



A G E N Z I A D E L D E M A N I O

Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia

MANUTENZIONE STRAORDINARIA E ADEGUAMENTO
NORMATIVO IMMOBILE FIP IN BOLOGNA
GALLERIA 2 AGOSTO 1980

PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE

firme

Resp. Unico del Procedimento

Arch. Maria Incoronata Gruosso

PROGETTAZIONE

firme

STUDIO TECNICO ASSOCIATO ROBERTO ZOMPI E ISABELLA MANNINO, ARCHITETTI
via Pasquale Baffi 44, 00149 Roma - tel 06 60 66 1055 - www.0fassociati.it

ZEROUNO ASSOCIATI
WORK IN PROGRESS

Resp. della progettazione

Arch. Roberto Zompi

Progettisti

Arch. Roberto Patriarca

Arch. Isabella Mannino

Ing. Remo Baragatti



ELABORATO NUMERO

21

ARGOMENTO

IMPIANTO AERAILICO

TITOLO

RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA

CODIFICA

NUM OGG FASE RAG ARG ELA PROG REV

21

ADB

ESE

AER

000

RC

001

01

REV. DATA

EMISSIONE

REDATTO

CONTROLLATO

APPROVATO

00 24.05.2013

ESECUTIVA

MUCCI

VAGNI

ZOMPI'

01 09.07.2013

A SEGUITO VERIFICA PROGETTO DEL 01.07.2013

VAGNI

MANNINO

ZOMPI'

 AGENZIA DEL DEMANIO	RAGGRUPP. TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI STA R.ZOMPI E I.MANNINO, ARCHH. ARCH. R.PATRIARCA ING. R.BARAGATTI
Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo immobile FIP in Bologna
AER - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO ESECUTIVO rev 01

Sommario

Calcolo dei carichi termici estivi ed invernali	3
Dati climatici e condizioni termo igrometriche di progetto	3
Condizioni climatiche esterne	3
Condizioni di progetto interne.....	3
Valutazione volumi ricambio aria secondo UNI 10339.....	4
Calcolo elementi terminali circuiti idraulici.....	6
Fluidi termici vettori	6
Vasi di espansione.....	6
Dimensionamento circuiti aeraulici	7

 AGENZIA DEL DEMANIO	RAGGRUPP. TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI STA R.ZOMPI E I.MANNINO, ARCHH. ARCH. R.PATRIARCA ING. R.BARAGATTI
Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo immobile FIP in Bologna
AER - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO ESECUTIVO rev 01

CALCOLO DEL CARICHI TERMICI ESTIVI ED INVERNALI

DATI CLIMATICI E CONDIZIONI TERMO IGROMETRICHE DI PROGETTO

LOCALITA: BOLOGNA

Comune di riferimento: BOLOGNA

Quota sul livello del mare: 54

Zona climatica: E

Gradi giorno: 2254

CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE

- Inverno, temperatura esterna convenzionale: -5 0 °C con 80% di umidità relativa.
- Estate, temperatura esterna: +35°C con 60% di umidità relativa.
- Escursione massima giornaliera: 12°C.

CONDIZIONI DL PROGETTO INTERNE

Le condizioni termo igrometriche interne di seguito riportate saranno mantenute in corrispondenza delle condizioni esterne di progetto.

Zona	Estate	Inverno	Ricambi aria
	(°C) U.R. (%)	T (°C) U.R. (%)	
Zona uffici	25 ±1 50+5	20+1 50±5	2vol/h

Le sopra citate temperature interne saranno rilevate a 1,50 m dal pavimento ed in modo che l'elemento sensibile nello strumento sia schermato dall'influenza di ogni notevole effetto radiante, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 5364.

 AGENZIA DEL DEMANIO	RAGGRUPP. TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI STA R.ZOMPI E I.MANNINO, ARCHH. ARCH. R.PATRIARCA ING. R.BARAGATTI
Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo immobile FIP in Bologna
AER - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO ESECUTIVO rev 01

VALUTAZIONE VOLUMI RICAMBIO ARIA SECONDO UNI 10339

Di seguito riportiamo il prospetto III della UNI 10339 e di seguito il prospetto VIII

Prospetto III - Portate di aria esterna in edifici adibiti ad uso civile			
Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q_{op} (10 ⁻³ m³/s per persona)	Q_{os} (10 ⁻³ m³/s m²)	
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI			
RESIDENZE A CARATTERE CONTINUATIVO			
- Abitazioni civili:			
• soggiorni, camere da letto	11	-	
• cucina, bagni, servizi		estrazioni	A
- Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi:			
• sale riunioni	9*	-	-
• dormitori/camere	11	-	-
• cucina	-	16,5	-
• bagni/servizi		estrazioni	A
RESIDENZE OCCUPATE SALTUARIAMENTE			
Vale quanto prescritto per le residenze a carattere continuativo			
ALBERGHI, PENSIONI ecc.			
• ingresso, soggiorni	11	-	-
• sale conferenze (piccole)	5,5*	-	-
• auditori (grandi)	5,5*	-	-
• sale da pranzo	10	-	-
• camere da letto	11	-	-
• bagni, servizi		estrazioni	-
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI			
• uffici singoli	11	-	-
• uffici open space	11	-	-
• locali riunione	10*	-	-
• centri elaborazione dati	7	-	-
• servizi		estrazioni	A



EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI	
• uffici singoli	0,06
• uffici open space	0,12
• locali riunione	0,60
• centri elaborazione dati	0,08



Nel prospetto IV sono presenti gli indici di affollamento minimi espressi per unità di superficie riferita agli uffici occupati, In considerazione della scarsa presenza di personale per unità di superficie, comunque in linea con gli indici occupazionali di cui al prospetto, abbiamo comunque optato di distribuire e dimensionare l'impianto per almeno 2 Vol/h per ciascun locale di ricambio.

 AGENZIA DEL DEMANIO	RAGGRUPP. TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI STA R.ZOMPI E I.MANNINO, ARCHH. ARCH. R.PATRIARCA ING. R.BARAGATTI
Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo immobile FIP in Bologna
AER - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO ESECUTIVO rev 01

Questo per garantire un moto dell'aria all'interno di ogni ambiente sufficiente a consentire un corretto "lavaggio" della volumetria interessata, in questo modo siamo inoltre al di sopra dei limiti minimi legislativi.

In conformità a quanto richiesto dall'allegato C al DPR 412/93, è stata valutata l'esigenza di installazione di sistemi di recupero di calore sull'unità di trattamento dell'aria esterna. In base alle portate massime di aria esterna sopra evidenziate, si è definito il numero di ore di funzionamento a tale portata, per tutti i giorni dell'anno, al di sopra del quale sarebbe necessario il recupero.

I numeri sulle ore di funzionamento giornaliero alla massima portata sono stati ottenuti considerando per il periodo di riscaldamento per la zona climatica **E** quale appartiene Bologna un regime di accensione pari a circa 8 ore gg per 183 giorni di riscaldamento che vanno dal 15 Ottobre al 15 Aprile avremo quindi circa 1464 ore di funzionamento che risultano maggiori del limite di minimo pari a 1000 ore previsto dall'allegato **C** perché sia obbligatorio il recuperatore di calore

In base alla premessa si è determinata una portata d'aria pari a 6500 mc/h, valutata la portata di estrazione pari a 6000 mc/h necessari a mantenere gli ambienti in leggera sovrappressione avremo la temperatura di miscela in regime estivo pari a :

$$T_{m_{est}} = ((Ta_{ex} \times 6500) + (Ta_{esp} \times 6000)) / 12500 = ((35 \times 6500) + (26 \times 6000)) / 12500 = 30.68^{\circ}\text{C}$$

Questo rappresenta il punto di miscela dal quale ricavarci dal diagramma psicometrico il valore di entalpia dell'aria in, verificato pari a circa 16 kJ/kg di aria.

Il punto di fine trattamento dell'aria nel regime estivo sarà corrispondente alla isoterma che dal punto di immissione in ambiente circa 24°C con il 50% UR mi va ad intersecare sempre sul diagramma psicometrico la curva di saturazione in questo punto il valore di entalpia dell'aria con UR pari al 100% è circa 8.9 kJ/kg di aria. Una volta noti i due punti la loro differenza ci permetterà di calcolare la potenza da attribuire alla batteria di trattamento estivo dell'aria da cui

$$Q_{bf} = \Delta h \times m = (16 - 8.9) \times 6500 \times 1.2 = 55380 \text{ Kcal/h} = 64.35 \text{ kW}$$

La Potenza sopra ottenuta non tiene conto del rendimento della batteria inteso come attore di by-pass dell'alettatura e peraltro sarà maggiorata di un 20% portando la potenza totale a circa 77 kW

Il trattamento successivo sarà poi quello di post riscaldare l'aria attraverso la batteria di post riscaldamento in questo caso trattandosi di una trasformazione che dal punto di uscita dell'aria dalla batteria a circa 14°C con il 100% di UR sarà portata ad una condizione pressoché neutra per la componente sensibile e con titolo di umidità specifico tale da compensare i carichi latenti dell'ambiente. La potenza pertanto sarà :

 AGENZIA DEL DEMANIO	RAGGRUPP. TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI STA R.ZOMPI E I.MANNINO, ARCHH. ARCH. R.PATRIARCA ING. R.BARAGATTI
Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo immobile FIP in Bologna
AER - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO ESECUTIVO rev 01

$$Q_{\text{post}} = \Delta T \times m \times q_s = (24 - 14) \times 6500 \times 0.29 = 18850 \text{ Kcal/h} = 21.90 \text{ kW}$$

La Potenza sopra ottenuta non tiene conto del rendimento della batteria inteso come attore di by-pass dell'alettatura e peraltro sarà maggiorata di un 20% portando la potenza totale a circa 26 kW

Il trattamento di riscaldamento invernale prevederà di prendere come per il trattamento estivo la temperatura media di immissione in virtù della presenza del recuperatore di calore e poi riscaldarla fino alla condizione di immissione in ambiente

$$T_{m_{\text{inv}}} = ((T_{aex} \times 6500) + (T_{aesp} \times 6000)) / 6500 = ((20 \times 6500) + (-5 \times 6000)) / 12500 = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Da questo punto dovremo portare l'aria da immettere ad una condizione neutra in rapporto al calore sensibile e pertanto avremo che la potenza della batteria del caldo sarà data da

$$Q_{\text{risc}} = \Delta T \times m \times q_s = (19 - 8) \times 6500 \times 0.29 = 18850 \text{ Kcal/h} = 13.2 \text{ kW}$$

La Potenza sopra ottenuta non tiene conto del rendimento della batteria inteso come attore di by-pass dell'alettatura e pertanto sarà maggiorata di un 20% portando la potenza totale a circa 16 kW

In fase di ordine la ditta dovrà comunque sottoporre a preventiva approvazione da parte della D.L. l'UTA selezionata

CALCOLO ELEMENTI TERMINALI CIRCUITI IDRAULICI

FLUIDI TERMICI VETTORI

Acqua calda batterie UTA 50/45°C

Acqua refrigerata 7/12°C

Per il dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi termovettori è stato utilizzato il metodo a perdita di carico costante, con una perdita di carico specifica di riferimento di 200 Pa/m per le tubazioni in acciaio e di 200 ÷ 300 Pa/ml per le tubazioni in rame, non superando le seguenti velocità dell'acqua:

Distribuzione in centrale: fino ad un massimo di 2,0 m/s

Distribuzione primaria secondaria (in acciaio): fino ad un massimo di 1,5m/s

VASI DI ESPANSIONE

Il calcolo dei vasi di espansioni chiusi sarà eseguito in fase di montaggio per meglio adeguarsi alla reale capacità dell'impianto

 AGENZIA DEL DEMANIO	RAGGRUPP. TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI STA R.ZOMPI E I.MANNINO, ARCHH. ARCH. R.PATRIARCA ING. R.BARAGATTI
Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo immobile FIP in Bologna
AER - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO ESECUTIVO rev 01

DIMENSIONAMENTO CIRCUITI AERAILICI

Il dimensionamento della rete di distribuzione aeraulica viene effettuato con l'obiettivo di garantire che in ciascun locale possano attuarsi le condizioni termoigrometriche di progetto, che la rete di distribuzione dell'aria possa essere realizzata nella maniera più razionale ed efficiente in considerazione degli spazi disponibili per l'installazione dei condotti aeraulici e dell'interazione dei canali stessi con altre condutture impiantistiche. La geometria della rete progettata è stata determinata in modo da renderla quanto più equilibrata possibile dal punto di vista delle perdite di carico, rimandando alle operazioni di taratura e messa a punto finale la corretta regolazione delle portate prescritte per ciascun locale. Il metodo seguito è quello delle perdite di carico costanti. In pratica, partendo dal ramo principale i diversi tronchi successivi sono dimensionati affinché la perdita di carico per unità di lunghezza sia costante ed uguale al valore iniziale. La procedura seguita nel dimensionamento della rete aeraulica è la seguente:

- determinazione delle esigenze d'immissione, distribuzione e ripresa dell'aria nei singoli ambienti;
- determinazione degli spazi disponibili al fine dell'installazione dei canali mediante individuazione dei controsoffitti e dei cavedi resi a disposizione dalla configurazione architettonica dell'edificio;
- determinazione dello sviluppo altimetrico e planimetrico della rete;
- considerazioni relative alla necessità di bilanciamento della rete;

In una rete di distribuzione aeraulica si riscontrano due tipologie di perdite di carico: perdita di carico distribuita perdita di carico concentrata dimensionamento delle condotte aerauliche è stato eseguito secondo la norma UNI 10351; impiegando il metodo della perdita di carico costante, con perdita di carico adottata pari a 0,05 mmca/m, fino a velocità dell'aria di 4 m/sec.

Oltre questo valore si procederà col metodo della velocità costante, Esigenza prioritaria nel dimensionamento delle condotte è stata quella di limitare la rumorosità del flusso d'aria, fermo restando i ridotti spazi disponibili in alcuni passaggi.

La ridotta disponibilità di spazi per l'installazione delle condotte, costringe, in qualche caso ad adottare rapporti di forma, nelle condotte rettangolari, anche molto elevati. sulle diramazioni principali si installeranno regolatori meccanici per la taratura delle portate d'aria dei due bracci principali.

La classe di tenuta delle canalizzazioni dovrà essere di classe B che consente un fattore di portata massimo f_{max} pari a:

$$f_{max} = 0,009 \times 10^{-3} \times P_{sm}^{0,65}$$

Dove P_{sm} [Pa] rappresenta il valore della media aritmetica dei valori massimi e minimi della pressione statica misurata nella condotta sottoposta a prova.

 AGENZIA DEL DEMANIO	RAGGRUPP. TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI STA R.ZOMPI E I.MANNINO, ARCHH. ARCH. R.PATRIARCA ING. R.BARAGATTI
Direzione Centrale Manutenzione, Contratti e Beni Confiscati, U.O. Edilizia	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo immobile FIP in Bologna
AER - RELAZIONE DI CALCOLO	PROGETTO ESECUTIVO rev 01

Le canalizzazioni di mandata dell'aria, saranno coibentate con materiale isolante avente conduttività termica non superiore a $0,04 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$, con spessore conforme alle vigenti normative e densità idonea a ridurre l'emissione di rumore.

Il dimensionamento e il posizionamento degli elementi Terminali di diffusione dell'aria sarà tale da garantire una velocità dell'aria nella zona occupata compresa tra $0,15$ e $0,20 \text{ m/s}$, rispettando i seguenti limiti di velocità dell'aria in uscita dai terminali stessi e di rumorosità. In proposito si vedano gli elaborati allegati 1 che rappresentano il calcolo esecutivo per la mandata dell'aria nei singoli ambienti; l'allegato 2 che rappresenta il calcolo di verifica delle sezioni di ripresa dell'aria. Nell'esecuzione dei calcoli si è cercato per quanto possibile di distribuire i carichi e conseguentemente le perdite di carico dei singoli tratti di canalizzazione, che comunque hanno avuto come vincolo la particolarità architettonica dell'edificio come filo conduttore delle soluzioni adottate.