiche, protegge i solai intermedi dalla radiazione diretta. Il coefficiente di trasmissione solare delle superfici vetrate non risulta essere stato oggetto di valutazione nel progetto: data l'assenza di indicazioni specifiche, il valore dell'indicatore specifico viene azzerato.

Non sono previsti dispositivi o sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile.

La classe assegnata ad r13 rende conto della mancata previsione di qualunque tipo di dispositivo o sistema complesso per il recupero delle acque meteoriche, peraltro comune a tutti gli interventi (con l'eccezione del Villaggio Oimpico sito in area ex M.O.I.).

L'uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita è difficilmente abbinabile a scelte costruttive fondate sulla tecnologia del cls armato portante e del laterocemento. Risultano disassemblabili: i serramenti e parte del pacchetto di copertura su lamellare, limitatamente all'orditura principale, alla lamiera zincata di sostegno, al manto di copertura in rame.

Per l'assenza di indicazioni specifiche sulle caratteristiche fonoisolanti degli elementi d'involucro, l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata viene azzerato.

Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia

Risultati complessivi sugli interventi del P.O. oggetto di studio

8) Villaggio Olimpico ex Colonia Medail – Bardonecchia

vedi Allegato B8 da pag. 86

Il Villaggio Olimpico ex Colonia Medail di Bardonecchia, di cui è stato analizzato il settore nuova costruzione (settore FF), raggiunge un punteggio di ecocompatibilità complessivo modesto. E' comunque importante sottolineare che l'intervento in oggetto costituisce un caso di ristrutturazione e riqualificazione dell'esistente. Soltanto l'edificio Centro del Fondo di Pragelato appartiene, fra quelli analizzati, alla stessa categoria di intervento.

I requisiti per i quali si registrano i migliori livelli prestazionali sono costituiti dal controllo delle emissioni tossiche dovute alla scelta dei materiali a contatto con gli spazi interni, dall'inerzia termica delle stratigrafie opache di involucro ed intermedie, dal ridotto carico ambientale dei materiali, elementi e componenti, dal buon controllo della dinamica dei venti estivi.

Il settore FF del Villaggio Olimpico ex Colonia Medail risente negativamente della posizione ravvicinata, verso Sud, degli edifici esistenti. Inoltre, la conformazione volumetrica scelta risulta offrire una più estesa superficie di involucro verso nord. Ulteriori aspetti che hanno inciso sulla valutazione sono le proprietà termofisiche dei componenti di involucro, con particolare riferimento a quelli opachi, e l'esclusione dell'approvigionamento energetico da fonti rinnovabili.

Requisiti per i quali risulta la classe 5: r11, r18.

L'intervento oggetto di studio, sito in Bardonecchia raggiunge livelli di prestazione eccellenti rispetto ai requisiti inerenti:

r11 – uso dell'inerzia termica per la climatizzazione invernale ed estiva;
r18 – controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali a diretto contatto con gli ambienti interni.

L'inerzia termica delle superfici opache di involucro, con finalità di controllo climatico invernale, raggiunge la classe prestazionale più alta. Tale risultato discende: dalla composizione stratigrafica dei solai (piano ed inclinato) di copertura, poggiati su piastra portante in laterocemento rispettivamente da 24 e 28cm, isolate in un caso con pannello in polistirene da 6cm e nell'altro con schiuma poliuretanica da 4cm (spessore complessivo 38cm e 33cm, sfasamento 11 ore e 14,5 ore); dalla tipologia dei setti portanti principali di involucro, composti da getto in opera di cls da 30cm, isolati con 3cm di polistirene espanso ed intonacati (spessore complessivo 36cm, sfasamento 20,5 ore). I tamponamenti verticali di involucro sono realizzati con stratigrafie a cassavuota racchiusa da blocchi in calcestruzzo cellulare (spessore complessivo 36cm e 43cm, sfasamento 16,5 ore). Infine, i solai interpiano, influenti ai fini della climatizzazione estiva, presentano uno sfasamento termico che raggiunge le 12 ore, da imputarsi principalmente al corpo in laterocemento da 24cm, nonché alla caldana in calcestruzzo magro.
Gli elementi di involucro degli abbaini, (copertura e chiusure verticali), nonché la stratigrafia di involucro meno estesa (a cassavuota in laterizio forato) non presentano, al contrario, buone caratteristiche prestazionali rispetto ad r11.

Il controllo delle emissioni tossiche legate alla scelta dei materiali, risulta un obiettivo raggiunto, come nella totalità dei casi analizzati. Le superfici a diretto contatto con gli ambienti interni, secondo gli elaborati progettuali analizzati, risultano essere costituite da: serramenti in alluminio elettrocolorato e vetro; pareti intonacate a calce e gesso; pavimenti in fibra di legno e rivestimento melaminico; soffitti intonacati a calce e gesso.

Requisiti per i quali risulta la classe 4:

Il nuovo Villaggio Olimpico di Bardonecchia non presenta requisiti corrispondenti a questo livello prestazionale.

Requisiti per i quali risulta la classe 3: r4, r7.

L'intervento in oggetto presenta livelli prestazionali buoni rispetto ai requisiti di:

r4 – controllo della dinamica dei venti estivi;
r7 – uso di materiali, elementi e componenti a ridotto carico ambientale.

Il gruppo di edifici si situa al centro del lotto di appartenenza, disponendosi longitudinalmente alle correnti estive in arrivo da Sud Ovest (correnti di fondo valle). Il nucleo di scia (assenza di vento) derivante si dispone sull'area di lotto libera situata verso la zona retrostante agli edifici ed esposta verso nord. Gli edifici e le aree di lotto libere più esposte al soleggiamento estivo possono quindi

beneficiare dei flussi ventilativi prevalenti durante la stagione estiva. Il fattore di esposizione ai venti estivi registrato, riferito agli spazi esterni, è pari al 56%.

Il carico energetico dei materiali da costruzione previsti è stato mantenuto, parimenti a quanto registrato negli altri casi, su livelli accettabili, grazie all'adozione di tecnologie costruttive che non eccedono nell'utilizzo di materiali metallici o nei polimeri di sintesi. Si segnalano: intonacatura in calce e gesso per i tamponamenti verticali d'involucro e le tramezzature; i telai dei serramenti in legno di abete; i pavimenti in fibra di legno e rivestimento melaminico. Gli isolamenti in schiuma poliuretanica, gli isolamenti acustici in polietilene, le barriere al vapore in alluminio, le caldane in cls, i serramenti in alluminio preverniciato, i setti portanti in cls gettato in opera, la lamiera in alluminio della copertura, costituiscono le voci a più alto carico ambientale.

Requisiti per i quali risulta la classe 2: r8.

Il Villaggio Media Italgas presenta livelli prestazionali discreti rispetto ai requisiti:

r8 – uso dell'isolamento termico.

Con riferimento al coefficiente di trasmissione del calore medio ponderato dell'involucro edilizio, è importante osservare una certa difformità nelle proprietà di trasmissione termica degli elementi di involucro opachi, peraltro peggiorata dalla presenza di elementi trasparenti non adeguati. A fronte di un buon livello prestazionale del tamponamento principale (U = 0,310 W/m^{2}K ottenuto grazie alla realizzazione di una muratura a cassa vuota in blocchi di calcestruzzo cellulare con strato isolante in lana minerale), e della copertura piana (U = 0,437 W/m^{2}K, posa di 6cm di polistirene espanso), le caratteristiche di isolamento dei setti portanti (U = 0,725 W/m^{2}K, posa di 3cm di isolante in polistirene) e della copertura inclinata (U = 0,621 W/m^{2}K, posa di 4cm di schiuma poliuretanica) appaiono mediocri.
Le superfici finestrate non superano i livelli di trasmittanza medi (U = 2,52 W/m^{2}K). Infine, l'elevata percentuale di impiego di tali elementi (oltre il 30% delle superfici di involucro verticale è trasparente) impedisce al Villaggio Olimpico di Bardonecchia di oltrepassare la soglia del livello medio complessivamente registrato per tutti gli interventi.

Requisiti per i quali risulta la classe 1: r1, r3, r9, r10.

L'insediamento presenta livelli prestazionali appena superiori alla pratica corrente rispetto ai requisiti di:

r1 – controllo della radiazione solare invernale;
r3 – controllo della dinamica dei venti invernali;
r9 – sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate;
r10 – controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo.

Il controllo della radiazione solare invernale, risultante dall'efficienza di forma solare dell'edificio, e dal rispetto di una distanza minima rispetto agli ostacoli emergenti in direzione Sud, si attesta al livello più basso registrato, al pari del lotto 5 del Villaggio Olimpico, area ex Mercati Generali, e dell'Edificio Polifunzionale di Pragelato.

Per una corretta lettura del risultato occorre annotare che l'edificio analizzato presenta buone caratteristiche di ecocompatibilità rispetto all'indicatore specifico r1a - efficienza di forma solare, secondo solo a quanto registrato per l'insediamento Italgas e che, pertanto, la classe di merito relativa ad r1 risente soprattutto dello scarso risultato prestazionale raggiunto dall'indicatore specifico r1b – distanza critica.
In effetti il settore FF risente della disposizione planimetrica dell'ex Colonia.

Il gruppo di edifici si situa al centro del lotto di appartenenza, disponendosi perlopiù trasversalmente alle correnti invernali in arrivo da Nord (correnti di fondo valle). Il nucleo di scia (assenza di vento) derivante si dispone sull'area di lotto libera antistante gli edifici ed esposta a mezzogiorno. Gli edifici e le aree di lotto libere soleggiate e frequentate possono quindi beneficiare di una buona protezione dai flussi ventilativi freddi. Il fattore di esposizione ai venti invernali, riferito agli spazi esterni, si attesta comunque su valori bassi (pari al 30%), dal momento che una buona parte del lotto di appartenenza, seppure di minore importanza fruitiva, rimane scoperta.

Rispetto ad r9, occorre annotare che gli elaborati progettuali non hanno permesso una verifica puntuale del fabbisogno energetico effettivo per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda. Sulla base di quanto disponibile, il Villaggio Olimpico ex colonia Medail, raggiunge i livelli prestazionali più bassi fra quelli registrati. Di fatto, la riduzione del fabbisogno energetico normalizzato limite è di poco superiore al 28,5%, (consumi previsti pari a 67 kWh/m2 annuo), mentre la produzione dell'energia termica per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria si affida per intero alla rete di teleriscaldamento esistente, qui considerata come fonte ibrida assimilabile, in termini di riduzione dell'uso di fonti da idrocarburi, al gas metano. Inoltre, non sono riscontrabili scelte progettuali per l'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili rispetto alle richieste energetiche dei subsistemi di illuminazione e ventilazione.

L'edificio FF dell'insediamento analizzato, limitatamente al controllo del soleggiamento estivo, raggiunge scarsi livelli prestazionali, dovuti principalmente: all'assenza di articolazione e/o di schermatura delle facciate esposte verso Ovest (occorre comunque rilevare che tali facciate non risultano accogliere estese superfici illuminanti); alle caratteristiche di trasmissione solare dei componenti trasparenti previsti (il coefficiente di trasmissione solare delle superfici vetrate non è stato valutato nel progetto: data l'assenza di indicazioni specifiche, il valore dell'indicatore specifico relativo a questo aspetto viene azzerato). Le superfici trasparenti esposte a Sud risultano al contrario ben ombreggiate, beneficiando della presenza di sporti in copertura e delle balconate continue.

Requisiti per i quali risulta la classe 0: r2, r5, r6, r12, r13, r14, r15, r16, r17.

Infine, detto insediamento presenta livelli prestazionali di ecosostenibilità del tutto simili alla prassi rispetto ai requisiti di:

r2 – utilizzo della ventilazione naturale;
r5 – uso di materiali, elementi e componenti dotati di certificazione ecologica;
r6 – uso di materiali, elementi e componenti riciclati;
r12 – riduzione del consumo di acqua potabile;
r13 – recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche;

r14 – uso di materiali, elementi e componenti con elevato potenziale di riciclabilità;
r15 – uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita;
r16 – utilizzo della luce naturale;
r17 – controllo dell'isolamento acustico di facciata.

La particolare destinazione d'uso (ricezione alberghiera), risolta attraverso una disposizione sequenziale delle camere ai lati di un corridoio distributivo, non permette di considerare come naturalmente ventilabili gli spazi confinati, dotati di un unico affaccio. Gli unici locali ventilabili naturalmente per ventilazione passante sono i locali d'angolo. Non esistono locali duplex. La presenza di quattro lucernari apribili al piano terra permette di considerare come naturalmente ventilabili i tre locali direttamente interessati.

Il risultato ottenuto relativamente ad r5, almeno in parte, è dovuto al fatto che la certificazione ecologica dei materiali non ha un elevato livello di diffusione.

Non sono previsti dispositivi o sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile.

La classe assegnata ad r13 rende conto della mancata previsione di qualunque tipo di dispositivo o sistema complesso per il recupero delle acque meteoriche, peraltro comune a tutti gli interventi (con l'eccezione del Villaggio Oimpico sito in area ex M.O.I.).

L'uso di materiali riciclati e di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita è difficilmente abbinabile a scelte costruttive fondate sulla tecnologia del cls armato portante e del laterocemento. Risultano riciclati: il telaio in alluminio dei serramenti, le lastre di copertura in alluminio, i pannelli di pavimentazione in fibra di legno. Risultano disassemblabili: i serramenti interni ed esterni verticali ed orizzontali.

L'uso di materiali con elevato potenziale di riciclabilità è estremamente limitato.

Lo scarso risultato raggiunto relativamente al requisito di ecocompatibilità r16 - utilizzo della luce naturale per l'illuminazione dei principali spazi ad uso diurno, deriva dalla conformazione orografica del sito di insediamento, dall'eccessiva vicinanza con gli edifici esistenti e facenti parte della stessa colonia, dalla lunghezza della manica. I primi due fattori intervengono riducendo l'angolo di cielo visto dalle superfici illuminanti, il secondo aumentando le superfici interne a parità di superficie trasparente.

Per l'assenza di indicazioni specifiche sulle caratteristiche fonoisolanti degli elementi d'involucro, l'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata viene azzerato.

4.4 Considerazioni finali

L'applicazione del sistema di valutazione alla scala edilizia, limitatamente ai progetti analizzati, mette in evidenza un livello di ecocompatibilità complessivo degli interventi migliore della prassi corrente, ma tuttavia non eccellente. A titolo di esempio, può essere importante notare che gli interventi oggetto di analisi risultano soddisfare i limiti di fabbisogno minimi imposti dalla Direttiva 2002/91, recepita dall'Italia con Decreto Ministeriale in data 23 settembre 2005, in tre casi soltanto (lotti residenziali del Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali).
Come sottolineato nei paragrafi precedenti, ciascun intervento risulta possedere caratteristiche particolari di ecocompatibilità, ma soltanto in relazione ad alcune specifiche tematiche progettuali. Il ridotto ricorso alle fonti rinnovabili ne costituisce un aspetto emblematico.
Tuttavia, gli interventi rappresentano, nel complesso, un'ipotesi interessante sulla strada di una applicazione diffusa di questi principi.

Tabella riassuntiva di punteggio

			Villaggio Olimpico area ex Mercati Generali			Edificio Polifunzionale	Centro del Fondo
			Lotto 3	Lotto 4	Lotto 5		
			Torino			Pragelato	Pragelato
			residenz	residenz	residenz	terziario	terziario
			All. B1	All. B2	All. B3	All. B4	All. B5
Valutazione sintetica (a fianco) e classi di valutazione per singolo requisito (sotto)			0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5
URC	1	Controllo della radiazione solare invernale					
URC	2	Utilizzo della ventilazione naturale					
QASE	3	Controllo della dinamica dei venti invernali					
QASE	4	Controllo della dinamica dei venti estivi					
CCR	5	Uso di materiali, componenti ed elementi dotati di certificazione ecologica					
CCR	6	Uso di materiali, componenti ed elementi riciclati					
CCR	7	Uso di materiali, componenti ed elementi con ridotto carico ambientale					
CCR	8	Uso dell'isolamento termico					
CCR	9	Sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilate					
CCR	10	Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo					
CCR	11	Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione					

Bibliografia

- BALDO G.L., Life Cycle Assessment. Uno strumento di analisi energetica e ambientale, Ipaservizi, Milano 2000.
- GIORDANO R. , Metodi e strumenti di valutazione dell'ecocompatibilità di scelte tecnologiche nel ciclo di vita, tesi dottorato in Tecnologia dell'Architettura e dell'Ambiente, Politecnico di Milano.
- GIORDANO R., REVELLINO, P., e Life Cycle Engineering (a cura di) Sistema di valutazione dell'Eco-compatibilità delle Opere Temporanee, – Comitato per l'Organizzazione dei XX Giochi Olimpici Invernali Torino 2006
- GROSSO M., Il raffrescamento passivo degli edifici, Maggioli, Rimini 1997.
- GROSSO M., GIORDANO R., "Prospettive del riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione in Italia", Innovazione costruttiva nell'architettura sostenibile, a cura del Laboratorio ABITA del Politecnico di Milano, EDILforma, ABCE, AFM, M.I.U.R, pp. 201-209, EDILSTAMPA, Roma, 2003.
- MATTEOLI L., Energia progetto, Celid, Torino 1981.
- PERETTI G., Verso l'ecotecnologia in architettura, Bema, Milano 1997.
- PIARDI S., CARENA P., OBERTI, RATTI A., Costruire edifici sani. Guida alla scelta dei prodotti, Maggioli, Rimini 1996.
- GROSSO M., PERETTI G., PIARDI S., SCUDO G., Progettazione ecocompatibile dell'architettura, Sistemi editoriali, Napoli 2005.

Normativa di riferimento:

QUALITÀ AMBIENTALE SPAZI ESTERNI

- DLgs 152/1999. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
- DM 10/9/1998 n. 381. Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana.
- L 447/1995. Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico.
- LR 3/4/95 n. 50. Tutela e valorizzazione degli alberi monumentali, di alto pregio naturalistico e storico, del Piemonte.
- DM 25/11/1994. Rettifiche al decreto ministeriale 21 ottobre 1994 concernente il reintegro degli oneri per l'introduzione dei lavori e la chiusura delle centrali nucleari.

- DPCM 23/4/1992. Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- DM 20/5/1991. Modificazioni ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988, n. 175, in recepimento della direttiva CEE n. 88/610 che modifica la direttiva CEE n. 82/501 sui rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali.
- DM 12/7/1990. Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.
- DPCM 21/7/1989. Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni, ai sensi dell'articolo 9 della legge 8 luglio 1986, n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali.
- DPR 24/5/1988 n. 203. Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art.15 della legge 16 aprile 1987, numero 183.
- DPCM 28/3/1983. Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.
- DPR 22/12/1970 n. 1391. Regolamento per l'esecuzione della L. 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici.
- L 615/1966. Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico.

CONTENIMENTO DEL CONSUMO E USO RAZIONALE DI RISORSE

- UNI EN 832:2001. Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali.
- UNI 10348:1994. Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodi di calcolo.
- UNI 10349:1994/CE. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- UNI 10379:1994. Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo.
- UNI 10345:1993. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Trasmittanza termica dei componenti edilizi finestrati. Metodo di calcolo.
- UNI 10346:1993. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.

- DPR 26/8/1993 n. 412. Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell' art.4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10.
- L 10/91. Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- UNI 8477:1985. Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia.
- Norme CEI/IEC (in particolare la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile) e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici.
- Norme UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e/o DM LL.PP. del 09/01/1996 e DM LL.PP. del 16/01/1996 e s.m.i.
- Norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale dei moduli fotovoltaici.
- Norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati dei moduli fotovoltaici.

RIDUZIONE DEI CARICHI AMBIENTALI, CERTIFICAZIONI E LCA

- Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia.
- UNI EN ISO 14025: 1999. Environmental label and declarations. Type III environmental declarations. Guideline of principles and procedures.
- UNI EN ISO 14024: 1999. Environmental label and declarations. Type I environmental labelling.
- UNI EN ISO 14021: 1999. Environmental label and declarations. Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling).
- UNI EN ISO 14040:1998. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- DLgs 5/2/1997 n. 22. Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

RIDUZIONE DEI CARICHI AMBIENTALI, CERTIFICAZIONI E LCA

- Direttiva 67/548/CEE. Direttiva concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose.

QUALITÀ DELL'AMBIENTE INTERNO

- EN ISO 10848:2004. Acoustics - Laboratory measurement of the flanking transmission of airborne and impact noise between adjoining rooms.
- UNI EN ISO 7726:2002. Ergonomia degli ambienti termici. Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche.
- L 36/2001. Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
- DL 26/5/2000 n. 241. Attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.
- EN 12354-1:2000. Building acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 1: Airborne sound insulation between rooms.
- EN 12354–2:2000. Building acoustics. Estimation of acoustic performance of building from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms.
- EN 12354-3:2000. Building acoustics. Estimation of acoustic performance of building from the performance of elements. Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound.
- UNI EN ISO 140-4:2000. Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti.
- UNI EN ISO 140-5:2000. Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate.
- UNI EN ISO 140-6:2000. Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai.
- UNI EN ISO 140-7:2000. Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai.
- UNI 10350:1999. Componenti edilizi e strutture edilizie - Prestazioni igrotermiche - Stima della temperatura superficiale interna per evitare umidità critica superficiale e valutazione del rischio di condensazione interstiziale.
- Decreto 10/9/1998 n. 381. Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana.
- UNI 8199:1998. Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.
- DPCM 5/12/1997. Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

- UNI EN ISO 140-3:1997. Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio.
- UNI EN ISO 717-1:1997. Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea.
- UNI EN ISO 717-2:1997. Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio.
- UNI EN ISO 7730:1997. Ambienti termici moderati. Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni di benessere termico.
- DLgs 17/3/1995 n. 230. Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti.
- UNI 10339:1995. Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalita', classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 10351:1994. Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.
- UNI 10355:1994. Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI 10375:1994. Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.
- UNI 10380:1994. Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale.
- DPR 21/4/1993 n. 246. Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.
- DPCM 23/4/1992. Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Raccomandazione Euratom 143/90. Raccomandazione della Commissione sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon in ambienti chiusi.
- Direttiva 89/106/CEE. Direttiva del Consiglio relativa al riavvicinamento delle disposizioni legislative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione.
- Decreto Min. San. 5/7/1975. Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione.
- UNI 7979:1980. Serramenti esterni verticali. Classificazione in base alla permeabilità all'aria.
- Circolare Min. LLPP 22/5/1967 n. 3151. Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie.