

COMUNE DI FERRARA

PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PUBBLICA

(L. 457/78)

AREA EX AMGA

ATI:

 **BEHNISCH ARCHITEKTEN**

 **POLITECNICA**
INGEGNERIA E ARCHITETTURA
(Società mandataria)

GRUPPO DI PROGETTO

DIREZIONE

Arch. Fatima Alagna (Responsabile)
Arch. Martin Haas
Arch. Stefan Behnisch
Ing. Antonio De Fazio

COLLABORATORI

Arch. T. Kessler
Arch. T. Lang
Dott. M. De Bernardi

PROGETTAZIONE URBANISTICA PARTICOLAREGGIATA

Ing. G. Giacobazzi
Arch. G. Cacoza
Arch. G. Tedeschi
Arch. R. Orlandi
Dott. L. Baroni - Sistemazioni a verde

SISTEMAZIONI GENERALI ED IMPIANTISTICHE

Ing. G. Romiti
Ing. G.B. Montorsi
Ing. M. Gusso
Ing. M. Vallieri
Ing. P. Trapella
Ing. R. Caselli
Ing. A. Torti
Ing. P. Zambelli

ELABORATO

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

OPERA ARGOMENTO DOC. E PROG. FASE REVISIONE

P2 FE RT01 _ G 1

CARTELLA:		FILE NAME: P2 FE RT01_G1_4115	NOTE:	PROT. 4115		SCALA:	
2							
1	REVISIONE			Febbraio 2011	ATI	LANG	ALAGNA
0	EMISSIONE			Agosto 2010	ATI	LANG	ALAGNA
REV.	DESCRIZIONE			DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.
Politecnica aderisce al progetto Impatto Zero di Lifegate.

INDICE

Introduzione	2
I dati climatici	2
Irraggiamento solare	19
Prescrizioni direttive e indicazioni progettuali riferite alla progettazione degli edifici	26

Introduzione

Le motivazioni e le ragioni dell'approccio alla progettazione sostenibile sono affrontate nella relazione di progetto, alla quale si rimanda sia per le linee generali che per l'identificazione degli obiettivi che vengono assunti nelle tematiche specifiche.

Per quanto attiene alle problematiche del risparmio energetico, giova ricordare che l'architettura sostenibile tende alla creazione di un costruito "compatibile" con il territorio e le sue risorse. In molti casi, però i risultati sono stati inferiori alle attese, nonostante l'uso diffuso di tecnologie e materiali innovativi (e costosi...). Le varie soluzioni tecnologiche, alle quali si attribuiscono comunemente significati di innovazione e risparmio, possono sortire conseguenze assolutamente inefficienti e ben lontane dalle aspettative, se non sono accompagnate da una visione globale ed integrata delle strutture edilizie in riferimento al contesto spaziale e climatico in cui si inseriscono.

In tal senso, qui si darà conto di come si intende declinare il tema della sostenibilità dal punto di vista delle questioni energetiche, sia relativamente alle scelte per i fabbricati di futura realizzazione che per quanto riguarda la costruzione degli spazi collettivi, nella convinzione che questi ultimi non siano meno importanti, in una visione globale ed integrata, per ottenere un ambiente urbano di migliore qualità e di maggiore vivibilità, oltre che per il contributo che può dare alla resa energetica degli stessi edifici.

I dati climatici

DESCRIZIONE DEL REGIME ANEMOMETRICO

L'intensità del vento influenza il trasporto e la diffusione degli inquinanti: elevate velocità del vento tendono, infatti, a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie. In tale ambito, un parametro significativo è la frequenza delle calme di vento, definita come la frequenza di condizioni nelle quali l'intensità del vento alla superficie è inferiore ad 1 m/s.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Le elaborazioni delle grandezze meteoroclimatiche per il comune di Ferrara sono state ottenute dai dati meteo forniti dal Servizio idrometeorologico di Arpa (SIM), utilizzando il processore meteorologico tridimensionale Calmet applicato all'area del comune di Ferrara.

Il processore Calmet, a partire da osservazioni relative ai parametri meteorologici disponibili (stazioni al suolo e radiosondaggi), effettua un'interpolazione nello spazio e nel tempo e ricostruisce i campi atmosferici su un grigliato regolare a maglie di 5 km di lato.

La rappresentazione delle intensità medie mensili del vento per il comune di Ferrara, stimate da Calmet nel corso degli ultimi 5 anni, evidenzia valori molto bassi, inferiori a 2.5 m/s. Occorre tuttavia tener conto del fatto che il confronto dei dati stimati da Calmet con quelli misurati presso la stazione urbana evidenzia una sottostima delle intensità del vento calcolate dal primo; pertanto, quando disponibile, si ritiene più corretto valutare i valori rilevati presso la stazione urbana di Ferrara.

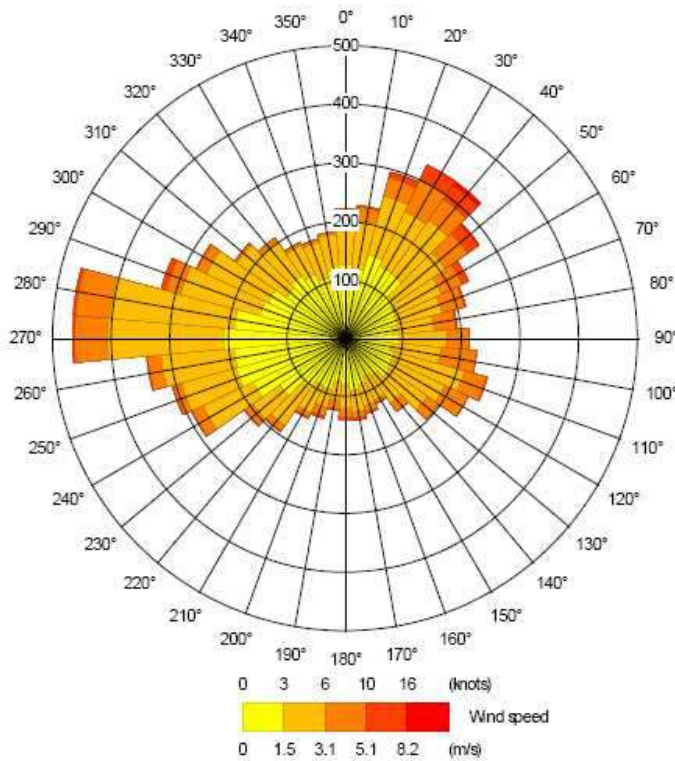
L'analisi dei dati di velocità del vento registrati dalla stazione urbana per l'anno 2007 evidenzia che non ci sono mai stati giorni con velocità dell'aria superiore a 5 m/s, ci sono stati solo 46 giorni con velocità superiore ai 3 m/s, 207 giorni con velocità superiore ai 2 m/s contro 158 giorni (43%) con velocità inferiore ai 2 m/s.

Gli episodi lievemente più intensi si sono verificati in periodo primaverile (marzo, maggio), nei mesi di giugno, settembre e ottobre mentre quelli meno intensi nei mesi di gennaio e febbraio.

Si riporta in figura 1 la rosa dei venti calcolata a partire dai dati disponibili di velocità del vento per l'anno 2007 registrati presso la stazione meteo di via Paradisio.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 1: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – anno 2007



I casi di calma di vento (intensità inferiore ad 1 m/s) sono pari al 15% sul totale dei dati validi del 2007.

Le direzioni di provenienza prevalenti sono da ovest e ovest-nord ovest, con velocità massime quasi sempre inferiori a 4 m/s, e dal settore nord-est.

Distinguendo le stagioni, a Ferrara in inverno e in autunno prevalgono i venti da ovest-nord ovest, in primavera e in estate da est e da nord est.

Si riporta, nelle figure che seguono, le rose dei venti relative alle quattro stagioni.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 2: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – inverno 2007 (gennaio, febbraio, marzo)

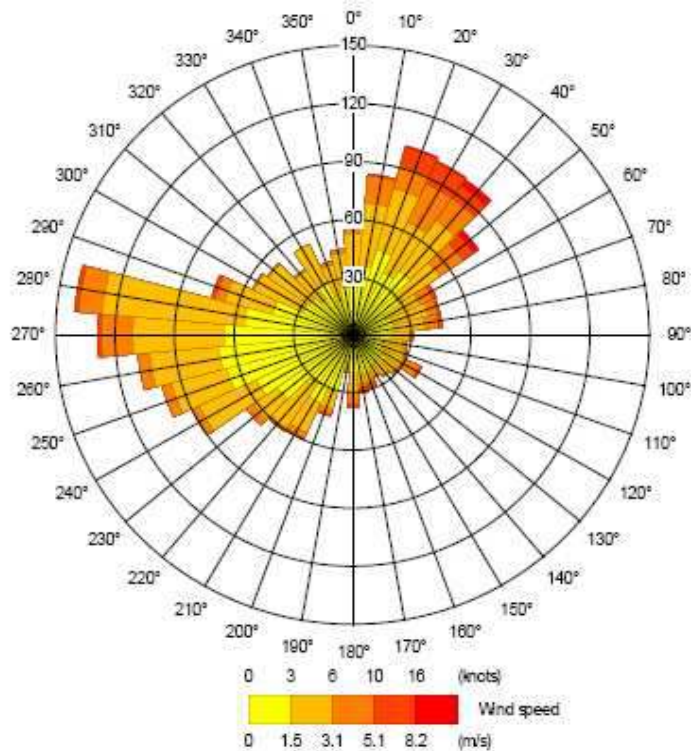
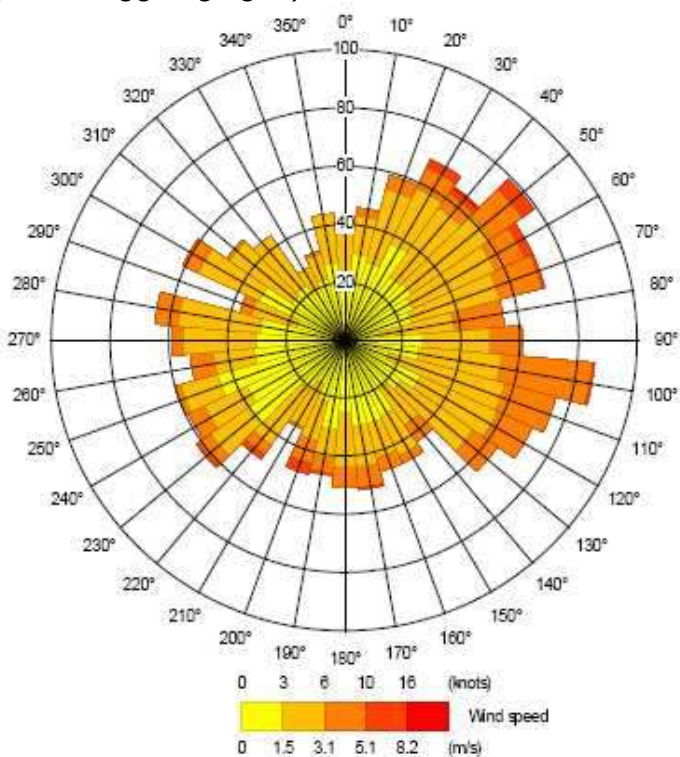


Figura 3: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – primavera 2007 (aprile, maggio, giugno)



RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 4: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – estate 2007 (luglio, agosto, settembre)

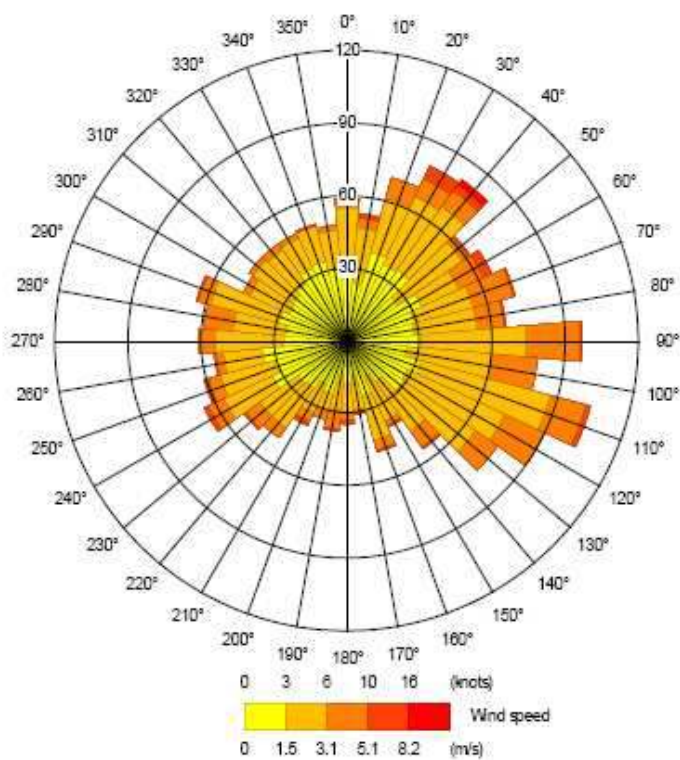
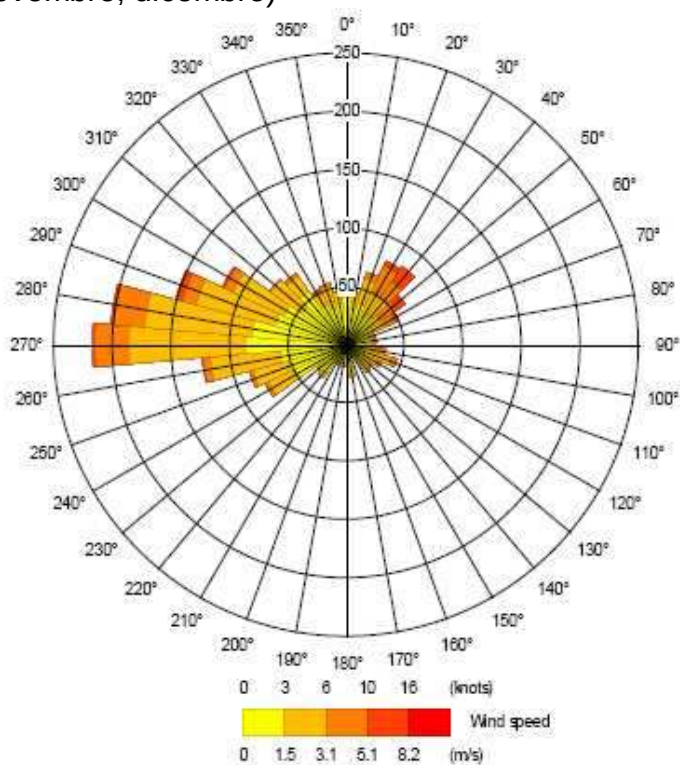


Figura 5: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – autunno 2007 (ottobre, novembre, dicembre)



RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA**ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE E DELLE PRECIPITAZIONI****Andamento delle temperature**

Per quel che riguarda il trasporto e la diffusione degli inquinanti è importante sia l'andamento verticale nella troposfera della temperatura, che determina la stabilità o instabilità atmosferica, sia l'andamento al suolo (parametro misurato dalle centraline meteo) che influisce, in particolare, sull'ozono e gli inquinanti secondari.

La stabilità atmosferica è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti.

Nella troposfera la temperatura normalmente decresce all'aumentare dell'altitudine. Il profilo di temperatura di riferimento per valutare il comportamento delle masse d'aria è quello osservato per una particella d'aria che si innalza espandendosi adiabaticamente. Quando il profilo reale coincide con quello di riferimento, una particella d'aria, a qualsiasi altezza venga portata, si trova in equilibrio indifferente, cioè non ha alcuna tendenza né a salire né a scendere (atmosfera neutra). Quando la temperatura decresce con l'altezza più velocemente del profilo di riferimento, le particelle d'aria ad ogni quota si trovano in una condizione instabile poichè se vengono spostate sia verso il basso sia verso l'alto continuano il loro movimento nella medesima direzione allontanandosi dalla posizione di partenza. Se invece la temperatura decresce con l'altezza più lentamente del profilo adiabatico o addirittura aumenta (inversione), le particelle d'aria sono inibite sia nei movimenti verso l'alto che verso il basso e la situazione è detta stabile.

Le condizioni neutre si verificano tipicamente in presenza di copertura nuvolosa o con forte vento. Le condizioni instabili si verificano quando il trasporto di calore dal suolo verso l'alto è notevole, come accade nelle giornate assolate. Le condizioni stabili sono tipiche delle notti serene con vento debole e sono le più favorevoli ad un ristagno ed accumulo di inquinanti. Gli episodi più gravi di inquinamento si verificano in condizioni di inversione termica: in questi casi infatti gli inquinanti emessi al di sotto della quota di inversione non riescono ad innalzarsi poichè risalendo si trovano comunque ad essere più freddi dell'aria circostante e dunque più pesanti.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Esistono diversi schemi di classificazione della stabilità atmosferica che prevedono un diverso numero di classi e si basano sul valore di una o più grandezze meteorologiche collegate alla turbolenza. Nella tabella che segue si riporta la rappresentazione delle classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner basate sul gradiente verticale di temperatura.

Tabella 1: Classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner

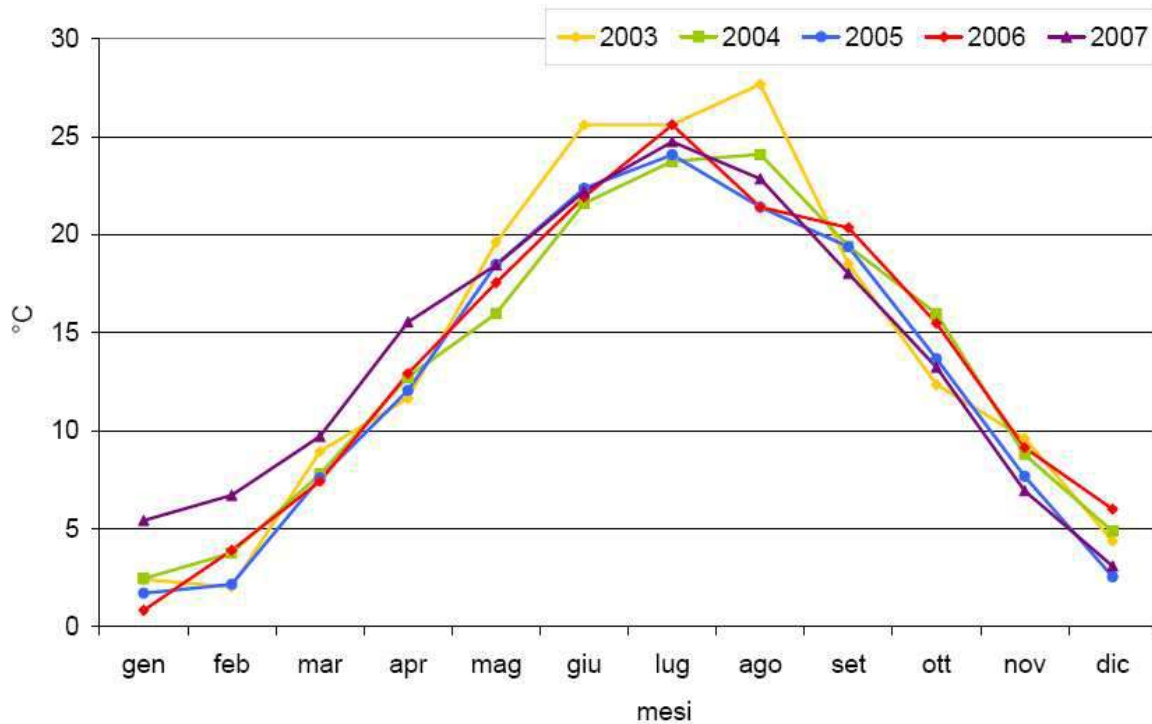
Classi di stabilità	Definizioni	Gradiente di temperatura verticale [°C/m]
A	Condizioni estremamente instabili	<-0.019
B	Condizioni moderatamente instabili	fra -0.019 e -0.017
C	Condizioni leggermente instabili	fra -0.017 e -0.015
D	Condizioni neutre	fra -0.015 e -0.005
E	Condizioni leggermente stabili	fra -0.005 e +0.015
F+G	Condizioni stabili/molto stabili	> +0.015

Contrariamente a quanto accade per il regime anemometrico, per l'andamento delle temperature, i calcoli eseguiti dal processore Calmet restituiscono, per tutto il corso dell'anno 2007, delle temperature del tutto simili alle temperature misurate nella stazione meteo urbana collocata in via Paradisio (lo scostamento maggiore è di +1.7°C).

Si riporta, nel grafico che segue, un confronto dell'andamento delle temperature medie mensili dell'anno 2007 a confronto con quelle degli anni dal 2003 al 2006.

Figura 6: Andamento delle temperature medie mensili – anni 2003-2004-2005-2006-2007

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA



I mesi invernali di gennaio e febbraio e i mesi primaverili dell'anno 2007 sono stati caratterizzati da temperature superiori rispetto agli anni precedenti. I mesi di giugno e luglio rispecchiano gli andamenti dei tre anni precedenti mentre il mese di agosto risulta intermedio tra gli ultimi anni. Per quanto riguarda i mesi autunnali invece le medie risultano inferiori a quelle degli ultimi tre anni.

Ai fini dello studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera, è importante sia l'andamento al suolo della temperatura (figura 6) che influisce, in particolare, sull'ozono e gli inquinanti secondari, sia l'andamento verticale nella troposfera della temperatura, che determina la stabilità o instabilità atmosferica.

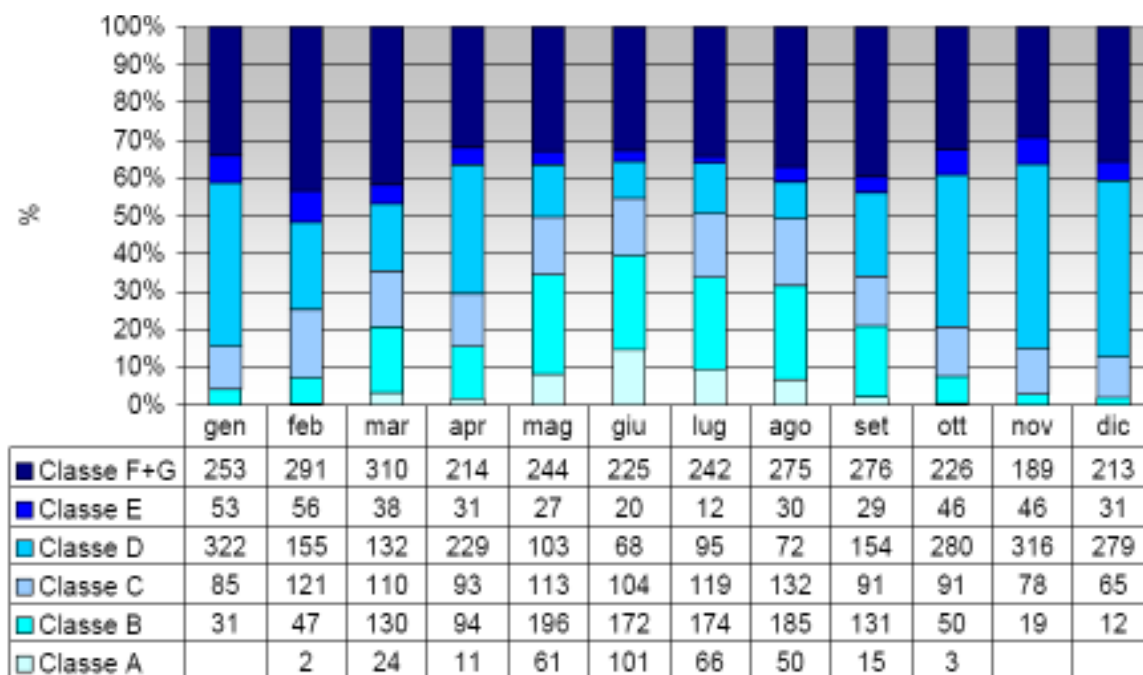
In condizioni di forte stabilità (classi F e G di Pasquill-Gifford-Turner) le sostanze inquinanti permangono più a lungo allo stesso livello. In condizioni di instabilità (classe A, forte instabilità, classe B, instabilità, classe C, debole instabilità) l'inquinante viene rapidamente rimescolato in atmosfera ad opera dei moti turbolenti di origine termica.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

La classe D rappresenta la neutralità e in tale condizione la dispersione e la salita della nuvola dell'inquinante risultano inibite.

Di seguito si riportano le frequenze delle classi di stabilità stimate per il comune di Ferrara per l'anno 2007 a confronto con gli anni dal 2003 al 2006.

Figura 7: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2003



RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 8: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2004

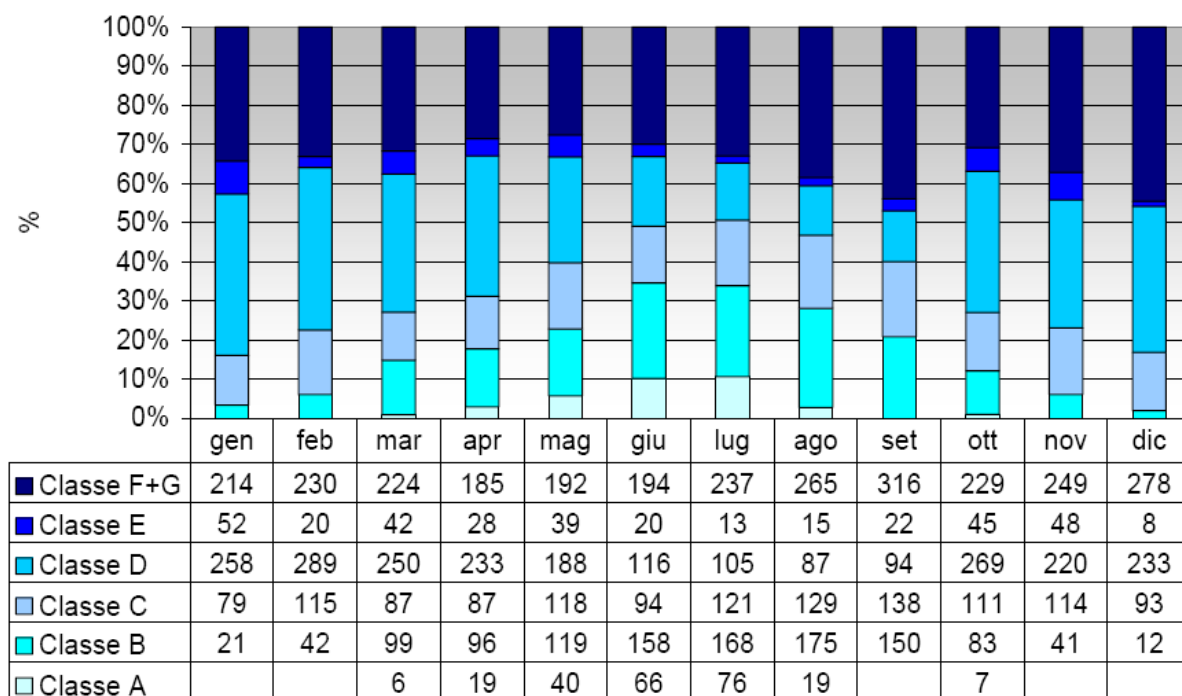
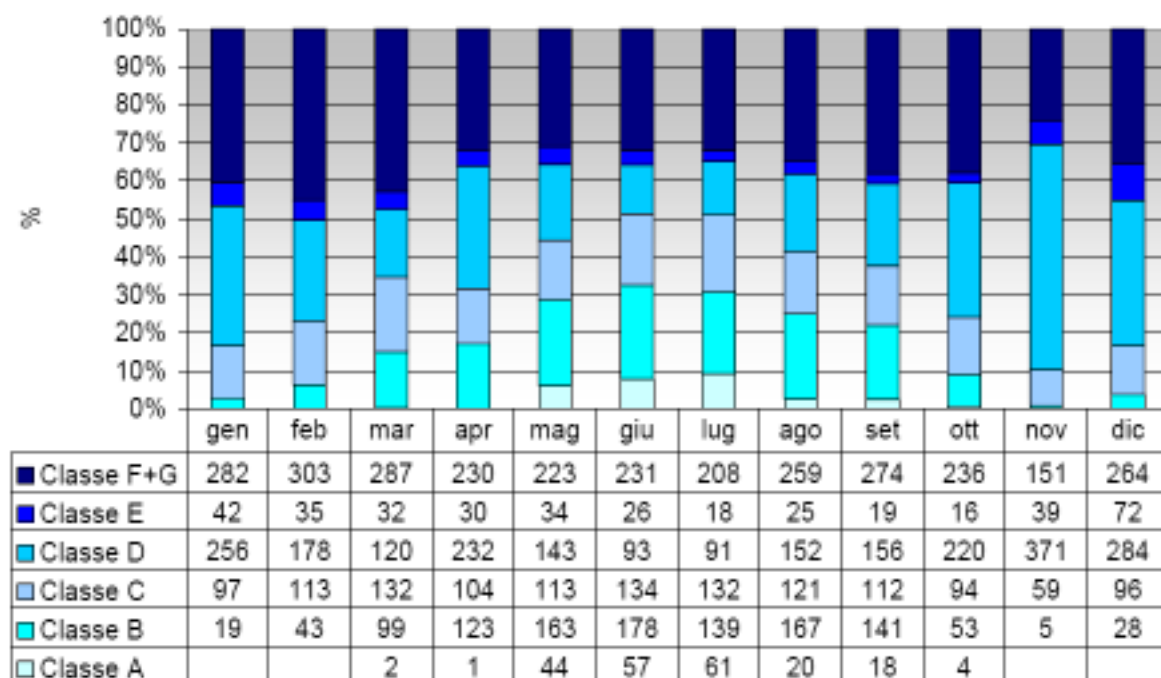


Figura 9: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2005



RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 10: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2006

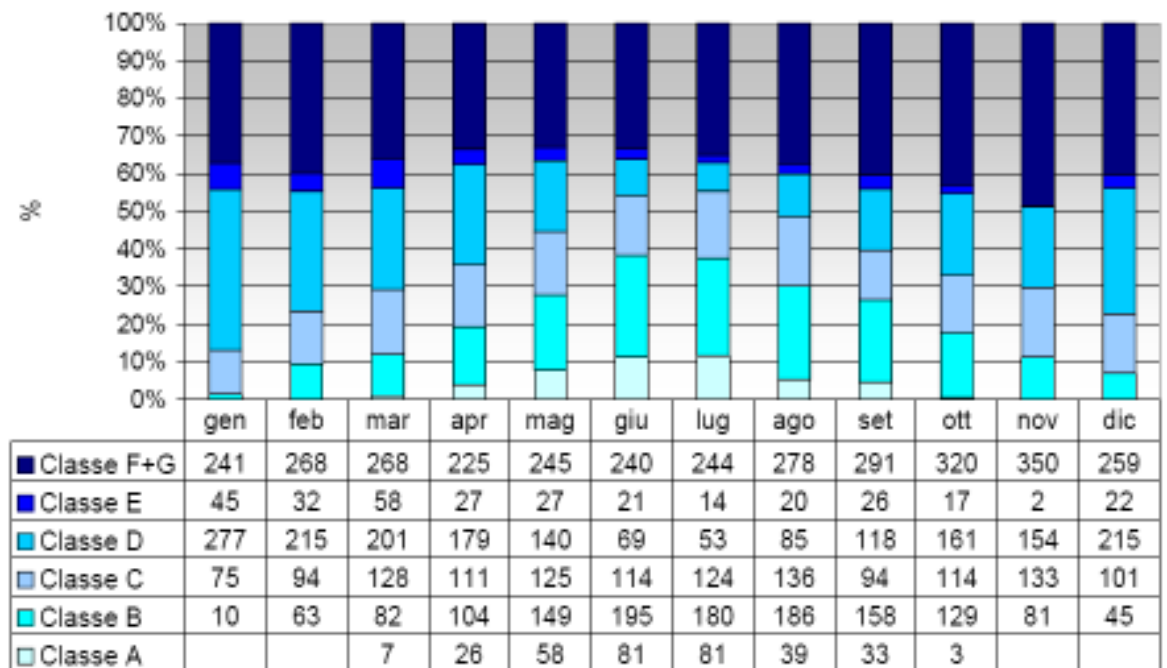
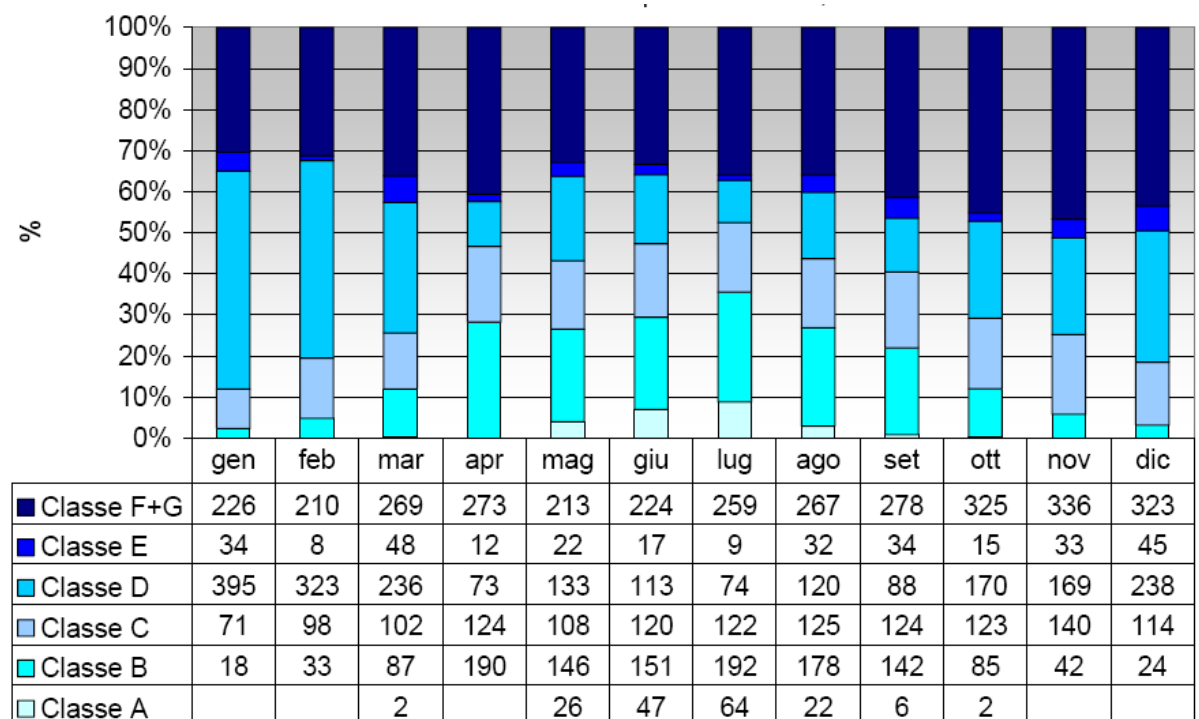


Figura 11: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2007



RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Nel 2007 si registra un aumento di casi di neutralità (classe D) nei mesi invernali ed autunnali, seguito da lieve riduzione della frequenza delle altre classi ed in particolare delle classi A, B, C negli stessi mesi.

In conclusione risultano comunque preponderanti le classi F e G (stabilità) e D (neutralità) mentre è poco presente la classe A (instabilità).

Come per il 2006, anche nel 2007, rispetto agli anni 2003-2005, per il comune di Ferrara, risultano molto più numerosi i casi di classe di stabilità F e G (alta stabilità-inversione termica) soprattutto nei mesi di ottobre, novembre e dicembre, a discapito delle classi A e B. Questo fenomeno ha sicuramente contribuito ad un ristagno della masse di aria senza possibilità di diffusione degli inquinanti.

Nella tabella che segue si riportano le percentuali di classi di stabilità, nel comune di Ferrara negli anni 2003-2007.

Figura 12: Percentuali classi di stabilità

Anno	% Classe A	% Classe B	% Classe C	% Classe D	% Classe E	% Classe F+G
2003	4%	15%	14%	26%	5%	35%
2004	3%	14%	16%	29%	4%	34%
2005	2%	14%	16%	28%	5%	36%
2006	4%	16%	16%	22%	4%	38%
2007	2%	15%	16%	25%	4%	38%

È possibile fornire una rappresentazione grafica delle percentuali di classi di stabilità relativa al giorno tipo calcolate sull'intero anno, sui mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) e sui mesi estivi (giugno, luglio, agosto) dell'anno 2007.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 13: Classi di stabilità – frequenze giorno tipo – anno 2007

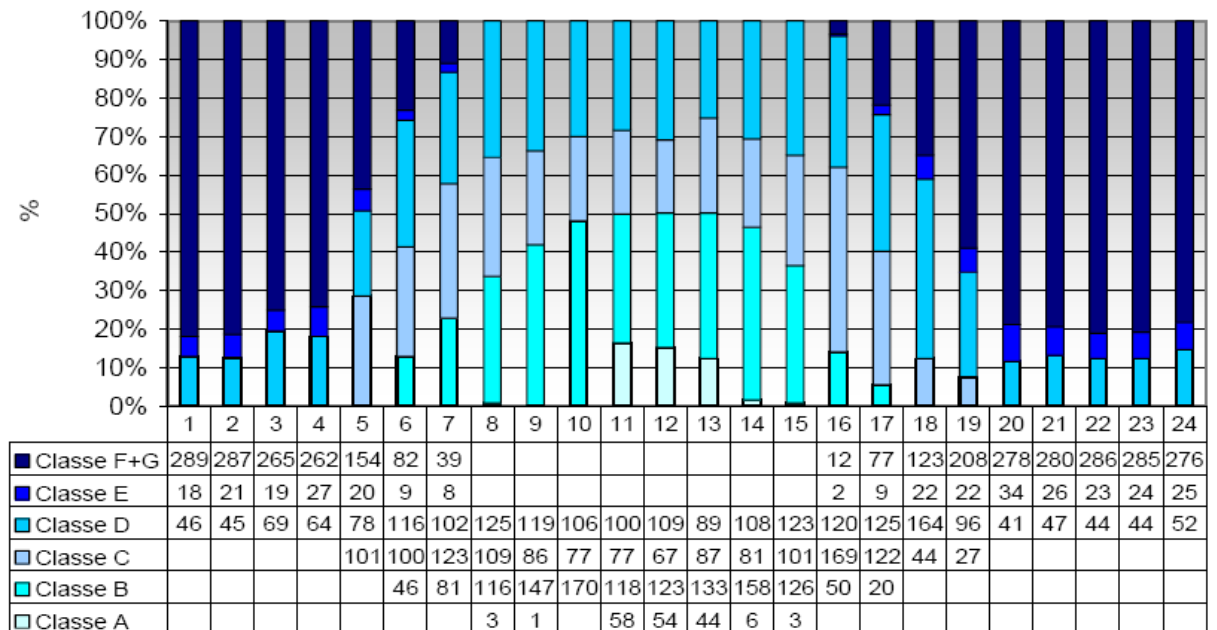
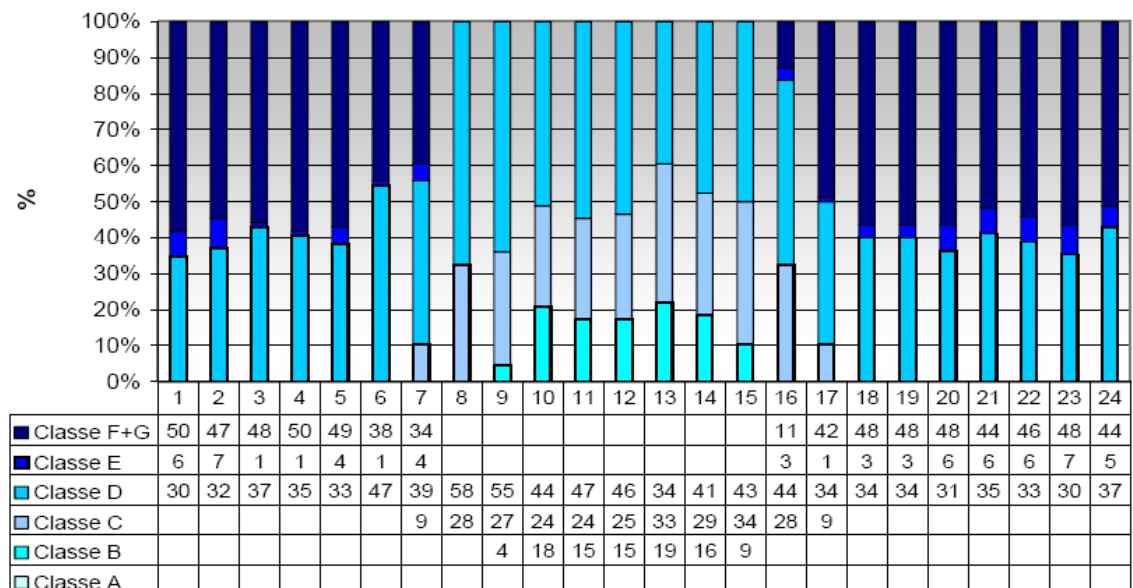
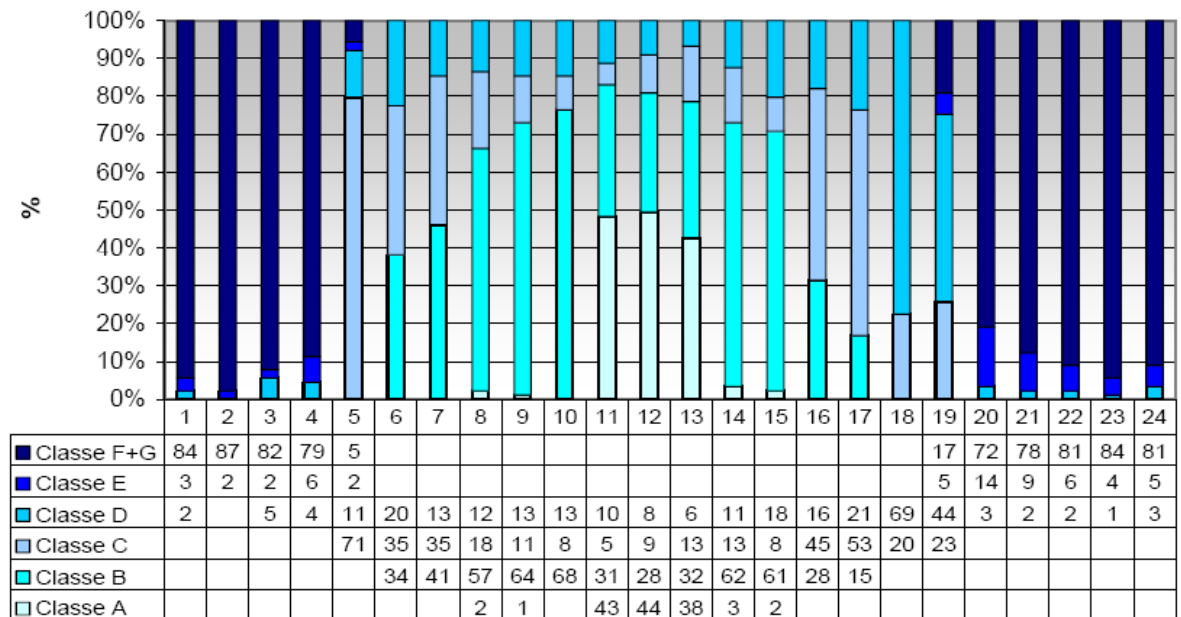


Figura 14: Classi di stabilità – frequenze giorno tipo – periodo dicembre 2006-gennaio e febbraio 2007



RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 14: Classi di stabilità – frequenze giorno tipo – periodo giugno-luglio-agosto 2007



Dal grafico relativo alla frequenza percentuale delle classi di stabilità atmosferica nelle 24 ore del giorno tipo calcolato sull'intero anno, si osserva la prevalenza di distribuzione della classe F+G nelle prime ore della giornata, dalle ore 1:00 sino alle ore 5:00-6:00, e nelle ore della sera, dalle 17:00 in poi.

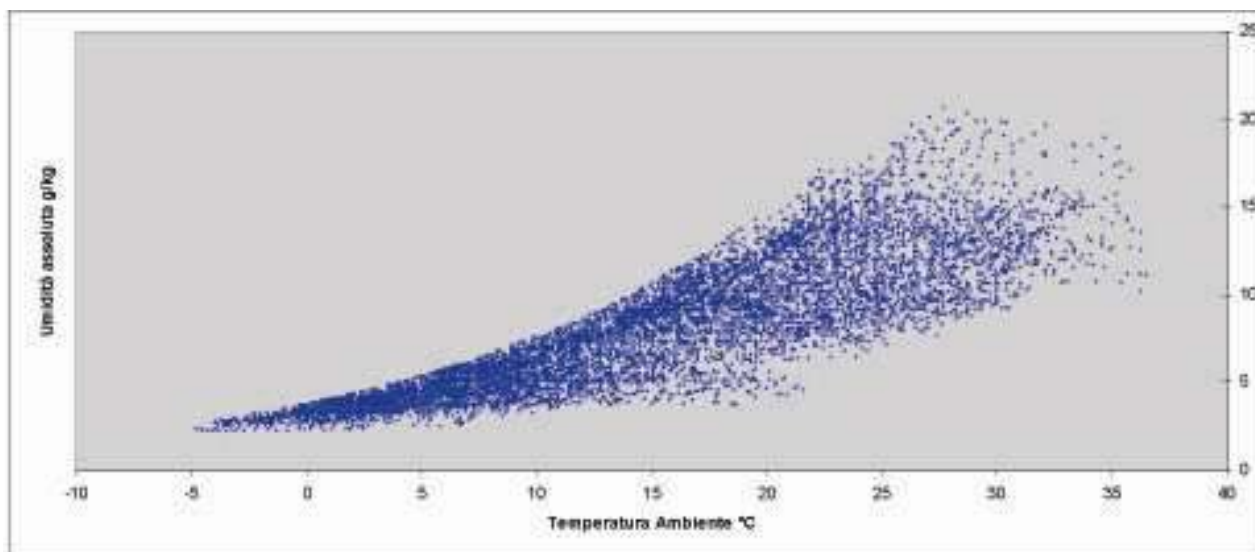
Il numero di casi della classe F+G nei due periodi della giornata sopra descritti cambia a seconda della stagione; se si osservano le elaborazioni del giorno tipo invernale ed estivo si nota che:

in inverno, a causa delle temperature più basse che contribuiscono al mantenimento della condizione di inversione termica, la classe F+G risulta più numerosa;

in estate, grazie alle temperature più elevate, che dissolvono prima il fenomeno di inversione termica venuto a crearsi durante la notte, la classe F+G rimane vincolata alle primissime ore della giornata e scompare a partire dalla 5:00 del mattino, mentre la sera comincia a insediarsi a partire da un'ora più tarda (dalle 20:00)

in inverno le classi B, C e D sono presenti principalmente nelle ore centrali della giornata

in estate la classe A è specifica delle ore più soleggiate e calde (ore 11:00-13:00).

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA**FERRARA : DIAGRAMMA PSICOMETRICO****Andamento delle precipitazioni**

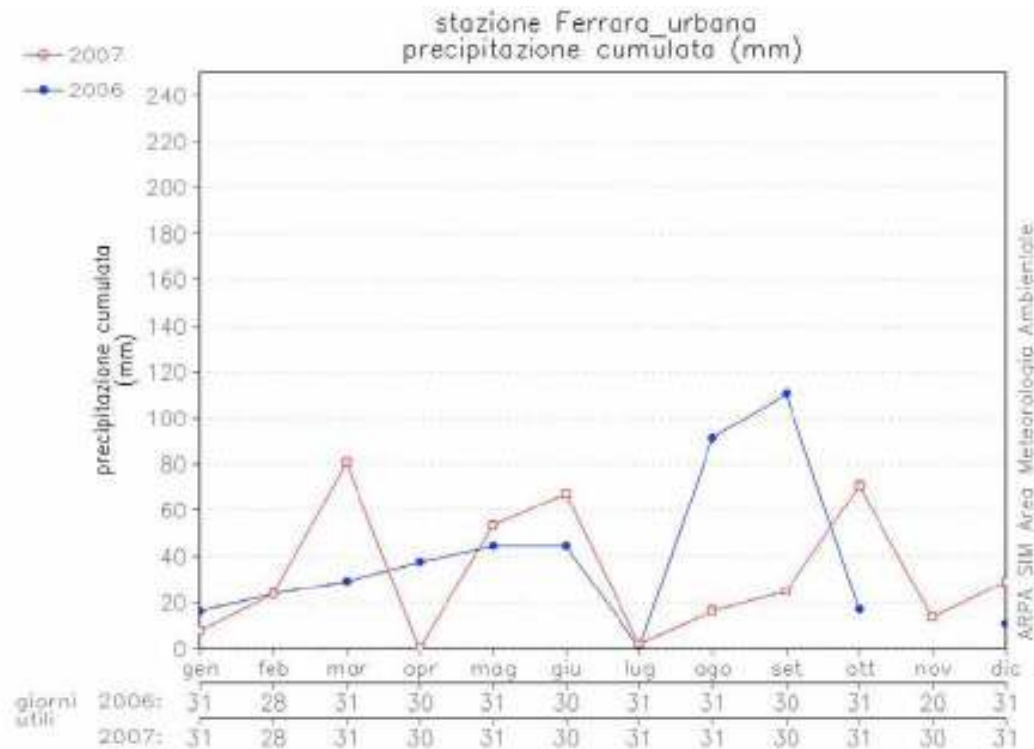
Ai fini dell'abbattimento degli inquinanti presenti in atmosfera è importante il numero di giorni caratterizzati da quantità di pioggia ≥ 5 mm. Si è osservato, infatti, che le precipitazioni iniziano ad operare una qualche rimozione degli inquinanti atmosferici quando superano i 5 mm/giorno. Tale rimozione dipende però fortemente sia dal tipo di inquinante sia dalla intensità del fenomeno meteorologico (pioggia prolungata o meno, intensa o meno).

Le precipitazioni superiori ai 5 mm/giorno si possono comunque considerare di una qualche efficacia nella rimozione degli inquinanti atmosferici.

Analizzando la precipitazione cumulata, espressa in millimetri di pioggia, misurata dalla stazione meteorologica di Via Paradiso a Ferrara, si osserva che il 2007, rispetto all'anno precedente, è stato caratterizzato da una piovosità inferiore; ciò appare visibile in particolare nel mese di agosto, nel mese di aprile, nei mesi autunnali di settembre e novembre. I mesi più piovosi sono stati marzo, maggio, giugno e ottobre con circa 60-80 mm/mese. L'anno 2007, a differenza degli ultimi due anni in cui si sono verificati fenomeni anomali con precipitazioni concentrate in prevalenza nei mesi di agosto e settembre, ricalca maggiormente quello che è il classico andamento climatico che caratterizza la nostra area, ovvero un andamento con piogge abbondanti in primavera e in autunno e periodi di siccità estiva e invernale.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 15: Precipitazione cumulata registrata in città

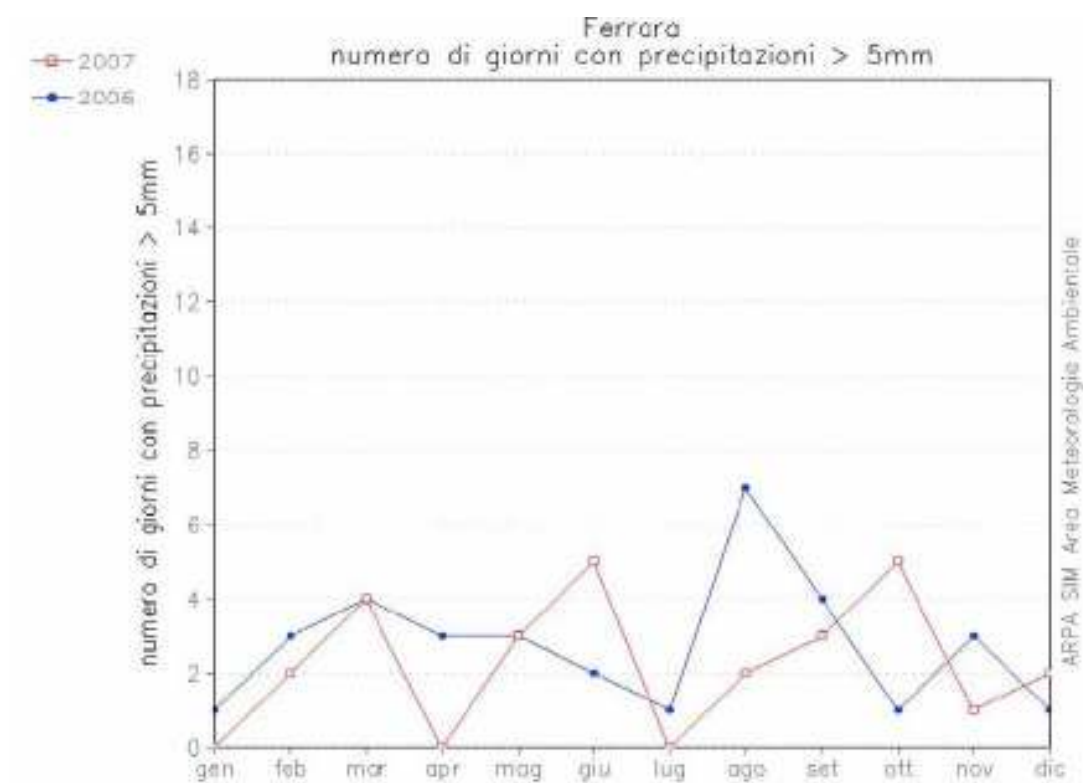


Il grafico del numero di giorni di pioggia con precipitazione cumulata maggiore di 5 mm mette in evidenza come nel periodo autunnale vi siano stati solo 9 gg di pioggia, analogamente al 2006 e in contrasto ai 17 gg che si erano registrati nel 2005, comportando così un minore abbattimento di inquinanti. Nel periodo primaverile si sono registrati solamente 7 giorni di pioggia con precipitazione cumulata maggiore di 5 mm, contro i 10 registrati nel 2006 e nel 2005. In estate le precipitazioni si sono maggiormente concentrate nel mese di giugno e complessivamente il numero di giorni con precipitazione superiore ai 5 mm risulta pari a 7 contro i 10 giorni registrati per l'anno 2006 e i 9 giorni del 2005.

In inverno 2007 si sono registrati 4 giorni con precipitazione superiore ai 5 mm analogamente a quanto si è verificato per i due anni precedenti.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Figura 16: Numero di giorni con precipitazioni cumulate superiori ai 5 mm



Irraggiamento solare

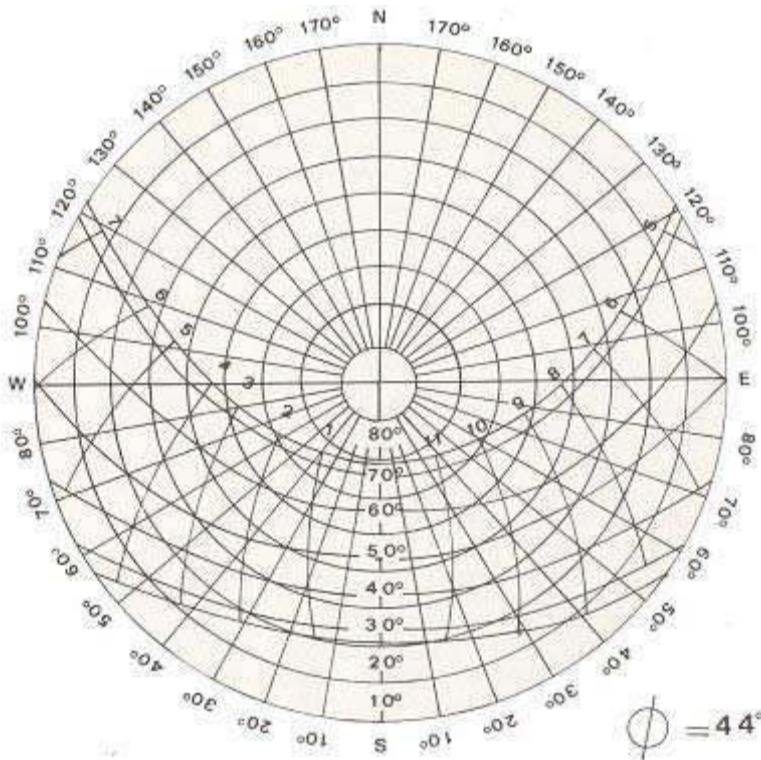


diagramma solare a 44° latitudine nord

Allo scopo di verificare l'andamento dell'irraggiamento solare per i diversi orientamenti, le aree oggetto di PUA sono state assimilate ad una superficie sulla quale si proiettano le ostruzioni alla radiazione solare esterne o interne all'ambito. L'energia solare (diretta dal sole + diffusa dal cielo) varia a seconda di latitudine, luogo e tempo, ma per gli edifici dipende sostanzialmente dall'orientamento.

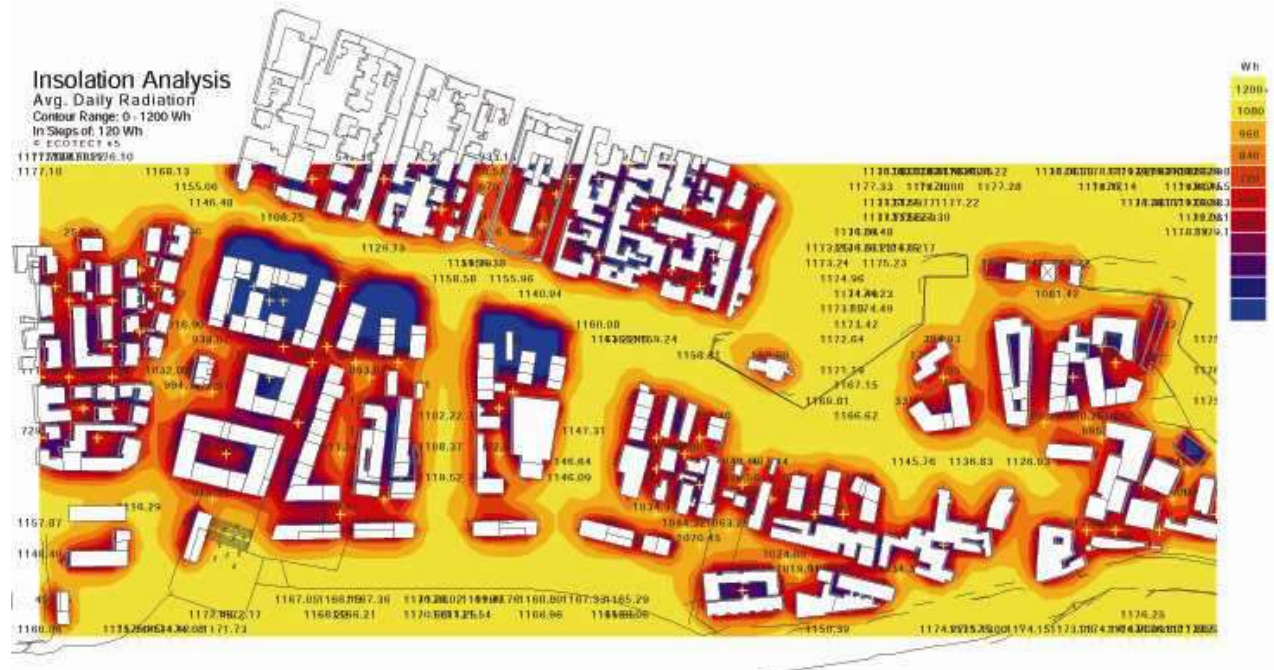
Per ottimizzare l'apporto dell'irraggiamento non si è soltanto tenuto conto di tale fattore nella dislocazione dei fabbricati, ma l'approccio progettuale prevede una variazione dei volumi edilizi e delle altezze in relazione al contesto edificato e naturale in cui si collocheranno. La possibilità di fruire di luce naturale dovrà essere ottimizzata attraverso lo studio della forma da dare al singolo edificio, la previsione di superfici vetrate e l'introduzione di elementi in grado di indirizzare la luce, se necessario, o, nel caso dei fronti più esposti, di appositi schermature.

Nel caso di una città come Ferrara, va attentamente studiata la possibilità di ridurre l'irraggiamento solare in estate attraverso il controllo passivo del calore. Inoltre, lo

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

schema planivolumetrico, a bassa densità e con una appropriata profondità degli edifici, garantirà alle unità edilizie una adeguata illuminazione diurna e la ventilazione naturale passante.

Sul tema dell'irraggiamento solare sono poi stati condotti studi riferiti alla soluzione progettuale adottata



analisi dell'irraggiamento al 22 gennaio



analisi dell'irraggiamento al 3 agosto

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

che confermano la situazione come desunta dai dati generali.

per una migliore comprensione si rimanda alla relazione generale dove sono declinate le soluzioni di progetto e della quale si riportano qui i passaggi attinenti le tematiche specifiche.

In generale...

" Il progetto urbano ha curato l'impianto planivolumetrico e gli spazi e percorsi pubblici, in modo da dare identità alle diverse aree oggetto di trasformazione. Valorizzare gli elementi storici e le visuali significative, salvaguardare le alberature esistenti, tenere in considerazione gli aspetti climatici, costruire in primo luogo la trama dello spazio pubblico di relazione e di connessione con le altre parti della città.

...

Il clima di Ferrara impone una attenzione particolare alla progettazione, soprattutto per quanto attiene le sfavorevoli condizioni estive.

Le temperature medie estive hanno valori ragguardevoli ma il loro reale effetto, ovvero la combinazione di umidità e temperatura, e quindi i valori delle temperature apparenti, ben sopra i 40°C da luglio a settembre, pone la città ai livelli fra i più sfavorevoli in Italia. Cio' è dovuto alla presenza di una umidità percentuale media sempre ben superiore nei mesi dell'anno al 60%, mentre i venti, di bassa intensità, non contribuiscono efficacemente e favorevolmente a migliorare la situazione. I valori dell'insolazione sono anch'essi elevati. In tale contesto è apparsa prioritaria la cura nella progettazione al fine di migliorare, per quanto possibile, il microclima urbano.

Sono stati utilizzati i seguenti criteri progettuali: sono state scelte tipologie edilizie che consentono la permeazione solare e dei flussi d'aria, di altezza modesta, e con aperture e loggiati al piano terreno; anche il posizionamento dei corpi di fabbrica è stato effettuato in modo da consentire il passaggio dei flussi d'aria in relazione ai venti dominanti; sono stati inoltre privilegiati i corridoi che dal costruito conducono alla Darsena o, comunque, verso le aree verdi con evidenti benefici estivi, visti i flussi d'aria che naturalmente si generano, anche in assenza di venti, tra le correnti evaporative fluviali (più fresche) e l'aria calda che si accumula

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

nelle aree urbanizzate; il posizionamento degli edifici ha altresì tenuto conto della necessità di fornire il corretto apporto di irraggiamento solare agli insediamenti e per ottimizzare l'esposizione solare nell'arco della giornata e nell'anno. In particolare sono state fatte simulazioni degli ombreggiamenti reciproci tra fabbricati.

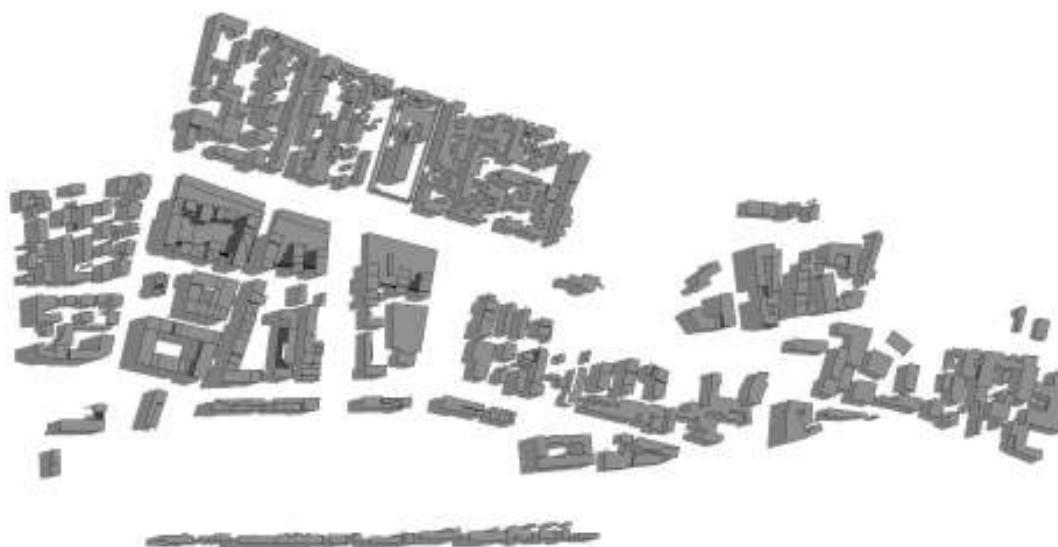
...

Gli edifici sono caratterizzati da una progressiva variabilità nel numero dei piani proprio per consentire la permeazione della luce e dell'aria; le tipologie adottate consentono di della corte, tipica del contesto, è stata riproposta, per la sua capacità di costituire un buffer termico di positivo effetto sia in estate che in inverno.

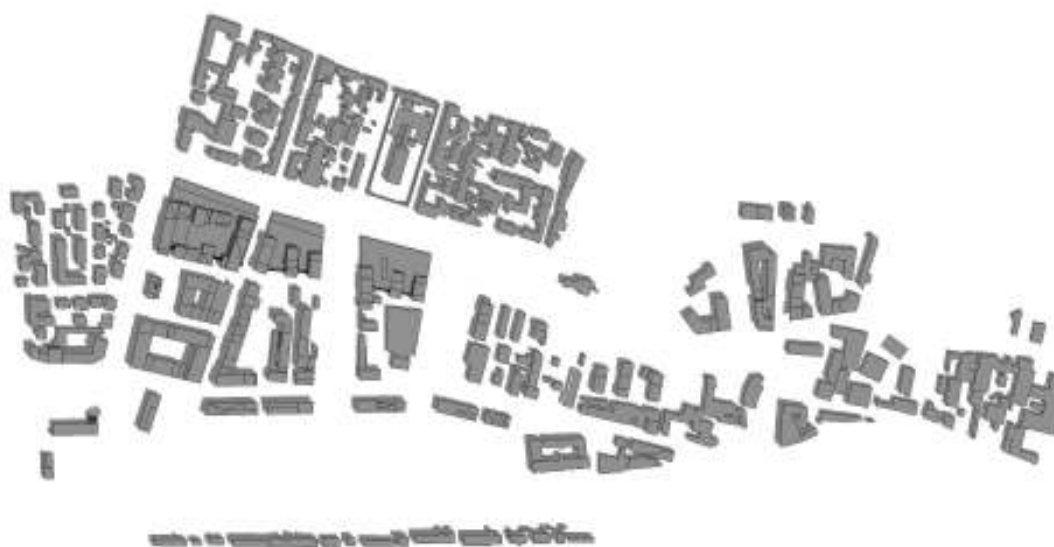
Sono state privilegiate soluzioni edilizie che consentono di limitare le superfici impermeabili capaci di accumulare calore, incrementando e distribuendo con sistematicità aree verdi e quindi capaci di ombreggiare e spazi di accumulo (atri e corti). Sono stati individuati percorsi pedonali ombreggiati e protetti (anche con la riproposizione del portico) che migliorano la vivibilità ed il comfort.

Sono state adottate soluzioni a bassa densità edilizia, massimizzando la percentuale di area verde o permeabile, restituendo nel complesso una parte di città meno cementificata della precedente. Per ridurre gli effetti di accumulo di calore e per combattere l'inquinamento atmosferico, le coperture sono state pensate come verdi per ottenere, tramite una composizione di giardini pensili, un'armonia tra le aree verdi al suolo e quelle che si realizzano nelle coperture, ai diversi livelli, come un unico grande parco tridimensionale, in cui gli elementi naturali, inclusa l'acqua, contribuiscono a migliorare il comfort ambientale.."

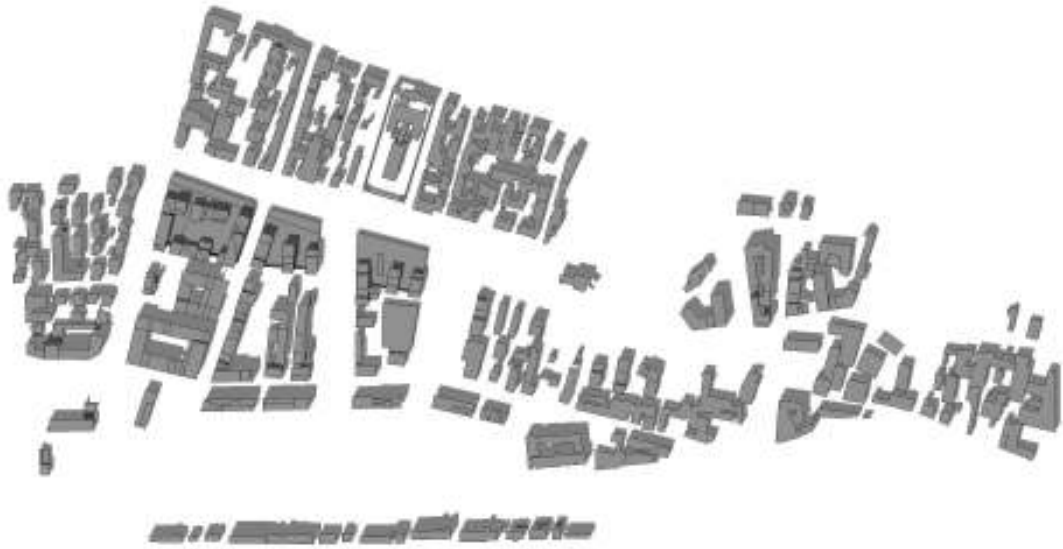
RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA



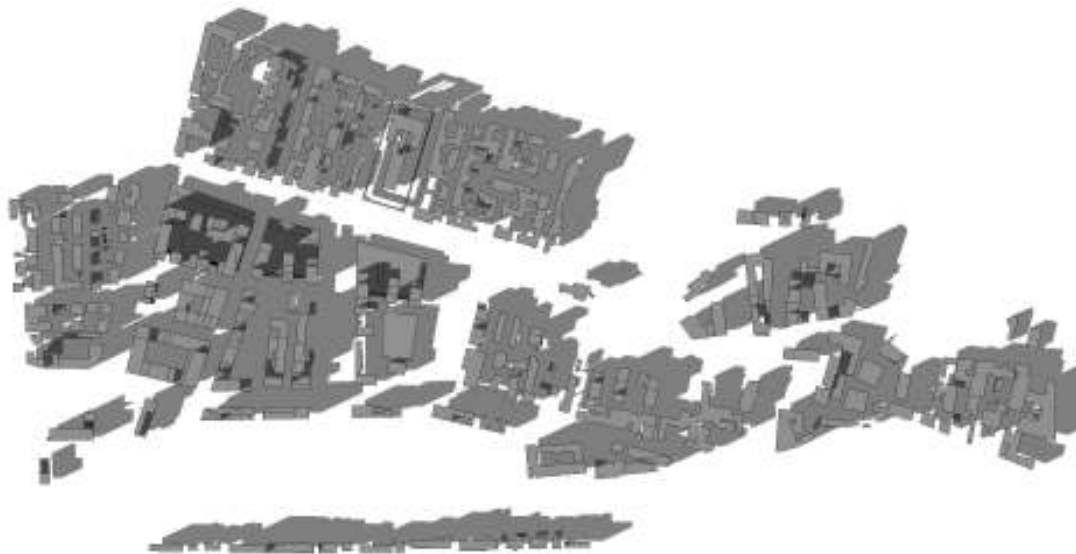
studio delle ombreggiature- agosto ore 9



studio delle ombreggiature- agosto ore 12

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

studio delle ombreggiature- agosto ore 15



studio delle ombreggiature- agosto ore 18

infine, per la definizione degli obiettivi relativi alla progettazione degli edifici in attuazione del piano sono state adottate strategie di tipo passivo, che includono:

- * Realizzazione di facciate altamente coibentate e sigillate per non disperdere energia ma on finestrate apribili.
- * Disposizione dei volumi rispetto al riscaldamento solare passivo in inverno ed all'efficace ombreggiatura in estate

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

- * Ottimizzazione dell'utilizzo della luce diurna attraverso lo studio della forma dell'edificio, l'uso di pareti vetrate ed il direccionamento dei fasci di luce.
- * previsione di buffer zones (come ad esempio le serre utilizzate come "giardini di inverno") per consentire la raccolta passiva dell'energia solare e la ventilazione naturale in presenza di freddo/ vento.
- * Studio dell'ombreggiatura solare esterna

Prescrizioni direttive e indicazioni progettuali riferite alla progettazione degli edifici

Gli obiettivi generali da perseguire sono:

- Risparmio energetico con costruzione di edifici a basso consumo con indice di prestazione energetica classe A;
- Efficienza impiantistica mediante impianti centralizzati ad alto rendimento, sistemi di climatizzazione a bassa temperatura, controllo e gestione degli edifici;
- Uso di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili quali l'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria ed energia elettrica; l'energia geotermica del terreno per climatizzazione e produzione acqua calda di consumo;
- Recupero e riutilizzo delle acque piovane.

Nel seguito saranno esplicitate le modalità di attuazione.

DIRETTIVE DI PIANO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione degli edifici sarà fatta nel rispetto delle normative vigenti con particolare riferimento a:

- Delibera della Assemblea Legislativa R.E.R. n. 156/08;
- Vigente Regolamento Edilizio del Comune di Ferrara.

Saranno rispettati tutti i requisiti cogenti.

Si precisa, inoltre che, per garantire il raggiungimento di un elevato livello qualitativo degli interventi, taluni requisiti, classificati come volontari dal R.E., sono stati resi obbligatori nelle presenti prescrizioni.

In particolare si è imposto:

- Il raggiungimento di un indice di prestazione energetica pari alla classe A
- Il raggiungimento di una classe prestazionale almeno buona relativamente all'inerzia termica
- L'obbligo di impianti di ventilazione meccanica controllata
- L'obbligo di impianti di climatizzazione a bassa temperatura
- Il recupero ed il riutilizzo delle acque piovane dei tetti
- L'adozione di dispositivi di controllo e gestione di livello prestazionale di classe A
- L'ottenimento della certificazione ambientale

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

- L'allacciamento alla rete di teleriscaldamento urbano per la fornitura di energia termica.

DISPONIBILITÀ DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E RISORSE A BASSO CONSUMO ENERGETICO

Per il sito in oggetto sono disponibili le seguenti fonti:

- energia solare sfruttabile per produzione di energia termica ed energia elettrica in attuazione alle direttive legislative vigenti;
- possibilità di allacciamento alla rete di teleriscaldamento urbano presente in prossimità che sarà obbligatoriamente previsto per tutti gli interventi ai fini della fornitura dell'energia termica per l'intero esercizio annuale. La rete di teleriscaldamento fa capo ad una centrale ad alta efficienza con contributo di energia rinnovabile derivante sia da sorgente geotermica che dalla combustione dei rifiuti urbani. L'assenza di impianti di produzione calore in loco, con combustibili tradizionali, evita emissioni di CO₂ e l'inquinamento ambientale del sito. La rete di teleriscaldamento fornirà energia termica per la climatizzazione degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria ad integrazione degli impianti solari.
- Energia geotermica del terreno stante la disponibilità di una idonea superficie utilizzabile come sorgente.

A fronte dei predetti obblighi cogenti è facoltà dei singoli lotti l'adozione di eventuali ed ulteriori sistemi integrativi quali micro-cogenerazione, trigenerazione e simili.

ARCHITETTURA IMPIANTISTICA

L'intervento, oggetto della presente, si configura come unico UMI e, pertanto, si dovranno prevedere i sottoelencati impianti centralizzati:

- produzione di energia termica per climatizzazione invernale e produzione acqua calda sanitaria mediante impianto a pompa di calore geotermico con integrazione dalla rete di teleriscaldamento urbano.
- produzione di energia frigorifera per climatizzazione estiva, ove necessaria e/o prevista, con il medesimo impianto ad energia geotermica con inversione del ciclo di funzionamento. L'integrazione sarà demandata a gruppi refrigeratori convenzionali con elettrocompressori e condensazione ad acqua o ad aria. Saranno ad alto

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

rendimento con coefficiente prestazione ESEER non inferiore a 4. La tipologia e la collocazione sarà rispettosa sia dell'aspetto architettonico che dell'impatto acustico;

- produzione di acqua calda sanitaria con scambiatori ad accumulo riscaldati da energia geotermica con integrazione da rete di teleriscaldamento. Sarà facoltativo, in fase di progettazione, lo sfruttamento anche dell'energia solare, in particolare per l'esercizio estivo;
- trattamento acqua potabile quali addolcimento e sanitizzazione ove necessari;
- sistemi di raccolta delle acque piovane che saranno riutilizzate nello stesso bacino di utenza;
- impianto di produzione di energia elettrica, con pannelli solari, che sarà utilizzata per uso condominiale (gruppo refrigeratore, pompe, ventilazione meccanica, ascensori, illuminazione parti comuni e simili). Sarà consentita, ove possibile e praticabile, l'installazione di pannelli fotovoltaici per produzione individuale;
- eventuali sistemi di protezione antincendio se necessari per il tipo di attività'.

Detti impianti faranno capo ad una apposita sottocentrale di edificio, dalla quale si deriveranno le reti di alimentazione delle singole utenze e precisamente:

- alimentazione fluidi termovettori per climatizzazione invernale/estiva;
- acqua fredda e calda per uso sanitario;
- acqua piovana di recupero per uso sanitario nelle cassette dei wc.

Ogni utenza sarà parallelamente dotata di contatori divisionali per i fluidi delle corrispettive reti.

- Le utenze saranno invece alimentate dalle reti pubbliche per:
 - energia elettrica
 - gas metano per uso cottura
 - telefonia

Anche le suddette forniture saranno contabilizzate.

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

Per tutti gli edifici, saranno previsti impianti di ventilazione meccanica degli spazi confinati. Ad essi sarà demandato il controllo dell'inquinamento ambiente e del comfort igrometrico indispensabili per il benessere delle persone.

Gli impianti saranno centralizzati per ogni edificio o unità immobiliare funzionale.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Anch'essi godranno dei risparmi energetici e gestionali ottenibili con l'autoproduzione di energia elettrica da fonte solare.

L'impianto di ventilazione meccanica controllata associato ad un sistema di recupero energetico dell'aria espulsa, consente la riduzione dei consumi energetici per il ricambio dell'aria ed il conseguente aumento dell'efficienza energetica.

I recuperatori di calore avranno efficienza minima 85% e saranno preferibilmente del tipo entalpico o termodinamico.

Il sistema di filtrazione dovrà essere almeno di media efficienza (classe minima F7); i ventilatori saranno ad alta efficienza preferibilmente con motori direttamente accoppiati ai ventilatori.

Saranno installati dispositivi di regolazione della portata per i singoli locali/alloggi per garantire le effettive condizioni di progetto.

Le apparecchiature elettriche saranno alimentate dall'impianto condominiale.

SISTEMI IMPIANTISTICI A BASSA TEMPERATURA

Si dovranno adottare, obbligatoriamente, sistemi impiantistici a "bassa temperatura", preferibilmente del tipo radiante, sia per la climatizzazione invernale che estiva.

Gli impianti radianti, rispetto a quelli convettivi, consentono un maggiore risparmio energetico derivante sostanzialmente da:

ottenimento dello stesso livello di comfort con valore di temperatura ambiente più bassa in inverno e più alta in estate. Ciò riduce proporzionalmente il gradiente di temperatura e lo scambio termico tra interno ed esterno;

utilizzo di un fluido vettore (acqua) ad un livello di temperatura più favorevole per la sorgente di produzione, tale da conseguire una maggiore efficienza energetica di produzione.

DISPOSITIVI PER LA GESTIONE E IL CONTROLLO DEGLI EDIFICI

Per tutti gli edifici saranno adottati i necessari provvedimenti di controllo e gestione degli impianti ai fini di un uso razionale dell'energia.

È fatto obbligo di rispettare le disposizioni contenute nella Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 156/08 requisito 6.5 con riferimento alla classe A di efficienza dei dispositivi.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

Tanto più efficiente sarà il controllo mediante sistemi automatici intelligenti, maggiore sarà il risparmio energetico conseguibile.

Il sistema di controllo potrà essere predisposto per il controllo a distanza da “remoto” onde consentire l’archiviazione dei dati di esercizio essenziali per il monitoraggio della efficienza funzionale ed energetica.

PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI

Per diminuire i consumi di energia primaria non rinnovabile degli edifici saranno utilizzate le seguenti fonti energetiche rinnovabili:

- Impianto solare termico atto a soddisfare almeno il 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria ai sensi della Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 156/08. Sarà del tipo centralizzato e farà capo al sistema, centralizzato, di produzione dell’acqua calda di consumo. Le apparecchiature elettriche faranno capo al contatore condominiale.
- Impianto solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica in ragione di 1 kW per ciascuna unità abitativa e 0,5 kW per ogni 100 m² di superficie utile degli edifici non residenziali, secondo disposizione della Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 156/08. L’energia elettrica sarà utilizzata per l’alimentazione degli impianti condominiali quali gruppi refrigeratori e pompe di calore, ascensori, ventilatori dell’impianto VMC, elettropompe, illuminazione spazi condominiali e simili. Tutti gli utenti beneficeranno indirettamente del risparmio energetico. È lasciata facoltà, inoltre, di realizzare anche impianti individuali per i singoli utenti dell’edificio.
- Energia geotermica del terreno sia per climatizzazione che produzione acqua calda sanitaria in sostituzione/integrazione all’impianto solare termico.

La commissione europea con la direttiva 2009/28/CE del 23/04/2009 ha definito il calore contenuto nell’aria, nell’acqua e nel terreno come fonte rinnovabile. Stante la disponibilità di terreno da utilizzare come sorgente è fatto obbligo di prevedere l’installazione di impianti a pompa di calore con sonde geotermiche per l’alimentazione degli impianti di climatizzazione invernale/estiva e produzione di acqua calda sanitaria. L’impianto sarà centralizzato e dovrà produrre almeno il 70% del fabbisogno annuo di energia. L’integrazione per le restanti necessità o per scorta di esercizio sarà ottenuta

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

con allacciamento alla rete di teleriscaldamento urbano e con gruppo refrigeratore convenzionale.

RECUPERO DELLE ACQUE PIOVANE

Sarà previsto il recupero ed il riutilizzo delle acque piovane dei tetti al fine di ridurre i consumi idrici. L'acqua sarà raccolta entro apposita vasca con le stesse logiche di centralizzazione degli altri impianti collettivi.

Il sistema di accumulo è provvisto di appositi filtri, il sistema di riutilizzo è costituito dalla rete idrica separata con impianto di pompaggio dedicato, centralina di controllo e disinfezione con lampade a raggi UV o sistema equivalente.

L'acqua raccolta sarà riutilizzata per usi condominiali (irrigazione e lavaggio dei piazzali) ed uso individuale per alimentazione delle cassette di scarico dei wc.

I consumi individuali saranno contabilizzati per le singole utenze.

RIDUZIONE DEI CONSUMI DI ACQUA POTABILE

Ai fini della riduzione del consumo di acqua potabile saranno adottati i seguenti provvedimenti impiantistici:

- recupero e riutilizzo dell'acqua piovana dei tetti per uso irriguo ed igienico-sanitario;
- contabilizzazione dei consumi di acqua potabile calda e fredda ed acqua piovana di uso sanitario per tutte le utenze;
- cassette di risciacquo dei wc con doppio pulsante;
- rubinetti di erogazione a doppio scatto con aeratori e rompigetto.

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO INTERNO ED ESTERNO

Saranno adottate tutte le soluzioni praticabili per ridurre le fonti di inquinamento elettromagnetico ed in particolare:

- non sono presenti cabine elettriche di trasformazione e condutture in Media Tensione;
- saranno seguite tutte le possibili strategie progettuali, a livello delle singole unità abitative, atte a minimizzare l'esposizione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA**ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

Il progetto si estende a tutte le zone pubbliche come piazze, strade, percorsi ciclopedonali e pedonali ed avrà come principale obiettivo il pieno rispetto delle normative vigenti in termini di inquinamento luminoso ed efficienza energetica.

La scelta progettuale delle sorgenti luminose degli apparecchi illuminanti è orientata verso lampade a vapori di sodio ad alta pressione come richiesto dal disciplinare tecnico ver.1.1 del 19 marzo 2008 redatto da Hera Luce. Tuttavia si prenderà in considerazione in fase di progettazione esecutiva l'eventuale utilizzo di apparecchi con tecnologia a led.

Gli apparecchi illuminanti avranno con ottica CUT-OFF, quindi con emissione praticamente nulla verso la volta celeste (direzione dell'intensità luminosa massima rispetto alla componente verticale min. o uguale a 65°) contenendo così al massimo, i danni provocati dall'inquinamento luminoso.

Altro non trascurabile beneficio dell'ottica CUT-OFF nelle armature stradali per traffico veicolare, risulta l'abbattimento dell'abbagliamento nei confronti del guidatore del veicolo.

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Dovrà essere rilasciata, in ottemperanza a vigenti norme, la certificazione energetica.

È fatto obbligo il raggiungimento del livello di prestazione energetica di classe A secondo gli indici prestazionali stabiliti dalla Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 156/08, e successive modifiche ed integrazioni, ridotti del 10% come stabilito dal vigente R.E. del Comune di Ferrara.

A tal fine saranno adottati tutti i provvedimenti costruttivi ed impiantistici necessari in merito ad isolamento termico, protezione solare, efficienza impiantistica, fonti energetiche rinnovabili come riportato nella presente.

RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA**CERTIFICAZIONE AMBIENTALE**

Alla realizzazione degli edifici potrà seguire la richiesta di certificazione di ogni singolo intervento secondo il protocollo LEED, rilasciato da un organismo riconosciuto.

Il sistema LEED fornisce una metodologia per valutare le prestazioni di un edificio ed il raggiungimento di obiettivi di sostenibilità in termini di risparmio idrico, efficienza energetica, qualità dei materiali e degli ambienti interni.

Il requisito si ritiene soddisfatto con il raggiungimento di un livello minimo standard che si ottiene con un numero di punti da 40 a 49.

Ai fini della certificazione LEED, si precisa che la progettazione urbanistica, le norme attuative e le linee guida contengono impostazioni, elementi e soluzioni già orientate a soddisfare contenuti del medesimo protocollo.