



Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Caratterizzazione del parco edilizio nazionale Determinazione dell'edificio tipo per uso ufficio

Francesca Margiotta, Giovanni Puglisi





Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Caratterizzazione del parco edilizio nazionale
Determinazione dell'edificio tipo per uso ufficio

Francesca Margiotta, Giovanni Puglisi

CARATTERIZZAZIONE DEL PARCO EDILIZIO NAZIONALE
DETERMINAZIONE DELL'EDIFICIO TIPO PER USO UFFICIO

Francesca Margiotta, Giovanni Puglisi (ENEA)

Marzo 2009

Report Ricerca Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Usi finali

Tema: Determinazione dei fabbisogni e dei consumi energetici dei sistemi edificio-impianto, in particolare nella stagione estiva e per uso terziario e abitativo e loro razionalizzazione.

Interazione condizionamento e illuminazione

Responsabile Tema: Marco Citterio, ENEA

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	METODOLOGIA DI ANALISI E FINALITA' DELLO STUDIO.....	2
3	INDAGINE SULLA CONSISTENZA NUMERICA E TIPOLOGICA.....	3
3.1	DISTRIBUZIONE E CONSISTENZA PER FASCE DI COSTRUZIONE.....	4
4	ANALISI E DELLE CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DELLA TIPOLOGIA DEGLI EDIFICI..	4
4.1	TIPOLOGIE COSTRUTTIVE	4
4.1.1	<i>Strutture opache.....</i>	<i>7</i>
4.1.2	<i>Strutture trasparenti</i>	<i>8</i>
4.1.3	<i>Caratteristiche tipologiche</i>	<i>9</i>
4.2	TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE DEGLI EDIFICI PER UFFICI	14
5	CONCLUSIONI.....	17

1 INTRODUZIONE

Fra gli interventi e le azioni da intraprendere per ridurre le emissioni inquinanti e favorire politiche di sostegno per un uso razionale delle risorse energetiche, il tema dell'efficienza e del risparmio energetico in edilizia ha assunto un ruolo centrale e di interesse generale.

Ciò è avvalorato dalle varie analisi effettuate sull'intero parco edilizio nazionale che evidenziano come il consumo annuo per unità di superficie (circa 250 kWh/m²a) sia superiore alla media di quello degli altri paesi europei (stima "Brita in PuBs- Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings").

L'analisi energetica del parco immobiliare italiano evidenzia sprechi significativi e ampi margini per migliorare l'efficienza di un settore responsabile di circa un terzo dei consumi energetici nazionali. In particolare gli edifici ad uso ufficio rappresentano una parte rilevante del comparto edilizio, di grande rilievo anche in termini di consumi energetici.

In questo contesto, anche la pubblica amministrazione ha il compito di intervenire sugli edifici di sua competenza, secondo una logica di riduzione dei consumi e di razionalizzazione dell'uso dell'energia, senza dimenticare che l'azione esercitata nel pubblico può funzionare anche come "buon esempio" per i privati cittadini.

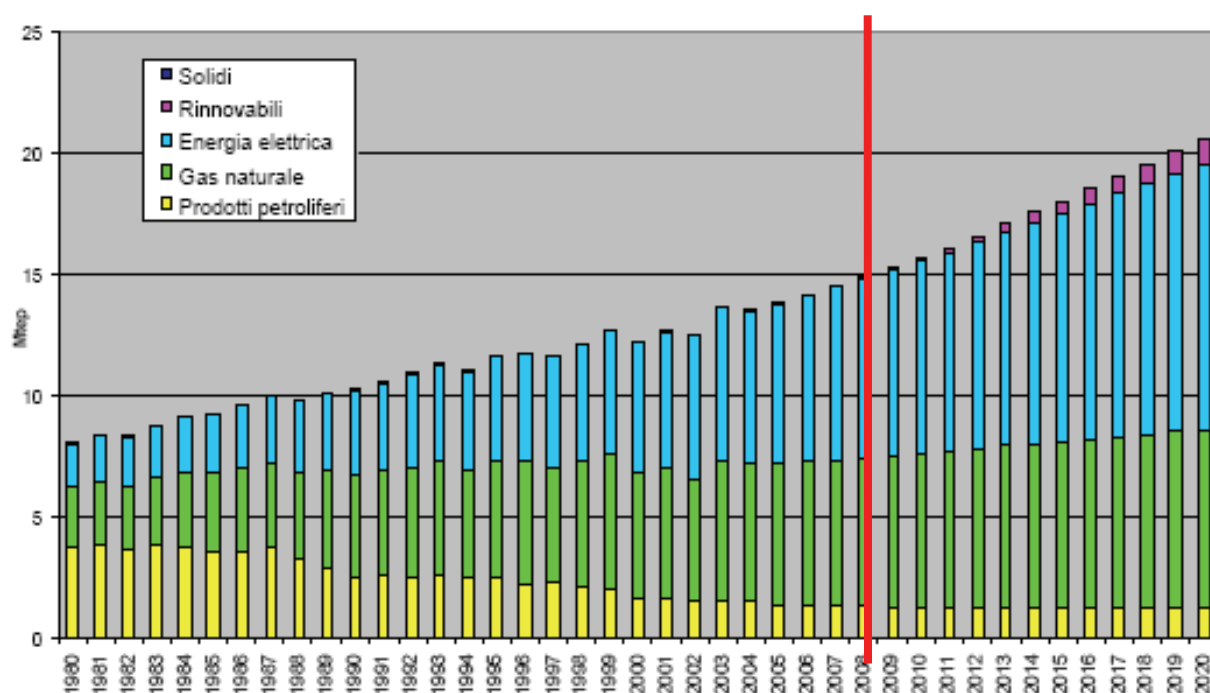


Figura 1: evoluzione di consumi negli edifici non residenziali (fonte MSE)

Azioni e interventi mirati di valutazione diagnostica ("audit energetico"), di eliminazione degli sprechi evitabili ("energy saving") e di riqualificazione tecnologica, funzionale e spaziale del sistema edilizio e impiantistico ("retrofit" energetico), rappresentano gli elementi essenziali per la gestione integrata dei servizi energetici degli edifici con l'obiettivo di razionalizzare e ottimizzare prestazioni e consumi.

L'analisi oggetto di studio contiene indirizzi e obiettivi strategici in campo energetico e vuole costituire un riferimento per la determinazione delle possibilità di efficientamento di tutto il parco edilizio nazionale. Tale indagine, che verrà completata nel corso del prossimo anno con l'analisi di tutte le tipologie di edifici più energivore (edilizia commerciale, alberghiera, scolastica ed ospedaliera), prende l'avvio dalla tipologia "edifici totalmente dedicati ad uso ufficio". Tale tipologia è stata individuata essere tra quelle con la evoluzione dei consumi più preoccupante. In questo tipo di edifici è stato infatti registrato negli ultimi anni un considerevole aumento dei

consumi elettrici, con una tendenza che potrebbe portarne l'incidenza a superare il 50% dei consumi totali .

Questo studio analizza i risultati dell'indagine dettagliata effettuata dal CRESME per la determinazione degli edifici tipo rappresentativi dell'intero parco immobiliare.

L'obiettivo dello studio è determinare le caratteristiche strutturali ed impiantistiche di edifici tipo per uffici, differenziate per anno di costruzione e per localizzazione geografica, al fine di poter condurre (nel secondo anno di attività della Ricerca di Sistema) una valutazione delle potenzialità di risparmio energetico ottenibile su scala nazionale, con diverse ipotesi di intervento, sia a livello di involucro che impiantistico.

2 METODOLOGIA DI ANALISI E FINALITA' DELLO STUDIO

L'analisi energetica del parco immobiliare ad uso ufficio dell'intero territorio nazionale è stata effettuata utilizzando diversi modelli di edifici "tipo" caratterizzati da due distinte geometrie e da tipologie strutturali, in funzione delle epoche di costruzione in cui è stato suddiviso il patrimonio edilizio.

I modelli di edificio di riferimento sono stati strutturati sulla base delle informazioni estrapolate dall'indagine effettuata da CRESME per ENEA e dai risultati del Progetto BEEPS¹, come verrà di seguito descritto.

Una prima classificazione è stata effettuata relativamente alle zone geografiche (Nord, Centro, Sud e Isole) e alle epoche di costruzione (ante 1920, 1920/1945, 1946/1970, 1971/1990, 1991 ad oggi). Successivamente, sulla base dei dati del documento CRESME, sono state determinate le due geometrie tenendo conto dei seguenti parametri:

- Superficie media per piano
- Numero medio di piani per edificio
- Superficie media degli infissi
- Numero medio di infissi per stanza

I valori dei parametri che caratterizzano gli edifici "tipo" sono frutto di analisi e rielaborazioni dei dati dell'indagine CRESME: essi sono stati omogeneizzati per escludere la percentuale dei "non so" ed accorpare altre voci.

Particolare attenzione è stata riservata agli infissi (quantità e dimensioni) vista l'incidenza sul comportamento globale dell'edificio.

Superficie media finestre					
	ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991	1992/oggi
Nord-Italia	3,20	2,83	3,63	3,51	3,50
Centro-Italia	2,94	3,46	2,56	3,89	3,13
Sud-Italia+Isole	3,47	3,67	3,09	3,18	3,21
Numero medio finestre per stanza					
	ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991	1992/oggi
Nord-Italia	2,17	1,96	1,86	2,23	2,10
Centro-Italia	1,66	1,35	1,66	1,99	2,24
Sud-Italia+Isole	1,42	1,58	1,46	1,67	1,79

¹ BEEPS Building Energy Environment Performance System è un programma del Ministero dell'Ambiente e del Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università "La Sapienza" di Roma sulla certificazione energetica degli edifici esistenti (<http://www.beepsitalia.it/index.htm>)

Le informazioni utili per la determinazione delle caratteristiche costruttive delle strutture opache orizzontali e verticali, di quelle trasparenti e dell'altezza interpiano degli edifici sono stati determinati dai risultati della ricerca del Progetto BEEPS, in congruenza con i dati CRESME.

3 INDAGINE SULLA CONSISTENZA NUMERICA E TIPOLOGICA

Dal rapporto generale del CRESME emerge la presenza di 64911 edifici ad uso esclusivo o prevalente uso ufficio distribuiti sul territorio nazionale. Il 30% di tali edifici è concentrato nelle prime 12 province (le prime tre sono Roma, Milano e Torino). Il 50% è distribuito nelle prime 26 province e oltre la metà (53%) è realizzato nei comuni di piccola e medio-piccola dimensione demografica (fino a 20mila abitanti).

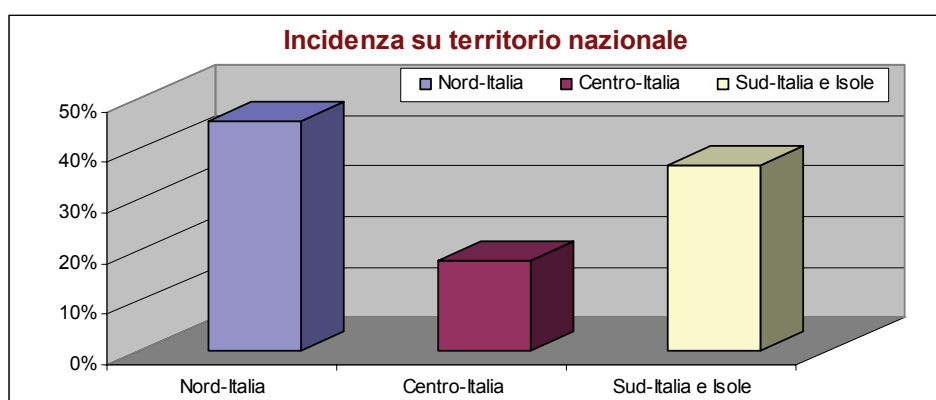
Negli ultimi 7 anni, il flusso medio di edifici di nuova realizzazione è stato di 860 fabbricati, pari a circa l'1,3% dell'esistente. I fabbricati per uffici utilizzati dalle Amministrazioni Pubbliche sono 13.851, pari al 20% dello stock totale.

La provincia con il maggior numero di edifici è Milano (4274 immobili) seguita da Roma (2607), Torino e Lecce (poco oltre i 2000), Napoli (1234). Seguono poi Bari, Palermo, Firenze e Cagliari. Ad eccezione di Lecce, quindi, le province con il maggior numero di fabbricati direzionali sono quelle dove risiede il capoluogo di Regione. A seguire quei territori in cui l'attività economico-produttiva è maggiormente capillarizzata e sviluppata: Padova, Brescia, Verona, ecc.²

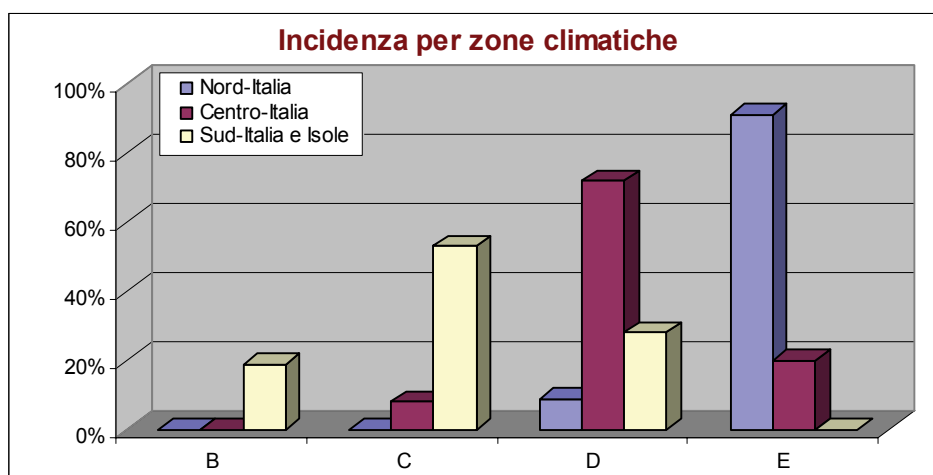
Di seguito la tabella e i grafici mostrano la distribuzione degli edifici per aree geografiche e l'incidenza percentuale per le diverse zone climatiche.

	N. edifici	Incidenza su territorio nazionale	Incidenza per zone climatiche			
			<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
<i>Nord-Italia</i>	29559	45,5%	0%	0%	9%	91%
<i>Centro-Italia</i>	11582	17,8%	0%	8%	72%	20%
<i>Sud-Italia e Isole</i>	23770	36,6%	19%	53%	28%	0%
Totale	64911	100,0%				

Fonte: elaborazioni e stime Cresme su dati Istat e indagine Cresme 2009



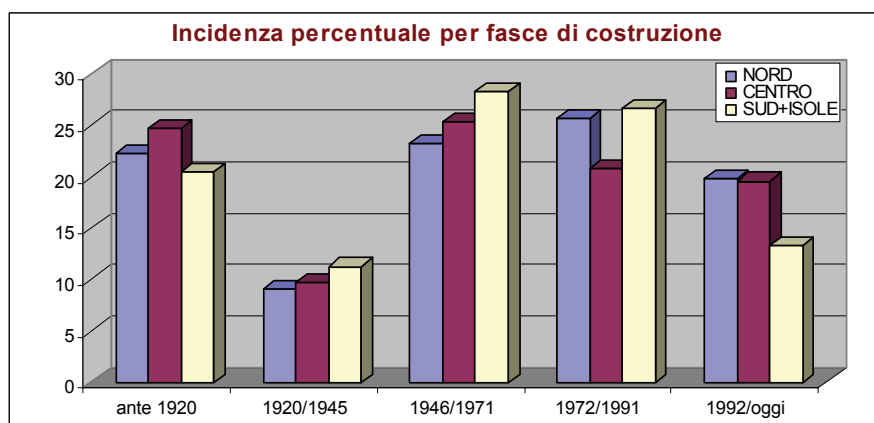
² Dal rapporto CRESME per ENEA 2009



3.1 Distribuzione e consistenza per fasce di costruzione

La tabella di seguito riportata mostra la suddivisione del parco immobiliare ad uso uffici secondo 5 epoche di costruzione, caratterizzate dall'omogeneità delle modalità costruttive: prima del 1920, dal 1921 al 1945, dal 1946 al 1970, dal 1971 al 1990 e dal 1991 ad oggi, distinte per zone geografiche.

Incidenza per fasce di costruzione					
	Ante 1920	1921/1945	1946/1970	1971/1990	1991/oggi
	%	%	%	%	%
<i>Nord-Italia</i>	22,3	9,0	23,2	25,7	19,8
<i>Centro-Italia</i>	24,7	9,7	25,3	20,7	19,6
<i>Sud-Italia e Isole</i>	20,5	11,3	28,3	26,7	13,3



4 ANALISI E DELLE CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DELLA TIPOLOGIA DEGLI EDIFICI

4.1 Tipologie costruttive

Sulla base delle epoche di costruzione è stato possibile individuare due tipologie costruttive delle strutture opache:

- Struttura mista in cemento armato e muratura;
- Struttura in cemento armato e vetro.

Per ognuna di queste sono state inoltre individuate le caratteristiche delle strutture trasparenti: legno ed alluminio per i telai accoppiati con vetri singoli o doppi.

La combinazione delle suddette caratteristiche è riportata in termini percentuali nelle tabelle seguenti.

Caratteristiche strutturali delle pareti esterne opache e trasparenti (%) - NORD															
	Ante 1920			1920-1945			1946/1971			1972/1991			1992/oggi		
muratura + c.a.	98	Legno Vetro singolo	29	100	Legno Vetro singolo	23	95	Legno Vetro singolo	22	82	Legno Vetro singolo	8	73	Legno Vetro singolo	1
		Legno Vetro doppio	45		Legno Vetro doppio	42		Legno Vetro doppio	31		Legno Vetro doppio	18		Legno Vetro doppio	21
		Alluminio Vetro singolo	5		Alluminio Vetro singolo	10		Alluminio Vetro singolo	15		Alluminio Vetro singolo	17		Alluminio Vetro singolo	5
		Alluminio Vetro doppio	20		Alluminio Vetro doppio	25		Alluminio Vetro doppio	28		Alluminio Vetro doppio	40		Alluminio Vetro doppio	48
c.a. + vetro	2	Legno Vetro singolo	0	0	Legno Vetro singolo	0	5	Legno Vetro singolo	0	18	Legno Vetro singolo	1	27	Legno Vetro singolo	1
		Legno Vetro doppio	1		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	1		Legno Vetro doppio	0
		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	2		Alluminio Vetro singolo	4		Alluminio Vetro singolo	3
		Alluminio Vetro doppio	1		Alluminio Vetro doppio	0		Alluminio Vetro doppio	3		Alluminio Vetro doppio	11		Alluminio Vetro doppio	22

Caratteristiche strutturali delle pareti esterne opache e trasparenti (%) - CENTRO															
	Ante 1920			1920-1945			1946/1971			1972/1991			1992/oggi		
muratura + c.a.	100	Legno Vetro singolo	40	100	Legno Vetro singolo	37	98	Legno Vetro singolo	30	83	Legno Vetro singolo	5	71	Legno Vetro singolo	1
		Legno Vetro doppio	29		Legno Vetro doppio	16		Legno Vetro doppio	5		Legno Vetro doppio	9		Legno Vetro doppio	18
		Alluminio Vetro singolo	11		Alluminio Vetro singolo	16		Alluminio Vetro singolo	9		Alluminio Vetro singolo	13		Alluminio Vetro singolo	10
		Alluminio Vetro doppio	20		Alluminio Vetro doppio	31		Alluminio Vetro doppio	55		Alluminio Vetro doppio	56		Alluminio Vetro doppio	42
c.a. + vetro	0	Legno Vetro singolo	0	0	Legno Vetro singolo	0	2	Legno Vetro singolo	0	17	Legno Vetro singolo	0	29	Legno Vetro singolo	0
		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	2		Legno Vetro doppio	0
		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	5
		Alluminio Vetro doppio	0		Alluminio Vetro doppio	0		Alluminio Vetro doppio	1		Alluminio Vetro doppio	15		Alluminio Vetro doppio	25

Caratteristiche strutturali delle pareti esterne opache e trasparenti (%) - SUD E ISOLE															
	Ante 1920			1920-1945			1946/1971			1972/1991			1992/oggi		
muratura + c.a.	99	Legno Vetro singolo	36	100	Legno Vetro singolo	41	98	Legno Vetro singolo	28	96	Legno Vetro singolo	11	91	Legno Vetro singolo	0
		Legno Vetro doppio	36		Legno Vetro doppio	15		Legno Vetro doppio	20		Legno Vetro doppio	16		Legno Vetro doppio	32
		Alluminio Vetro singolo	6		Alluminio Vetro singolo	17		Alluminio Vetro singolo	18		Alluminio Vetro singolo	26		Alluminio Vetro singolo	10

		Alluminio Vetro doppio	22		Alluminio Vetro doppio	27		Alluminio Vetro doppio	32		Alluminio Vetro doppio	44		Alluminio Vetro doppio	49
c.a. + vetro	1	Legno Vetro singolo	1	0	Legno Vetro singolo	0	2	Legno Vetro singolo	0	4	Legno Vetro singolo	0	9	Legno Vetro singolo	0
		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	0		Legno Vetro doppio	0
		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0		Alluminio Vetro singolo	0
		Alluminio Vetro doppio	0		Alluminio Vetro doppio	0		Alluminio Vetro doppio	2		Alluminio Vetro doppio	4		Alluminio Vetro doppio	9

Nelle tabelle dei paragrafi che seguono sono riportati i valori delle caratteristiche termo fisiche delle strutture opache orizzontali e verticali e delle strutture trasparenti rappresentative del campione di edifici preso in esame. Tali caratteristiche sono distinte per epoca di costruzione: in particolare le parti opache sono raggruppate in due fasce, cioè ante 1920 fino al 1970 e dal 1971 ad oggi; le pareti trasparenti sono invece distinte secondo le cinque fasce di cui si faceva riferimento in precedenza.

4.1.1 Strutture opache

Caratteristiche strutturali parete esterna mista (ante 1920/1970)									
	s	λ	ρ	c	massa frontale	resistenza	hi	he	trasmissione
	(m)	(W/mK)	(Kg/m³)	(W/m²K)	(Kg/m²)	(m²K/W)	(m²K/W)	(m²K/W)	(W/m²K)
							7,7		
INTONACO	0,02	1,4	2000		40	0,01			
FORATI IN LATERIZIO	0,08	0,90	2000		160	0,09			
CAMERA D'ARIA	0,2	0,026	1,03	6,400	0,206	0,156			
MATTONI	0,12	0,72	1800		216	0,17			
								25	
TOTALE	0,42				416,206	0,856			1,169

Caratteristiche strutturali solaio piano terra (ante 1920/1970)								
	s	λ	ρ	massa frontale	resistenza	hi	he	trasmissione
	(m)	(W/mK)	(Kg/m³)	(Kg/m²)	(m²K/W)	(m²K/W)	(m²K/W)	(W/m²K)
						7,7		
CIOTOLI	0,18	0,7	1500	270	0,26			
SOLAIO	0,18		1800	324	0,30			
ARGILLA	0,06	0,12	450	27	0,50			
MASSETTO	0,03	0,9	1800	54	0,03			
PIASTRELLE	0,02	1	2300	46	0,02			
TOTALE	0,47			721	1,240		-	0,806

Caratteristiche strutturali solaio copertura (ante 1920/1970)								
	s	λ	ρ	massa frontale	resistenza	hi	he	trasmissione
	(m)	(W/mK)	(Kg/m³)	(Kg/m²)	(m²K/W)	(m²K/W)	(m²K/W)	(W/m²K)
						7,7		
INTONACO	0,02	0,7	800	16	0,03			
SOLAIO	0,22		1800	396	0,33			
ARGILLA ESPANSA	0,05	0,27	900	45	0,19			
MASSETTO	0,03	1,4	400	12	0,02			
RIVESTIMENTO CEMENTO	0,03	1,4	2000	60	0,02			
							25	
TOTALE	0,35			529	0,756			1,322

Caratteristiche strutturali parete esterna CEMENTO ARMATO (1971/ ad oggi)									
	s	λ	ρ	c	massa frontale	resistenza	hi	he	trasmissione
	(m)	(W/mK)	(Kg/m³)	(W/m²K)	(Kg/m²)	(m²K/W)	(m²K/W)	(m²K/W)	(W/m²K)
							7,7		
INTONACO	0,025	1,4	2000		50	0,02			
FORATI IN LATERIZIO	0,08	0,90	2000		160	0,09			
CAMERA D'ARIA (20 cm)	0,12	0,026	1,03	6,400	0,1236	0,156			
ISOLANTE (polistirene)	0,08	0,17	1100						
FORATI IN LATERIZIO	0,12	0,90	2000		240	0,13			
								25	
INTONACO	0,025	1,4	2000		50	0,02			
TOTALE	0,45				500,1236	1,314			0,761

Caratteristiche strutturali solaio piano terra (1971/ ad oggi)

	s	λ	ρ	massa frontale	resistenza	h_i	h_e	trasmissione
	(m)	(W/mK)	(Kg/m³)	(Kg/m²)	(m²K/W)	(m²K/W)	(m²K/W)	(W/m²K)
						7,7		
CIOTOLI	0,18	0,7	1500	270	0,257			
SOLAIO	0,3		1800	540	0,41			
PANNELLI SEMIRIG	0,05	0,046	16	0,8	1,087			
MASSETTO	0,03	0,9	1800	54	0,03			
PIASTRELLE	0,02	1	2300	46	0,02			
TOTALE	0,58			910,8	1,937			0,516

Caratteristiche strutturali solaio copertura (1971/ ad oggi)

	s	λ	ρ	massa frontale	resistenza	h_i	h_e	trasmissione
	(m)	(W/mK)	(Kg/m³)	(Kg/m²)	(m²K/W)	(m²K/W)	(m²K/W)	(W/m²K)
						7,7		
INTONACO	0,03	0,7	800	24	0,04			
SOLAIO	0,18		1800	324	0,30			
PANNELLI SEMIRIG	0,03	0,046	16	0,48	0,652			
MASSETTO	0,03	1,4	400	12	0,021			
RIVESTIMENTO CEMENTO	0,03	1,4	2000	60	0,021			
							25	
TOTALE	0,30			420,48	1,208			0,828

4.1.2 Strutture trasparenti

Valori della trasmissione degli infissi (W/m²K)

NORD		Ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991	1992/oggi
	Superficie vetrata					
	Legno Vetro singolo	4,59	4,51	4,66	4,64	4,64
	Legno Vetro doppio	2,58	2,57	2,59	2,59	2,59
	Alluminio no T.T. Vetro singolo	6,12	6,15	6,09	6,10	6,10
	Alluminio no T.T. Vetro doppio	4,00	4,08	3,92	3,94	3,94
	Alluminio T.T. Vetro singolo	-	-	-	-	-
	Alluminio T.T. Vetro doppio	3,21	3,23	3,18	3,19	3,19
	Superficie opaca					
	Parete verticale esterna	1,17	1,17	1,17	0,76	0,76
	Solaio di calpestio	0,81	0,81	0,81	0,52	0,52
	Solaio di copertura	1,32	1,32	1,32	0,83	0,83

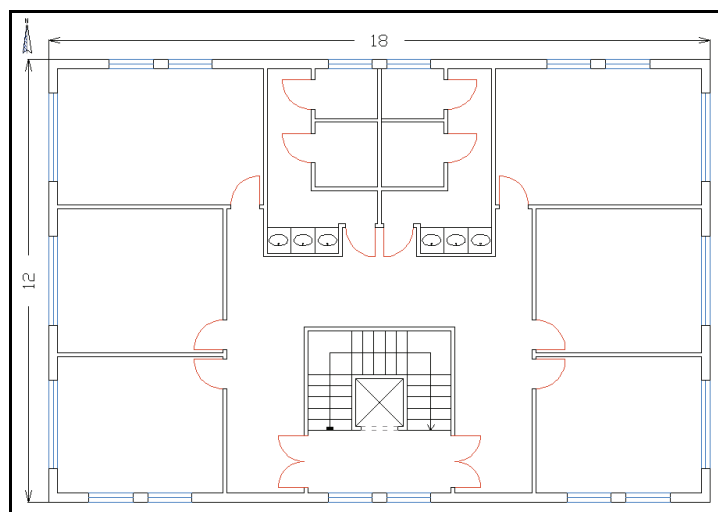
Valori della trasmittanza degli infissi (W/m_2K)						
CENTRO		Ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991	1992/oggi
	Superficie vetrata					
	Legno Vetro singolo	4,54	4,63	4,45	4,69	4,58
	Legno Vetro doppio	2,57	2,59	2,56	2,60	2,58
	Alluminio no T.T. Vetro singolo	6,14	6,10	6,17	6,08	6,12
	Alluminio no T.T. Vetro doppio	4,06	3,95	4,16	3,88	4,01
	Alluminio T.T. Vetro singolo	-	-	-	-	-
	Alluminio T.T. Vetro doppio	3,23	3,19	3,26	3,17	3,21
	Superficie opaca					
	Parete verticale esterna	1,17	1,17	1,17	0,76	0,76
	Solaio di calpestio	0,81	0,81	0,81	0,52	0,52
	Solaio di copertura	1,32	1,32	1,32	0,83	0,83

Valori della trasmittanza degli infissi (W/m_2K)						
SUD E ISOLE		Ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991	1992/oggi
	Superficie vetrata					
	Legno Vetro singolo	4,63	4,66	4,57	4,58	4,59
	Legno Vetro doppio	2,59	2,59	2,58	2,58	2,58
	Alluminio no T.T. Vetro singolo	6,10	6,09	6,13	6,12	6,12
	Alluminio no T.T. Vetro doppio	3,95	3,91	4,02	4,00	4,00
	Alluminio T.T. Vetro singolo	-	-	-	-	-
	Alluminio T.T. Vetro doppio	3,19	3,18	3,21	3,21	3,21
	Superficie opaca					
	Parete verticale esterna	1,17	1,17	1,17	0,76	0,76
	Solaio di calpestio	0,81	0,81	0,81	0,52	0,52
	Solaio di copertura	1,32	1,32	1,32	0,83	0,83

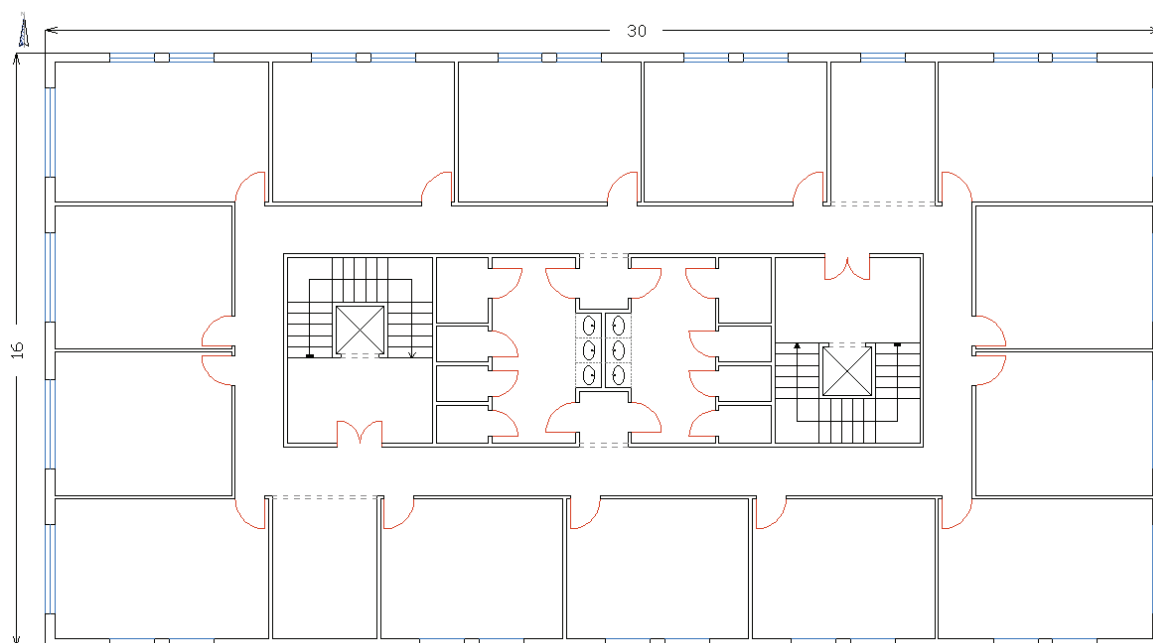
4.1.3 Caratteristiche tipologiche

Nelle figure che seguono sono raffigurate due piante rappresentative di due tipologie di edifici per uffici, caratterizzate da una diversa distribuzione degli spazi interni e differenti metrature.

La prima pianta corrisponde alla tipologia di edificio per uffici con struttura in cemento armato e tamponatura in muratura, che ha prevalso nella maggior parte delle epoche di costruzione, in particolare fino agli anni '70 del secolo scorso.



La seconda, invece, rappresenta una tipologia di edificio che ha iniziato a imporsi a partire dagli anni '70, contraddistinto da una struttura in cemento armato alternata ad ampie superfici vetrate.



L'intero studio ha permesso così di identificare per ognuna delle aree geografiche e per ogni epoca di costruzione distinti edifici caratterizzati per elementi dimensionali e parametri costruttivi che ne evidenziano le differenze, così come si evince nelle ultime tre tabelle riassuntive.

NORD		Ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991		1992/oggi	
		muratura + c.a.	muratura + c.a.	muratura + c.a.	muratura + c.a.	c.a. + vetro	muratura + c.a.	c.a. + vetro
		legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio
		singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio
DATI GEOMERICI								
N° piani		2	2	2	2	5	2	5
Altezza edificio	m	6,8	6,6	6,2	6	15	5,8	14,5
Lunghezza	m	18	18	18	18	30	18	30
Profondità	m	12	12	12	12	16	12	16
Altezza interpiano	m	3,4	3,3	3,1	3	3	2,9	2,9
Superficie riscaldata	m ²	216	216	216	216	480	216	480
Volume	m ³	1469	1426	1339	1296	7200	1253	6960
S/V		0,29	0,30	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34
PARETE NORD								
Superficie Totale	m ²	122	119	112	108	450	104	435
Superficie Opaca	m ²	103	102	90	87	293	83	278
Numero finestre/piano		3	3	3	3	9	3	9
Superficie finestra	m ²	3,20	2,80	3,60	3,50	3,50	3,50	3,50
Superficie Trasparente	m ²	19,20	16,80	21,60	21,00	157,50	21,00	157,50
Superficie vetro	m ²	13,63	11,93	15,34	14,91	111,83	14,91	111,83
% trasparente/totale	%	16%	14%	19%	19%	35%	20%	36%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	5,57	4,87	6,26	6,09	45,68	6,09	45,68
PARETE SUD								
Superficie Totale	m ²	122	119	112	108	450	104	435
Superficie Opaca	m ²	97	96	83	80	293	76	278
Numero finestre/piano		4	4	4	4	9	4	9
Superficie finestra	m ²	3,20	2,80	3,60	3,50	3,50	3,50	3,50
Superficie Trasparente	m ²	25,60	22,40	28,80	28,00	157,50	28,00	157,50
Superficie vetro	m ²	18,18	15,90	20,45	19,88	111,83	19,88	111,83
% trasparente/totale	%	21%	19%	26%	26%	35%	27%	36%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	7,42	6,50	8,35	8,12	45,68	8,12	45,68
PARETE EST								
Superficie Totale	m ²	81,60	79,20	74,40	72,00	240,00	69,60	232,00
Superficie Opaca	m ²	56	57	46	44	100	42	92
Numero finestre/piano		4	4	4	4	8	4	8
Superficie finestra	m ²	3,20	2,80	3,60	3,50	3,50	3,50	3,50
Superficie Trasparente	m ²	25,60	22,40	28,80	28,00	140,00	28,00	140,00
Superficie vetro	m ²	18,18	15,90	20,45	19,88	99,40	19,88	99,40
% trasparente/totale	%	31%	28%	39%	39%	58%	40%	60%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	7,42	6,50	8,35	8,12	40,60	8,12	40,60
PARETE OVEST								
Superficie Totale	m ²	81,60	79,20	74,40	72,00	240,00	69,60	232,00
Superficie Opaca	m ²	56	57	46	44	100	42	92
Numero finestre/piano		4	4	4	4	8	4	8
Superficie finestra	m ²	3,20	2,80	3,60	3,50	3,50	3,50	3,50
Superficie Trasparente	m ²	25,60	22,40	28,80	28,00	140,00	28,00	140,00
Superficie vetro	m ²	18,18	15,90	20,45	19,88	99,40	19,88	99,40
% trasparente/totale	%	31%	28%	39%	39%	58%	40%	60%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	7,42	6,50	8,35	8,12	40,60	8,12	40,60
SOLAIO CALPESTIO								
Superficie Totale	m ²	216	216	216	216	480	216	480
SOLAIO COPERTURA								
Superficie Totale	m ²	216	216	216	216	480	216	480

<i>CENTRO</i>		Ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991		1992/oggi	
		muratura +c.a.	muratura +c.a.	muratura +c.a.	muratura +c.a.	c.a. + vetro	muratura +c.a.	c.a. + vetro
		legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio
		singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio
DATI GEOMETRICI								
N° piani		2	2	2	2	5	2	5
Altezza edificio	m	6,8	6,6	6,2	6	15	5,8	14,5
Lunghezza	m	18	18	18	18	30	18	30
Profondità	m	12	12	12	12	16	12	16
Altezza interpiano	m	3,4	3,3	3,1	3	3	2,9	2,9
Superficie riscaldata	m ²	216	216	216	216	480	216	480
Volume	m ³	1469	1426	1339	1296	7200	1253	6960
S/V		0,29	0,30	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34
PARETE NORD								
Superficie Totale	m ²	122	119	112	108	450	104	435
Superficie Opaca	m ²	105	98	96	85	275	86	296
Numero finestre/piano		3	3	3	3	9	3	9
Superficie finestra	m ²	2,90	3,50	2,60	3,90	3,90	3,10	3,10
Superficie Trasparente	m ²	17,40	21,00	15,60	23,40	175,50	18,60	139,50
Superficie vetro	m ²	12,35	14,91	11,08	16,61	124,61	13,21	99,05
% trasparente/totale	%	14%	18%	14%	22%	39%	18%	32%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	5,05	6,09	4,52	6,79	50,90	5,39	40,46
PARETE SUD								
Superficie Totale	m ²	122	119	112	108	450	104	435
Superficie Opaca	m ²	99	91	91	77	275	80	296
Numero finestre/piano		4	4	4	4	9	4	9
Superficie finestra	m ²	2,90	3,50	2,60	3,90	3,90	3,10	3,10
Superficie Trasparente	m ²	23,20	28,00	20,80	31,20	175,50	24,80	139,50
Superficie vetro	m ²	16,47	19,88	14,77	22,15	124,61	17,61	99,05
% trasparente/totale	%	19%	24%	19%	29%	39%	24%	32%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	6,73	8,12	6,03	9,05	50,90	7,19	40,46
PARETE EST								
Superficie Totale	m ²	81,60	79,20	74,40	72,00	240,00	69,60	232,00
Superficie Opaca	m ²	58	51	54	41	84	45	108
Numero finestre/piano		4	4	4	4	8	4	8
Superficie finestra	m ²	2,90	3,50	2,60	3,90	3,90	3,10	3,10
Superficie Trasparente	m ²	23,20	28,00	20,80	31,20	156,00	24,80	124,00
Superficie vetro	m ²	16,47	19,88	14,77	22,15	110,76	17,61	88,04
% trasparente/totale	%	28%	35%	28%	43%	65%	36%	53%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	6,73	8,12	6,03	9,05	45,24	7,19	35,96
PARETE OVEST								
Superficie Totale	m ²	81,60	79,20	74,40	72,00	240,00	69,60	232,00
Superficie Opaca	m ²	58	51	54	41	84	45	108
Numero finestre/piano		4	4	4	4	8	4	8
Superficie finestra	m ²	2,90	3,50	2,60	3,90	3,90	3,10	3,10
Superficie Trasparente	m ²	23,20	28,00	20,80	31,20	156,00	24,80	124,00
Superficie vetro	m ²	16,47	19,88	14,77	22,15	110,76	17,61	88,04
% trasparente/totale	%	28%	35%	28%	43%	65%	36%	53%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	6,73	8,12	6,03	9,05	45,24	7,19	35,96
SOLAIO CALPESTIO								
Superficie Totale	m ²	216	216	216	216	480	216	480
SOLAIO COPERTURA								
Superficie Totale	m ²	216	216	216	216	480	216	480

<i>SUD E ISOLE</i>		Ante 1920	1920/1945	1946/1971	1972/1991		1992/oggi	
		muratura +c.a.	muratura +c.a.	Muratura +c.a.	muratura +c.a.	c.a. + vetro	muratura +c.a.	c.a. + vetro
		legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio	legno/alluminio
		singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio	singolo/doppio
DATI GEOMETRICI								
n° piani		2	2	2	2	5	2	5
Altezza edificio	m	6.8	6.6	6.2	6	15	5.8	14.5
Lunghezza (L)	m	18	18	18	18	30	18	30
Profondità (P)	m	12	12	12	12	16	12	16
Altezza interpiano	m	3.4	3.3	3.1	3	3	2.9	2.9
Superficie riscaldata	m ²	216	216	216	216	480	216	480
Volume	m ³	1469	1426	1339	1296	7200	1253	6960
S/V		0.29	0.30	0.32	0.33	0.33	0.34	0.34
PARETE NORD								
Superficie Totale	m ²	122	119	112	108	450	104	435
Superficie Opaca	m ²	101	97	93	89	306	85	291
Numero finestre/piano		3	3	3	3	9	3	9
Superficie finestra	m ²	3.50	3.70	3.10	3.20	3.20	3.20	3.20
Superficie Trasparente	m ²	21.00	22.20	18.60	19.20	144.00	19.20	144.00
Superficie vetro	m ²	14.91	15.76	13.21	13.63	102.24	13.63	102.24
% trasparente/totale	%	17%	19%	17%	18%	32%	18%	33%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie tot. telaio	m ²	6.09	6.44	5.39	5.57	41.76	5.57	41.76
PARETE SUD								
Superficie Totale	m ²	122	119	112	108	450	104	435
Superficie Opaca	m ²	94	89	87	82	306	79	291
Numero finestre/piano		4	4	4	4	9	4	9
Superficie finestra	m ²	3.50	3.70	3.10	3.20	3.20	3.20	3.20
Superficie Trasparente	m ²	28.00	29.60	24.80	25.60	144.00	25.60	144.00
Superficie vetro	m ²	19.88	21.02	17.61	18.18	102.24	18.18	102.24
% trasparente/totale	%	30%	33%	29%	31%	47%	32%	49%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	8.12	8.58	7.19	7.42	41.76	7.42	41.76
PARETE EST								
Superficie Totale	m ²	81.60	79.20	74.40	72.00	240.00	69.60	232.00
Superficie Opaca	m ²	54	50	50	46	112	44	104
Numero finestre/piano		4	4	4	4	8	4	8
Superficie finestra	m ²	3.50	3.70	3.10	3.20	3.20	3.20	3.20
Superficie Trasparente	m ²	28.00	29.60	24.80	25.60	128.00	25.60	128.00
Superficie vetro	m ²	19.88	21.02	17.61	18.18	90.88	18.18	90.88
% trasparente/totale	%	34%	37%	33%	36%	53%	37%	55%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	8.12	8.58	7.19	7.42	37.12	7.42	37.12
PARETE OVEST								
Superficie Totale	m ²	81.60	79.20	74.40	72.00	240.00	69.60	232.00
Superficie Opaca	m ²	54	50	50	46	112	44	104
Numero finestre/piano		4	4	4	4	8	4	8
Superficie finestra	m ²	3.50	3.70	3.10	3.20	3.20	3.20	3.20
Superficie Trasparente	m ²	28.00	29.60	24.80	25.60	128.00	25.60	128.00
Superficie vetro	m ²	19.88	21.02	17.61	18.18	90.88	18.18	90.88
% trasparente/totale	%	34%	37%	33%	36%	53%	37%	55%
% telaio	%	29%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
Superficie telaio	m ²	8.12	8.58	7.19	7.42	37.12	7.42	37.12
SOLAIO CALPESTIO								
Superficie Totale	m ²	216	216	216	216	480	216	480
SOLAIO COPERTURA								
Superficie Totale	m ²	216	216	216	216	480	216	480

4.2 Tipologia e caratteristiche impiantistiche degli edifici per uffici

La classificazione dei sistemi impiantistici è stata effettuata sulla base dei dati dell'indagine CRESME per ENEA in funzione della tipologia di alimentazione, sul sistema di emissione dell'aria e sul sistema di regolazione della temperatura per gli impianti di riscaldamento, mentre per quelli di climatizzazione estiva si è considerata la tipologia di impianto e il sistema di regolazione.

L'estrapolazione dei dati utili a determinare le tipologie impiantistiche prevalenti è stata inoltre effettuata in relazione alle 5 epoche costruttive (ante 1920, 1920-1945; 1946-1970, 1971-1990, dal 1991-oggi) ed alle 3 principali zone geografiche in cui abbiamo suddiviso il territorio italiano (Nord – Centro – Sud e Isole).

In particolare per gli impianti di riscaldamento sono state considerate tre tipologie di alimentazione, (gas, gasolio ed elettrico), tre tipologie di sistemi di emissione dell'aria (radiatori, fan coil e termoconvettori) e due sistemi di regolazione della temperatura (per stanza e per piano); gli impianti di climatizzazione sono stati suddivisi in quattro tipologie (condizionatore fisso, mobile, pompe di calore e caldaie) e di due sistemi di regolazione della temperatura (per stanza e per piano).

Le tabelle seguenti illustrano le incidenze percentuali delle combinazioni ottenute sulla base dei parametri utilizzati per la classificazione, rispettivamente, per il riscaldamento e la climatizzazione.

			Ante '20				Dal 1920 al '45				Dal 1945 al '70				Dal 1971 al '90				Dal 1991 ad oggi						
Loc.	Comb.		Tip. Emis.	Reg. temp.	St	Pi	Tip. Emis.	Reg. temp.	S	P	Tip. Emis.	Reg. temp.	S	P	Tip. Emis.	Reg. temp.	S	P	Tip. Emis.	Reg. temp.	S	P			
NORD	GAS	80.3	RAD	69.9	33.8	36.1	78.4	RAD	62.8	13.8	49.0	74.5	RAD	65.0	18.9	46.1	RAD	42.9	14.1	28.7	RAD	40.3	19.5	20.8	
			FC	5.4	4.7	0.7		FC	10.5	8.7	1.8		FC	9.6	7.38	2.26	64	15.6	8.7	6.9	FC	13.9	5.9	8.0	
			TC	24.7	15.5	9.20		TC	26.7	17.7	9.0		TC	25.4	12.7	12.6	TC	41.6	24.8	16.7	TC	45.8	28.5	17.3	
	Gasolio	16	RAD	71.2	12.3	58.9	18.1	RAD	82.7	5.01	77.7	18.5	RAD	65.4	29.5	35.9	RAD	60.0	27.3	32.8	RAD	73.6	26.3	47.3	
			FC	0.0	0.0	0.0		FC	0.0	0.0	0.0		16	19.8	10.6	9.2	5.3	FC/TC	8.8	8.8	0.0	FC/TC	8.8	8.8	0.0
			TC	28.8	2.6	26.1		TC	17.3	6.14	11.1		TC	22.9	16.5	6.47	TC	20.2	15.3	4.9	BA	17.6	8.8	8.8	
Elettrico	3.7	RAD	32.6	32.6	0.0	3.5	RAD	0.0	0.0	0.0	7.0	RAD	16.8	16.8	0.0	BA	11.2	9.8	1.4	BA	4.5	4.5	0.0		
		FC	0.0	0.0	0.0		FC	75.5	75.5	0.0		19	88.8	81.1	7.7	23	FC	89.2	84.4	4.8					
		TC	67.4	67.4	0.0		TC	24.5	24.5	0.0		TC	17.0	17	0.0	TC	0.0	0.0	0.0	TC	6.3	6.3	0.0		
CENTRO	GAS	77.8	RAD	55.6	27.7	27.9	83.8	RAD	64.6	1.9	62.7	61.8	RAD	80.2	32.8	47.4	RAD	39.0	16.1	22.9	RAD	27.0	9.8	17.2	
			FC	16.0	10.0	6.0		BA	8.6	8.63	0.0		70	34.9	32.2	2.6	52.0	FC	22.6	18.8	3.8				
			TC	28.4	22.1	6.3		TC	26.8	8.5	18.3		TC	26.1	18.1	8.1	TC	50.4	44.4	6.0					
	Gasolio	10.2	RAD	0.0	0.0	0.0	10.6	RAD	66.7	66.7	0.0	15.8	RAD	87.0	0.0	87.0	RAD	100	0	100	RAD	100	100	0.0	
			FC	0.0	0.0	0.0		FC	0.0	0.0	0.0		3.7	0.0	0	0	3.6	FC	0.0	0.0	0.0				
			TC	100	55.8	44.2		TC	33.3	33.3	0.0		BA	13.0	0.0	13.0	TC	0.0	0	0	TC	0.0	0.0	0.0	
Elettrico	12.0	BA	18.4	18.4	0.0	5.6	RAD	0.0	0.0	0.0	22.4	BA	6.8	6.8	0.0	BA	15.9	15.9	0	BA	21.7	21.7	0.0		
		FC	36.9	36.9	0.0		FC	83.5	83.5	0.0		27	76.2	60.0	16.2	44	FC	69.6	56.6	13.0					
		TC	44.7	44.7	0.0		TC	16.5	16.5	0.0		TC	25.0	0.0	25.0	TC	7.9	0	7.9	TC	8.7	4.35	4.35		
SUD-ISOLE	GAS	32.7	RAD	68.7	18.2	50.5	50.3	RAD	86.1	29.6	56.5	51.4	RAD	75.7	33.4	42.3	RAD	64.8	23.5	41.3	RAD	83.8	32.3	51.5	
			FC	0.0	0.0	0.0		FC	13.9	13.9	0.0		46	15.9	10.3	5.6	54	FC	5.5	5.5	0.0				
			TC	31.3	14.6	16.8		TC	0.0	0.0	0.0		TC	17.4	11.3	6.08	TC	19.3	16.6	2.7	TC	10.7	10.7	0.0	
	Gasolio	23.4	RAD	43.8	21.9	21.9	13.4	RAD	100	40.2	59.8	17.6	RAD	100	40.7	59.3	RAD	84.6	3.6	81.0	RAD	100	100	0.00	
			FC	43.8	21.9	21.9		FC	0.0	0.0	0.0		24	6.3	6.3	0	2.2	FC	0.0	0.00	0.00				
			TC	43.8	21.9	21.9		TC	0.0	0.0	0.0		TC	0.0	0.0	0.0	TC	9.1	9.1	0	TC	0.0	0.00	0.00	
Elettrico	43.9	BA	12.6	12.6	0.0	36.3	RAD	0.0	0.0	0.0	31	RAD	9.5	9.51	0.0	RAD	0.0	0	0	RAD	0.0	0.0	0.0		
		FC	69.1	39.0	30.1		FC	77.4	50.2	27.1		31.0	91.9	84.6	7.3	43	FC	92.7	64.8	27.9					
		TC	18.3	14.3	4.0		TC	22.6	12.8	9.83		TC	11.6	6.91	4.69	TC	8.1	8.1	0	TC	7.3	7.3	0.0		

Loc.	Tpol.	Ante '20				Dal 1920 al '45				Dal 1945 al '70				Dal 1971 al '90				Dal 1991 ad oggi			
			Reg. Temperatura		St	Reg. Temperatura		Pi		Reg. Temperatura		St	Pi	Reg. Temperatura		St	Pi		Reg. temp.		
NORD	Cond. Fisso (Split)	69.8	52.0	48.0		69.7	39.4	60.6		71.3	45.2	54.8		76.1	58.2	41.8		71.0	71.7	28.3	
	Cond. Mobile	2.9	100	0.0		3.4	100	0.0		1.2	100	0.0		4.3	47.3	52.7		0.0	0.0	0.0	
	Pompa di calore	21.3	38.3	61.7		25.7	70	30.0		22.9	36.9	63.1		17.7	79.7	20.3		25.6	73.4	26.6	
	Caldaia	6.2	44.7	55.3		1.2	0.0	100.0		4.6	50.0	50.0		1.9	25.5	74.5		3.4	41.9	58.1	
CENTRO	Cond. Fisso (Split)	61.2	69.7	30.3		56.5	39.6	60.4		73.2	51.4	48.6		56.2	64.8	35.2		53.2	69.3	30.7	
	Cond. Mobile	8.9	80.2	19.8		12.2	0.0	100.0		0	0.0	0.0		4.5	0.0	0.0		5.1	66.6	33.4	
	Pompa di calore	27.7	76.1	23.9		25.3	76.2	23.8		18.9	71.4	28.6		39.3	75.8	24.2		34.3	94.6	5.4	
	Caldaia	2.2	0.0	0.0		6.0	0.0	0.0		7.9	50.0	50.0		0.0	0.0	0.0		7.3	76.3	23.7	
SUD-ISOLE	Cond. Fisso (Split)	53.9	36.3	63.7		54.8	41.4	58.6		59.7	76.6	23.4		56.7	47.5	52.5		57.8	57.5	42.5	
	Cond. Mobile	2.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		1.5	0.0	100.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
	Pompa di calore	42.4	69.2	30.8		36.5	87.0	13.0		34.1	78.0	22.0		40.9	88.4	11.6		39.9	74.4	25.6	
	Caldaia	1.7	100.0	0.0		8.7	0.0	100.0		4.6	54.8	45.2		2.4	50.8	49.2		2.3	100.0	0.0	

5 CONCLUSIONI

L'obiettivo finale dello studio in oggetto è l'individuazione delle caratteristiche degli edifici “*tipo*” rappresentativi del parco edilizio nazionale per uso ufficio.

La metodologia utilizzata consentirà la stima dei consumi energetici di tali edifici allo stato dell'arte, sulla base dei quali saranno ipotizzati interventi di riqualificazione, sia a livello strutturale che impiantistico, per rispondere alle esigenze odierne di efficienza e risparmio energetico.

L'analisi sarà quindi completata (nel secondo anno di attività della Ricerca di Sistema) con la valutazione dei consumi energetici conseguenti agli interventi ipotizzati e con l'estrapolazione del potenziale di risparmio energetico dell'intero settore.

Esso concorrerà a costituire un valido strumento di pianificazione e programmazione con il quale si potrà altresì simulare l'effetto di nuove norme o di incentivi relativi ai risparmi ottenibili e ai tempi di ritorno degli investimenti.