

Il *Cookbook* di ESP-r
Strategie per lo sviluppo di rappresentazioni virtuali dell'Ambiente
Costruito

Jon William Hand B.Sc., M.Arch., PhD

Energy Systems Research Unit
Department of Mechanical Engineering
University of Strathclyde, Glasgow, UK.

2 December, 2010

DICHIARAZIONE DI COPYRIGHT

Il copyright di questa pubblicazione appartiene all'autore nei termini dei *United Kingdom Copyright Acts*, come qualificati dal Regolamento 3.49 dell'Università di Strathclyde, Glasgow, Scozia, Regno Unito. All'uso di ogni materiale contenuto in - e derivato da - questa pubblicazione deve essere sempre dato il dovuto riconoscimento.

Questo libro è stato tradotto da Gian Luca Brunetti, Politecnico di Milano,
Dipartimento B.E.S.T.

Prima edizione: 31 gennaio 2010. Seconda edizione: 6 marzo 2012.

Indice dei contenuti

<i>Abstract,</i>	pag. 9
Ringraziamenti,	10
Prefazione,	11
1 Introduzione,	15
1.1 Approcci tattici,	18
1.2 Le specifiche del cliente,	19
1.3 Domande progettuali,	23
1.4 Progettazione del modello,	25
1.5 Coordinate del modello,	26
1.6 Come è utilizzato l'edificio,	31
1.7 Controlli ambientali,	35
1.8 Composizione del modello,	39
2 Costruire un modello,	40
2.1 Esame dei pattern climatici e dei database climatici,	44
2.2 Scelta delle soluzioni costruttive per il modello,	49
2.3 Tattiche per la composizione delle zone,	52
2.4 Topologia del modello,	73
3 Input geometrici alternativi,	75
3.1 Alla tastiera,	76
3.2 Cliccare su una bitmap,	81
3.3 Esempi di approcci,	83
4 Modellazione 3D,	88
4.1 Approcci per la modellazione,	90
4.2 Operazioni per creare uno spazio di sottotetto,	96
5. Programmi orari,	104
5.1 Programmi orari relativi ai flussi d'aria,	108
5.2 Tabelle orarie per le operazioni di importazione,	109
6 Dati climatici,	111
6.1 Importazione di dati climatici,	111
6.2 Definizione delle stagioni e dei periodi tipici,	113
6.3 Elementi nella lista dei climi,	118
7 Controlli ambientali delle zone,	120
7.1 Introduzione,	120
7.2.1 Rappresentazioni astratte,	121
7.2.2 Un esempio astratto,	123
7.3 Leggi di controllo delle zone,	125
7.4 Esplorazione delle questioni relative ai controlli,	127
7.4.1 Controllo di base (ideale),	128
7.4.2 Interpretazione delle previsioni dei controlli,	134
7.5 Controlli riguardanti le zone al contorno,	139
8 Risoluzione termofisica,	144
8.1 Ombreggiamento e insolazione	144
8.2 Previsioni di ombreggiamento	148
8.3 Fattori di vista relativi alla radiazione termica	150

9 Preparazione alla simulazione,	158
9.1 Valutazioni integrate di prestazione	160
9.2 Librerie dei risultati e rapporti	168
9.3 direttive di output XML	172
9.4 Interazione dell'utente con i file XML	176
10 Comprendere le previsioni prestazionali,	180
10.1 Il modulo “res”	181
10.1.1 Il menu “Enquire about”	182
10.1.2 Rapporti sui sistemi ambientali	185
10.1.3 Guadagni gratuiti	186
10.1.4 Bilanci energetici relativi alle zone	186
10.1.5 Bilanci energetici relativi alle superfici	188
10.1.6 Ore sopra e sotto determinati livelli di prestazione	189
10.1.7 Energia fornita	190
10.1.8 Rapporti riguardanti la condensazione del vapore	192
10.2 Rapporti basati sui time-step	193
10.3 Rapporti grafici	195
10.3.1 Rappresentazione di grafici rispetto al tempo	196
10.3.2 Rapporti sulla frequenza	196
10.3.3 Grafici 3D	197
10.3.4 Grafici rappresentanti variabile rispetto a variabile	198
10.4 Metodi per l'esplorazione di insiemi di dati	199
11 Flussi,	200
11.1 Limitazioni del flusso pianificato,	200
11.2 Reti di flusso di fluidi,	201
11.3 Blocchi di costruzione,	202
11.3.1 Componenti di flusso,	204
11.3.2 Connessioni di flusso,	205
11.4 Passaggi nella creazione di una rete,	208
11.5 Una rete semplice,	210
11.6 Alla tastiera,	213
11.7 Calibrazione dei modelli di flusso,	218
11.8 Controlli di flusso,	222
11.9 Alla tastiera,	225
11.10 Rappresentazione delle finestre,	229
11.10.1 Selezione dei componenti,	232
11.11 Programmi orari versus reti,	233
11.12 Ventilazione ibrida,	241
11.13 Limitazione dei modelli di flusso d'aria a rete,	246
12 Flusso dettagliato via CFD,	247
13 Impianti,	249
13.1 Uso di una rete di componenti per rappresentare la ventilazione meccanica,	250
13.2 Definizione dei “limiti”,	256
13.3 Completamento e verifica del modello,	257
13.4 Passare dai fabbisogni ideali a quelli delle zone termiche,	260
13.5 Collegamenti alle zone e ai controlli,	264
14 Procedure di lavoro,	269
14.1 Come può essere di aiuto il produttore del software?	270
14.2 Responsabilità nei gruppi di simulazione,	270

14.3 Errori classici,	272
14.4 Pianificazione dei progetti di simulazione,	273
14.5 Il team manager,	276
14.6 Il manager della qualità,	277
14.7 Il personale dedicato alla simulazione,	281
14.8 Il mentore,	283
14.9 L'esperto in un dominio,	285
14.10 Infrastruttura	287
14.11 Personale di supporto	288
14.12 La produttività del personale,	289
14.13 Selezione degli strumenti	290
14.14 Riepilogo,	291
15 Qualità del modello,	292
15.1 Come può essere di aiuto il produttore del software?,	293
15.2 Responsabilità nei gruppi di simulazione,	294
15.3 Pianificazione dei modelli,	298
15.4 Complessità,	299
15.5 Valutazione multi-criteri,	301
15.6 Verifiche semantiche,	304
15.7 Elenco di cose da fare riguardo al gruppo,	307
15.8 Output delle simulazioni,	312
15.9 Rapporto sui contenuti dei modelli,	313
15.10 Riepilogo,	321
16 Appendice – Installazione,	322
17 Appendice – Versione,	329
17.1 Modalità testo,	329
17.2 Modalità grafica X11,	332
17.3 Modalità grafica GTK+,	335
18 Capacità di ESP-r,	339
18.1 Caratteristiche generali di modellazione,	340
18.2 Fabbisogni termici delle zone,	341
18.3 Involucro edilizio e illuminazione naturale,	343
18.4 Ventilazione per infiltrazione e flussi multizonali,	344
18.5 Sistemi da fonti di energia rinnovabili e sistemi elettrici,	345
18.6 Controlli ambientali ideali,	345
18.7 Sistemi basati su componenti impiantistici,	347
18.8 Emissioni ambientali,	348
18.9 Dati climatici,	348
18.10 Rapporto sui risultati,	349
18.11 Validazione,	350

ABSTRACT

Questo *Cookbook* fa uso della *suite* generalista di simulazione ESP-r considerata come piattaforma per esplorare strategie per sviluppare simulazioni virtuali dell'ambiente costruito e per rispondere a domande poste nel mondo reale dei gruppi di progettazione e ricerca.

Il *Cookbook* si occupa di come tradurre le domande del cliente in rappresentazioni virtuali né più né meno complesse di quanto l'obiettivo non richieda. Si occupa di come riscoprire il potere della carta e della penna e si avventura nel menzionare la parola "metodologia". E si occupa dello scoprire pattern validi nella confusione e dell'apprendere l'arte di rispondere a domande del tipo "cosa succederebbe se...?" E poiché l'autore è paranoico a livello professionale, potreste scegliere nuove definizioni dell'assicurazione della qualità (QA, *quality assurance*, NdT).

Quasi tutte le strategie presentate possono essere applicate all'obiettivo di creare eleganti rappresentazioni virtuali in altre *suite* di simulazione. I lettori potrebbero allertare i loro colleghi affinché ci buttino un occhio.

RINGRAZIAMENTI

Questo libro poteva essere completato solo all'interno dell'eccezionale ambiente di gruppo dell'*Energy Systems Research Unit* dell'Università di Strathclyde a Glasgow in Scozia. Dove mai altro un architetto avrebbe potuto scrivere decine di migliaia di righe di codice sorgente e poi usare la risultante costruzione virtuale per supportare ed esplorare il processo progettuale, e poi rigirare il processo nella propria testa per tornare alla pagina scritta per esplorare le strategie per il suo uso?

L'autore desidera anche ringraziare per il tempo che la Samsung Construction ha dato all'autore nel corso di una trasferta a Seul.

Ringraziamenti per il controllo della traduzione e note sulla traduzione (prima edizione, 31.01.2010)

L'autore della traduzione in italiano ringrazia molto Cosimo Marinosci (Università di Bologna) per la precisa ed attenta rilettura di controllo effettuata sullo scritto e le utili correzioni migliorative che ne sono derivate e Adriana Angelotti (Politecnico di Milano, Dipartimento BEST) per l'essenziale controllo effettuato specificamente sulla traduzione dei termini fisico-tecnici in italiano.

La traduzione si è riproposta di essere per quanto possibile letterale per ridurre le ambiguità di interpretazione nei passaggi di testo. Si è inoltre scelto di lasciare nella versione originale inglese tutti i listati dal programma e tutti i nomi di file, attributi etc. Questo in considerazione del fatto che il lettore italiano si troverà ad utilizzare le versioni in inglese di ESP-r e le versioni in inglese dei modelli di esempio. Per lo stesso motivo, le cifre decimali dei numeri reali sono state lasciate con il punto come separatore, conformemente alle esigenze del programma. (*Gian Luca Brunetti*)

Prefazione

Gian Luca Brunetti¹

Ho imparato tutto quello che so di ESP-r “con le cattive” – cioè nel modo più lungo.

Mi ero imbattuto nel sito dell’ESRU nel 1997, mentre stavo cercando per conto mio qualcosa che potesse risollevare le sorti della mia ricerca di Dottorato dell’anno precedente. Scoprii ESP-r negli stessi giorni indaffarati in cui scoprii il sistema GNU-Linux Debian. Le due cose lavoravano nella medesima direzione e mi fecero intuire l’esistenza di grandi possibilità.

Dopo questa scoperta, il mio primo problema fu, insomma... che non ero capace di installarlo, ESP-r. Ma anche dopo essere riuscito a installare Linux e a compilarci sopra ESP-r, dovetti prenderre atto di trovarmi ancora ben lontano dall’essere in grado di usarlo. I pezzi del puzzle ci misero anni ad andare a posto – anni di arresti e riprese. E il processo è ancora in corso.

Nel 1999 lessi da qualche parte che l’ESRU stava organizzando un corso di tre giorni gratis a Bratislava per l’est-Europa; e visto che ero a corto di soldi, giudicai che si trattava di un’opportunità che non dovevo assolutamente perdere. Ad ccogliere i partecipanti a Bratislava c’erano Jon Hand, Jan Hensen e Milan Janak, che furono molto amichevoli con tutti e fecero un grande e interessante lavoro. Ma sfortunatamente quell’opportunità non era in sincrono con i miei tempi: in quei giorni non stavo utilizzando ESP-r per qualcosa di specifico (mi stavo occupando di questioni correlate con il controllo climatico degli spazi aperti) e ne risultò - ne provo rimpianto - che da quella opportunità non ricavai tutto quello che potevo.

Dopo circa un anno lessi che ESP-r era diventato *open-source* e ne fui molto felice. L’avevo sperato. Dopo quell’accadimento, l’installazione sui sistemi Linux divenne più semplice. ESP-r iniziò a potere essere scaricato anche in versione precompilata. Poi apparve anche la versione per *Cygwin*.

Nel frattempo io continuavo ad avvicinarmi allo strumento a cerchi concentrici, sempre più stretti, senza però mai riuscire a capire come veramente funzionasse nelle sue linee essenziali. Fino al giorno in cui mi trovai nella situazione di dovere effettuare una simulazione termica molto importante per il mio gruppo di ricerca dell’epoca e, preso dalla disperazione, decisi di leggere il *Data Model Summary*, cosa che avevo sempre evitato. Fu allora che tutto mi divenne più chiaro.

Fu in gran parte la paura di fare fiasco che a suo tempo mi ficcò in testa le basi di ESP-r, partendo dal modo in cui erano organizzati i file. E fu appunto in particolare la lettura del *Data Model Summary* che mi fece realizzare che, visto che ESP-r è così interno alla filosofia di UNIX, e con così grande evidenza cresciuto dal basso verso l’alto (al contrario della maggior parte dei più importanti strumenti software oggi in uso), i file dei dati che esso usa e le sue funzioni sono così distribuiti che comprendere come i dati stessi sono conservati e aggiornati dà

¹ Gian Luca Brunetti, dr.arch., PhD; ricercatore, Politecnico di Milano, Dipartimento B.E.S.T.

un vantaggio decisivo per capire come il programma funziona e come perciò potrebbe essere usato.

Quando in seguito comparve sulla scena la prima versione del *Cookbook* scritto dal Dr Jon Hand, la mia prima reazione fu di invidia, per il fatto che le generazioni più giovani per l'apprendimento di ESP-r potessero contare su strumenti di supporto molto più completi di quelli ai quali io avevo avuto accesso. Solo in seguito l'invidia cedette il passo al sollievo (non sono del tutto sicuro di questo, in realtà).

Ora: io non sono un ricercatore di Fisica dell'edificio. Il mio campo è quello della Tecnologia dell'Architettura. Ma anche la ricerca nel campo della Tecnologia dell'Architettura può trarre grande giovamento dalla capacità di estrarre informazioni da uno strumento come ESP-r, che apre opportunità uniche di maturare una consapevolezza anche quasi intuitiva di come gli edifici si comportino a livello termico ancora prima che essi siano costruiti. (A questo proposito, non ho ancora smesso di meravigliarmi di quante informazioni utili si riescano a spremere in merito a soluzioni passive anche da modelli semplici - magari costituiti da una, due o tre zone, una rete di ventilazione e schermature solari - riferiti a spazi costruiti anch'essi semplici, ma significativi rispetto ai problemi di volta in volta da affrontare.)

Un aspetto alla cui luce ho avuto particolarmente modo di apprezzare la natura modulare di ESP-r è quello della fantastica flessibilità di interfacciamento di ESP-r con programmi esterni creati con linguaggi di scripting. Prerogativa che è dovuta alla semplicità di tale interfacciamento.

ESP-r non è dotato di una interfaccia di scripting che possa accedere alle proprie parti interne, ma tutte le sue funzionalità sono accessibili dalla shell, attraverso la riga di comando. Tutto quello che può essere fatto alla tastiera, può anche essere svolto da programmi che girano in parallelo con ESP-r, lo azionano. La conseguenza è che ESP-r può essere interfacciato con qualsiasi linguaggio di programmazione - purché questo abbia accesso alla shell. Caratteristica che quasi tutti i linguaggi di programmazione hanno.

Questo consente di costruire sopra o a fianco di ESP-r strumenti software anche, potenzialmente, complessi con i linguaggi di programmazione più agili e potenti, di alto livello, come Common Lisp, o Scheme, o Perl, o Ruby, o Python, basandoli sull'interazione tra ESP-r e la shell, senza che vi sia necessità di arrischiarsi in operazioni di modifica del codice sorgente di ESP-r.

Al momento in cui scrivo, non tutti i capitoli del *Cookbook* sono ancora stati scritti e io aspetto con impazienza che l'autore li pubblichi. Molti argomenti riguardanti ESP-r rimangono per me ancora inesplorati e la lista delle parti che mi sono oscure si allunga man mano che la mia esperienza aumenta.

Io mi auguro fortemente che la traduzione del *Cookbook* possa aiutare a diffondere l'uso di ESP-r nelle Facoltà di Architettura e Ingegneria in Italia.

La triste verità è che negli ultimi anni non sono riuscito ad indirizzare un solo studente verso l'uso di ESP-r (a mio discolpa posso addurre il fatto che, come ho detto, non mi occupo direttamente di fisica dell'edificio). Fino a pochi anni fa, del resto, difficilmente avrebbe potuto essere altrimenti. Non potevo certamente aspettarmi che qualche studente di Architettura potesse sopportare le difficoltà che ho sopportato io per imparare le basi dello strumento, a meno che non lo scegliesse per propria libera iniziativa. Ma adesso che ESP-r è così più facile

da installare e che il *Cookbook* è apparso sulla scena, non ci sono più scuse, secondo me, perché esso non possa essere proposto come uno strumento di apprendimento e di simulazione sia agli studenti, sia ai professionisti italiani.

E' stato scritto da studiosi delle scienze informatiche che tutti dovrebbero essere in grado di programmare un computer² e che i programmi dovrebbero essere scritti non solo per essere fatti "girare", ma anche per essere letti,³ perché questo favorirebbe lo sviluppo del pensiero logico. Io penso la stessa cosa sulla simulazione ambientale per i progettisti architettonici. Sono convinto che (a) idealmente ogni progettista di architetture dovrebbe essere in grado di mettere le mani su uno strumento di simulazione termica in regime dinamico come ESP-r e (b) i modelli di simulazione ambientale dovrebbero essere concepiti non solo per essere processati dai programmi, ma anche per essere letti dagli uomini, e che questo potrebbe fare molto bene alla progettazione architettonica. Mi sembra questa anche la posizione che l'autore Jon Hand prende nel *Cookbook*, costantemente evidenziando la necessità che i modelli soddisfino la condizione di risultare comprensibili agli altri.

Ci si può infine chiedere: vale la pena di tradurre oggi un libro tecnico dall'inglese all'italiano? La mia esperienza mi suggerisce di sì. Ho visto spesso studenti e professionisti in difficoltà con le traduzioni dall'inglese. Detto questo, la presente traduzione non ha l'obiettivo di costituire uno strumento di supporto autosufficiente, ma quello – più subdolo - di attirare il lettore casuale e catturarlo all'interno dell'interesse per lo strumento (e per la simulazione ambientale in generale) prima che egli faccia in tempo a rendersene conto. E dopo ciò, di incoraggiarlo all'uso dell'inglese tecnico per proseguire la strada iniziata.

Lo stile colloquiale, amichevole e spesso umoristico che Jon Hand adotta nel *Cookbook*, insieme al fatto che il libro è pieno di informazioni utili, mi rende ottimista su questa possibilità.

Gian Luca Brunetti.

Milano, 31 Gennaio 2010; 4 marzo 2012.

² Vedi per esempio: M. Felleisen,, R.B. Findler, M. Flatt, S. Krishnamurthi, *How to Design Programs: An Introduction to Programming and Computing*, The MIT Press, Cambridge, Mass. 2001, Prefazione.

³ Cfr. H. Abelson, G.J. Sussman, con J. Sussman, *Structure and Interpretation of Computer Programs*, The MIT Press, Cambridge, Mass. 1996, Prefazione alla prima edizione.

1 Introduzione

Il processo progettuale procede sulla base della convinzione che il gruppo progettuale sappia come il progetto corrente soddisfi i bisogni del cliente. Gli schizzi indicanti interazioni di calore, luce e movimento dell'aria sono affermazioni di convinzione. La simulazione può essere usata per testare le convinzioni del gruppo progettuale.

Per esempio, alcuni architetti e ingegneri operano nell'assunto che l'edificio abbia bisogno di un intervento meccanico. Questo assunto è giusto? Piuttosto che presupporre che gli edifici non funzionino, testiamo quanto spesso gli edifici funzionano abbastanza bene da soddisfare i bisogni dell'occupante senza intervento meccanico.

Molti metodi di progettazione si focalizzano su condizioni estreme e ignorano cosa succede in altri momenti. Qual è il costo di ciò? Invece di ignorare le stagioni di transizione, esploriamo la natura della risposta dell'edificio a questi pattern passeggeri del clima e, attraverso una comprensione del pattern dei fabbisogni, progettiamo un regime di controllo ambientale che funzioni bene in scenari caratterizzati da fabbisogni energetici parziali e intermittenti.

Alcuni metodi di progettazione assumono che i cambiamenti dettati dall'*ingegneria basata sulle cifre* abbiano poco o nessun impatto sui sistemi e sulla risposta di controllo o sui costi di gestione o sul comfort. Il buon senso tramandato suggerisce che sia un assunto molto rischioso.

Benché noi possiamo testare se una certa variante di progetto alteri criteri di prestazione che sono importanti per il cliente, intraprendere questa analisi ha un costo.

Abbiamo bisogno di criteri che ci guidino per determinare quando una variante richiede attenzione, come potremmo approcciare questa analisi, come impiegare al meglio strumenti numerici, come interpretare i dati prestazionali e poi tradurre nel mondo reale ciò che impariamo.

Imparare come usare gli strumenti di simulazione per supportare decisioni progettuali e per la ricerca è tendenzialmente possibile attraverso tre strade: la strada del mentore, la strada del seminario e la strada dell' *hic sunt leones*.⁴

La strada del mentore funziona eccezionalmente bene ed è un modo efficiente, anche se non particolarmente economico, per acquisire la capacità e la padronanza di tattiche necessarie per applicare la simulazione a progetti reali.

⁴ Da Wikipedia: "In origine, la locuzione latina "hic sunt leones" (in italiano, *qui ci sono i leoni*) compariva sulle carte geografiche dell'antica Roma e successive in corrispondenza delle zone inesplorate dell'Africa e dell'Asia. La frase stava ad indicare che non si sapeva cosa si trovasse in quelle lande sconosciute, a parte il fatto che erano abitate da belve (alle quali occorreva prestare attenzione)". NdT.

I seminari sono un altro modo di approcciare con successo l'educazione alla simulazione. Due o tre giorni di sessione iniziale, seguiti da seminari su argomenti avanzati ed email occasionali, consentono a molti praticanti di usare produttivamente la simulazione.

Entrambi questi approcci sono basati su un contatto personale con un esperto e su interazioni tese alla dimostrazione, alla esperienza assistita e a conversazioni per l'acquisizione di conoscenza.

Molti praticanti contano su mentori o seminari per tenersi aggiornati man mano che lo strumento evolve e per esplorarne nuove funzioni. La documentazione tende ad essere in ritardo rispetto all'evoluzione degli strumenti di simulazione e molte operazioni di minore importanza per l'utente possono non essere ben documentate o documentate in modo accessibile solo da esperti nella programmazione.

Ciò che state leggendo adesso (e il volume di esercizi che lo accompagna) è rivolto primariamente a coloro che si avventurano sulla strada di confrontarsi con i *leones*. Esso è stato anche usato come supporto per seminari insieme al volume di esercizi.

Il *Cookbook* cerca di essere generico nella sua discussione. Come suggerisce il titolo, dove servono esempi specifici, essi sono basati sulla suite ESP-r. Alcuni blocchi di testo vanno bene solo per ESP-r e occasionalmente potrete notare la seguente icona.



Se state leggendo lo scritto dal punto di vista di un'altra applicazione, da lì saltate alcuni paragrafi.

Il *Cookbook* include anche sezioni di interesse per gruppi di supporto tecnico e super-esperti di computer. Questi passaggi sono segnalati con la seguente icona.



Se avete scaricato una delle distribuzioni precompilate di ESP-r per Linux (la maggior parte delle distribuzioni), Mac OSX, Windows (con l'interfaccia grafica – GUI - nativa), o Cygwin (emulazione sotto Windows) dal sito dell'ESRU “<http://www.esru.strath.ac.uk>” o acquisito il codice sorgente dall'archivio del codice attraverso il comando da super-esperti (su una linea):
`svn checkout https://esp-r.net/espr/esp-r/branches/development_branch`
e compilato la vostra versione: la maggior parte delle istruzioni di cui si ha bisogno per ottenere una distribuzione funzionante possono essere trovate alla pagina del download. Istruzioni aggiuntive sono incluse nei sorgenti ed esistono liste di discussione che possono fornire informazioni ulteriori.

E le pagine di download di ESP-r non vi dicono realmente molto cosa fare una volta che anche voi abbiate ESP-r sul vostro computer. Questa affermazione è probabilmente applicabile alla maggior parte dei produttori di software. Naturalmente, poi ci sono *Cookbook* ed esercizi sul web e manuali che si avvicinano alle proporzioni di un elenco del telefono.

La maggior parte dei produttori hanno attraversato una fase in cui *erano convinti* che i *Cookbook* sul web avrebbero soppiantato mentori e seminari.

Secondo l'autore, le pagine web funzionano peggio del percorso mentore/seminario. Il presente *Cookbook* è un tentativo di colmare questo vuoto. Esso trae spunto, come anche lo stesso ESP-r, da osservazioni di praticanti che cercano di supportare in tempo reale analisi di questioni del mondo reale.

Gli strumenti di simulazione quasi sempre sono distribuiti con una larga dotazione di modelli esemplificativi di due tipi: modelli astratti composti per illustrare semantica e sintassi dello strumento; e modelli derivati da progetti di consulenza focalizzati su specifici problemi progettuali.

Il primo tipo è usato dai novizi per prendere confidenza con lo strumento di simulazione, Il secondo da coloro che cercano esempi di buone pratiche di modellazione. I produttori non sempre rendono chiaro che cosa è cosa.

I modelli di esempio contengono abbondanti informazioni *per coloro che sanno cosa stanno cercando*, per coloro che non si scoraggiano e per coloro che li usano come *materiali di riferimento* nel contesto di un seminario o nel processo di apprendimento guidato da un mentore. Per questi utenti un modello di esempio funziona come:

- un meccanismo per esplorare lo strumento (per esempio, per imparare dove trovare informazioni a proposito di dove trovare informazioni sui controlli ambientali, sulla composizione dei muri...);
- un meccanismo per esplorare la sequenza delle operazioni necessarie per compiere un'analisi e riallinearsi a specifici livelli di prestazione;
- un meccanismo per esplorare cambiamenti incrementali nella descrizione del modello e le implicazioni di tali cambiamenti.

Creare un modello da zero con una attenta supervisione e con ricettività di opinioni circa l'approccio preso riduce la presenza di incontri con i *leones*. Nei seminari dell'ESRU il primo modello di quasi tutti i primi partecipanti funziona correttamente la prima volta che viene simulato.

Ciò che stai leggendo è un'elaborazione a partire da un seminario esistente e da anni di attività da mentore, riadattati per la risoluzione della pagina stampata. Il suo obiettivo non è semplicemente quello di fungere da dizionario o riferimento, ma da guida di supporto per prendere decisioni progettuali in tempo reale fornendo informazioni reali, avanzando nonostante tutto tempo per una tazza di caffè alla fine della giornata.

Questo documento è scritto a partire dall'ipotesi che i lettori abbiano già una soddisfacente comprensione della fisica degli edifici e dei sistemi ambientali. E' in programma una futura versione del documento per coloro che abbiano delle opinioni meno precise nel merito. E per lettori che siano utilizzatori di altri strumenti, ci saranno molte cose utili anche nel caso in cui i dettagli di implementazione differiscano. Chissà, magari un giorno potrebbe esserci un *Cookbook per Energy Plus* o *EE4*.

Qualche parola sulle versioni di ESP-r

ESP-r è sotto sviluppo attivo. In un giorno possono verificarsi magari mezza dozzina di invii di software o documentazione o di aggiornamenti a modelli di esempio nell'archivio di ESP-r. Il *Cookbook* evolve con un passo più lento. Questa versione di ESP-r è stata aggiornata all'ultima

interfaccia di ESP-r, ma è probabile che questa corrispondenza sia imperfetta. Entità di interfaccia come Model Management -> browse/edit/simulate -> composition -> geometry & attribution potrebbero avere una sintassi differente.

Se non trovate una corrispondenza, guardatevi attorno cercando qualcosa di analogo.

Potreste anche notare che alcune immagini relative all'interfaccia nel *Cookbook* sono diverse da come appaiono nel monitor. Attualmente ci sono tre differenti interfacce per ESP-r. C'è l'interfaccia tradizionale X11, che getta le sue radici nel mondo di UNIX e Linux. C'è un *port* quasi completo di ESP-r verso una libreria grafica chiamata GTK. GTK è implementata in una dozzina di sistemi operativi e questo fa sì che ESP-r possa essere utilizzato come una applicazione Windows nativa eseguibile. Quest'ultima ha anche un aspetto più familiare e una volta che il *port* sia completato costituirà l'interfaccia primaria per ESP-r. La terza è una pura interfaccia testuale che tende ad essere usata per lavori guidati da *scripting* o per utilizzare ESP-r come un programma di calcolo in background per un'altra applicazione.

Guardate nell'*Appendice sulla Versione* per vedere l'aspetto delle finestre di dialogo nelle differenti interfacce.

Con l'eccezione dei programmi per l'esplorazione dei file, la sequenza dei comandi necessaria per intraprendere la maggior parte delle operazioni è quasi identica per tutte le interfacce. Dove le caratteristiche differiscono potrete vedere una delle seguenti icone seguita da istruzioni specifiche.



1.1 Approcci tattici

Dipendentemente dalle vostre preferenze personali, il prendere confidenza con uno strumento di simulazione comincia con l'esplorazione di modelli esistenti (in ESP-r sono chiamati esemplari) o nel contesto della creazione di un modello partendo da zero.

Se state prendendo il percorso della partenza da zero, prendetevi un taccuino e della carta su cui schizzare. Le sezioni seguenti esploreranno come si può usare ESP-r per arrivare a un modello di simulazione funzionante e ad acquisire un insieme crescente di capacità tecniche legate alla simulazione. Se usate una differente *suite* di simulazione, continuate a leggere. *Le tattiche possono quasi sempre essere applicate universalmente.*

Iniziamo con il decidere quale tipo di modello ci apprestiamo a costruire e *pianifichiamo il lavoro* così che sia commisurato alle nostre risorse. Questo è un *approccio tattico* alla simulazione che si concentra sul fare modelli concisi per rispondere alle domande dei nostri clienti senza rallentare il processo progettuale.

La prima tavola è un potente *carnefice di leoni*. I clienti ci fanno delle domande – ma quali sono le *domande che facciamo a noi stessi* quando pianifichiamo e poi componiamo i nostri mondi virtuali?

Tavola 1.1. Tattiche iniziali

Domande riferite al progetto	Domande riferite alla simulazione
Cosa vogliamo sapere del progetto?	Quali questioni termofisiche dovrebbero essere prese in considerazione nel modello?
Come faccio a sapere se il progetto funziona?	Quali prestazioni posso misurare per fondare il mio giudizio? Quale livello di dettaglio nel modello mi occorre per fare questo?
In quali modi il progetto potrebbe risultare non adeguato?	Quali condizioni al contorno e quale regime di operazione potrebbero costituire un test significativo?
Come posso accordare le informazioni che ho con i requisiti dello strumento?	Qual'è l'essenza del progetto in termini di forma, composizione, operazione e controllo? Quali interazioni essenziali vi è la necessità di rappresentare? Quali funzioni possono essere impiegate e quali capacità sono necessarie per utilizzarle?
Il nostro approccio va bene?	Posso schizzare il mio modello e spiegarlo ad altri?
Le previsioni prestazionali sono credibili?	Quali accertamenti possono essere intrapresi per acquisire fiducia nel modello? Che cosa ci si aspetta da un progetto al livello delle migliori pratiche?
Come posso fornire il maggior valore possibile per il mio cliente?	Cosa altro potrebbe chiarificare come funziona il progetto? Come potrebbero evolvere il progetto e il modello nel corso del processo progettuale? Cosa mi occorre sapere per lavorare ancora su questo modello dopo una pausa di quattro mesi?

Senza tattiche ci perderemmo la possibilità di fruire parte degli aspetti con valore aggiunto della simulazione che ci costa poco implementare, ma che producono benefici consistenti. Un approccio tattico ci consente di entrare pienamente *in controllo* dello strumento di simulazione.

I modelli di simulazione hanno un contesto entro il quale sono creati ed evolvono. Nella sezione seguente, le specifiche dei clienti e le domande progettuali formano il contesto. Sulla base di questo, decidiamo quale tipo di modello(i) la specifica implica, così come quale(i) analisi occorre per rispondere alle domande del cliente o ai nostri obiettivi di ricerca. Il plurale qui è intenzionale, perché i progetti reali sono iterativi e i modelli o evolvono o generano la generazione successiva di modelli.

1.2 Le specifiche del cliente

La presente sezione fornisce delle specifiche per il nostro modello. Essa è concepita per consentire una esplorazione delle scelte rispondenti alle buone pratiche nella pianificazione dei progetti di simulazione.



Indipendentemente dallo strumento di simulazione che state usando, c'è più di

un approccio per una data operazione. I seminari fanno uso di sequenze di operazioni che si sanno che funzionano. I mentori vi incoraggeranno a esplorare approcci alternativi. I manager destineranno del tempo per tali operazioni.

Questo progetto di simulazione iniziale riguarda una parte di un ufficio medico. La specifica del cliente è intenzionalmente chiara in modo da mettere in evidenza la dinamica di decisioni tipiche così come vengono prese nella pratica da gruppi di simulazione. I clienti hanno delle idee in merito a come funzionano gli edifici e la simulazione può essere un modo per confermare o confutare quelle convinzioni.

La figura 1.1 mostra la pianta e la sezione (guardando da est) dell'ufficio del professionista. La reception ha una copertura piana e la stanza delle visite ha una copertura inclinata con un lucernario verso nord.

La figura 1.2 è una prospettiva in *wireframe*⁵ (guardando da sud-ovest). Si noti la finestra a nastro a nord della reception e le due finestre a nastro sulla facciata sud.

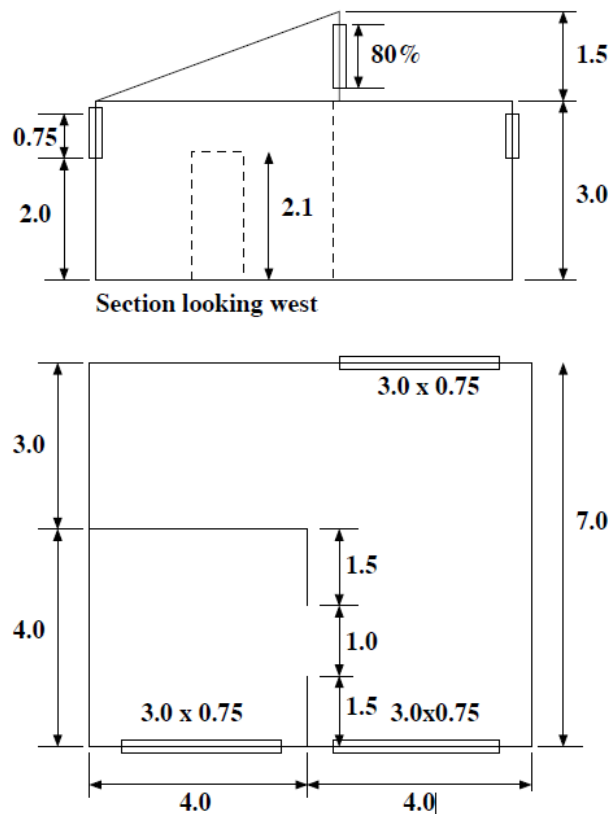


Figura 1.1. Pianta e sezione dell'ufficio.

⁵ A fil di ferro, NdT.

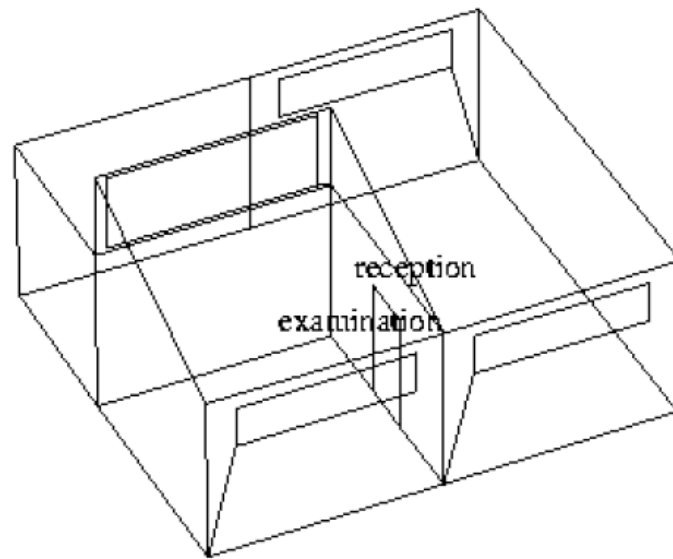


Figura 1.2. Vista prospettica in *wireframe* dell'ufficio.

La figura 1.3 è un rendering a colori (guardando da sud-ovest) creato esportando il modello di ESP-r a Radiance.

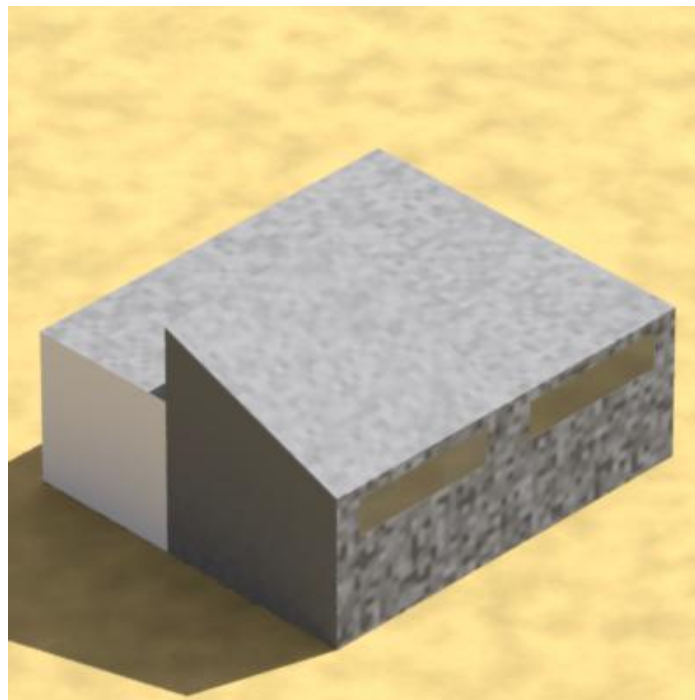


Figura 1.3. Vista sud-ovest dell'ufficio.

La figura 1.4 è una vista da nord-ovest attraverso la stanza delle visite. Le superfici bianche rappresentano muri che costituiscono delle partizioni per una parte dell'edificio che non è stata inclusa nel modello.

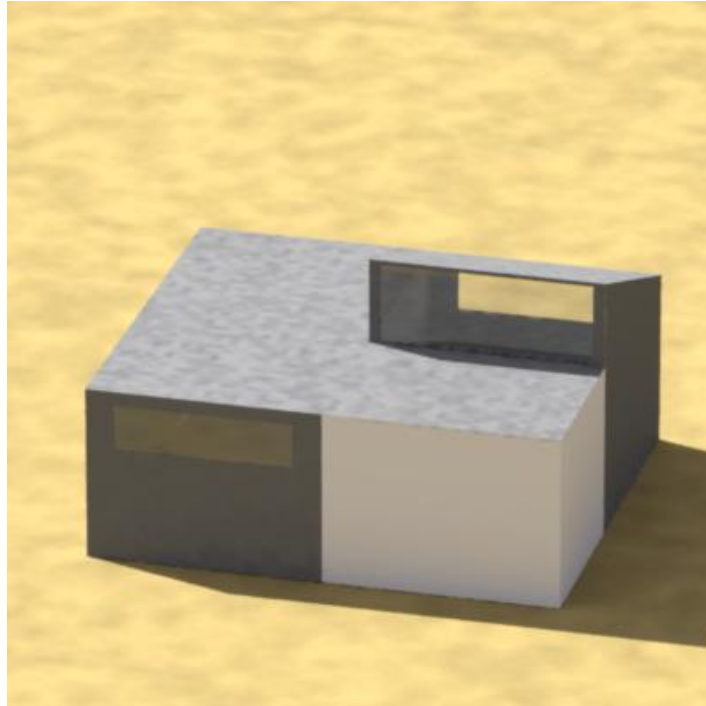


Figura 1.4. Vista nord-ovest dell'ufficio del professionista generico.



Questo progetto rappresenta **una parte** dell'ufficio di un generico professionista. Focalizzarsi inizialmente su una parte di edificio è una strategia efficace applicabile a quasi tutti gli strumenti di simulazione.

Il cliente indica che questo ufficio medico ha un notevole ricambio di clienti e che, in media, ci sono due persone nella stanza delle visite nel periodo compreso tra le 9.00 e le 16.00 nei giorni lavorativi della settimana (che producono 200 W di calore sensibile e 100 W di calore latente). La zona della reception serve altre parti dell'edificio che non sono incluse in questo modello e possono esservi fino a cinque persone. L'illuminazione nella reception è da 150 W dalle 8.00 alle 19.00 e non ci sono piccole fonti di calore in nessuna delle stanze, per quanto concerne il modello.

La temperatura oltre la quale è attivato il riscaldamento (*setpoint*) è 20 °C e quella oltre la quale è attivato il raffrescamento è 23 °C dalle 9.00 alle 17.00 durante i giorni lavorativi; e 15 °C nei fine settimana, come protezione contro la brina. Il cliente non ha opinioni specifiche su come ottenere questo.

ESP-r, a differenza di altre suite di simulazione, include sia “controlli ideali di zona”, sia descrizione di sistemi ambientali basata su componenti. In questo esercizio inizieremo con una descrizione minimale e assumeremo che sia il riscaldamento, sia il raffrescamento saranno

forniti in modo convettivo. ESP-r chiede una stima iniziale della potenza di riscaldamento e raffrescamento, ma manterremo il nostro focus sul fabbisogno.



Domande da chiedersi sulla funzione di auto-dimensionamento:

- a) qual'è (sono) la(e) condizione(i) e il (i) regime(i) associati alle condizioni di picco?
- b) quali metodi sono usati per analizzare le dipendenze tra componenti quando vengono dimensionati i componenti stessi?
- c) quali criteri sono usati per determinare quale sub-set di dimensionamento ottimale dei componenti funziona meglio?
- d) quale criterio si potrebbe adottare per confermare le dimensioni suggerite?



I componenti possono *sembrare* non-ambigui. Siate scettici fino a che potete avere conferma del fatto che essi corrispondono alle vostre aspettative.

Tornando al nostro modello iniziale. Anche il miglior edificio ha infiltrazioni d'aria. C'è una discussione sui flussi d'aria nelle sezioni successive. Per ora adottiamo l'assunto iniziale che ci siano 0.5 volumi di infiltrazioni d'aria all'ora a tutte le ore.

1.3 Domande progettuali

Il cliente vuole sapere quali sono i tipici dati relativi al fabbisogno per il riscaldamento, alla potenza dell'impianto di riscaldamento, ai requisiti per il comfort termico in inverno e in estate, se vi sia probabilità di surriscaldamento e se la distribuzione dell'illuminamento vada bene.

Per rispondere a queste domande, abbiamo bisogno di un modello che rappresenti la forma generale, la composizione materica e l'uso descritto nelle specifiche del cliente. Non c'è bisogno che sia particolarmente dettagliato. Il nostro obiettivo è di mantenerne il volume degli spazi, l'orientamento, l'area, la distribuzione della massa e la forma generale delle superfici delle stanze.

Esamina la Tavola 1.1. Se il cliente ha posto domande differenti, la natura dell'analisi può essere anche differente.

Quindi, a quale tipo di analisi risponderà la domanda attorno ai fabbisogni tipici per il riscaldamento e il raffrescamento, circa la potenza degli impianti e il comfort? Se non stessimo ragionando tatticamente, potremmo effettuare una simulazione annuale e poi impantanarci nello scorrere i risultati alla ricerca di informazioni utili.



Un *approccio tattico* limita la quantità di informazioni con la quale abbiamo a che fare, così che il modello e le sue prestazioni risultino più facile da *comprendere* e che il *carico* dell'assicurazione della qualità risulti ridotto. Guardiamo prima ai pattern stagionali per mettere in evidenza questioni prestazionali. I computer possono processare un anno in pochi secondi, ma i costi del personale dedicato alla simulazione legati all'assicurazione della qualità sono maggiori.

L'obiettivo chiave iniziale è supportare la nostra *comprensione delle prestazioni* guardando i pattern rilevabili in un insieme limitato di dati e così essere in grado di individuare le manchevolezze del nostro modello e - il prima possibile - le opportunità di miglioramento del progetto (o delle specifiche del cliente).

Valore aggiunto: il cliente non l'ha chiesto, ma controllare le prestazioni tipiche della primavera e dell'autunno, che possono fornire informazioni utili al gruppo di progettazione, richiede poco sforzo.

Un'altra tattica è quella di definire criteri di *misurazione delle prestazioni* (cioè quello che possiamo misurare nel nostro mondo virtuale) nei primi stadi del processo. Alcune misure, per esempio il bilancio energetico di un edificio, possono contribuire alla nostra comprensione del progetto e altre misurazioni, per esempio legate al comfort termico, possono contribuire a creare dei rapporti informativi per altri nel gruppo di progettazione.

I seminari di ESP-r tipicamente dedicano molto tempo a esplorare questioni relative alle prestazioni edilizie quanto ne dedicano alla creazione di modelli. Le suite di simulazione che non includono funzioni per la simulazione interattiva includeranno un linguaggio descrittivo per specificare quali misurazioni di prestazioni sono da rilevare durante l'esecuzione di ciascuna analisi – e in tal caso occorrerà imparare quel linguaggio!

Le unità di misura per il fabbisogno energetico relativo alla parte considerata di edificio sono i kWh per il riscaldamento e il raffrescamento (integrati nel corso della settimana) e per la potenza i kW di picco.

Per essere sicuri che il pattern relativo ai fabbisogni energetici sia ragionevole, vogliamo rappresentarlo graficamente. Perciò assieme a una tavola dei fabbisogni e delle potenze potremmo includere questa rappresentazione nel nostro rapporto, se risulta di interesse.

La temperatura risultante è una comune misura del comfort. Un rapporto sulla distribuzione (*frequency bin*, NdT) di temperature risultanti durante i periodi di occupazione informerebbe il cliente sulla distribuzione del comfort. Per nostro uso, vogliamo anche verificare il numero delle ore in cui la temperatura è superiore a 24 °C e rappresentare graficamente le temperature. Se ciò si dimostra interessante, potremmo anche includerlo nella nostra relazione.

Per rispondere alla domanda sull'illuminazione naturale, possiamo guardare i fattori di luce diurna su una griglia in ciascuna camera. Per costruire un modello che risponda a domande sulle prestazioni sia termiche, sia luminose dobbiamo decidere quanta risoluzione geometrica sia necessaria. Nel caso dei fattori di luce diurna, il livello di dettaglio occorso per l'analisi termica dovrebbe essere sufficiente. Se si dovesse analizzare l'abbagliamento, il modello dovrebbe includere dettagli geometrici aggiuntivi. Più avanti prenderemo in considerazione tattiche per anticipare probabili domande sulle prestazioni.

Suggerimento: scrivetevi queste decisioni: le riprenderemo in considerazione quando il progetto avanzerà per assicurarci di stare seguendo il programma stabilito.

1.4 Progettazione del modello

Prendete la carta e il taccuino e tenete il laptop chiuso, per ora. La preprocessazione dell'informazione e lo schizzo della composizione materica del nostro modello ci consentiranno di limitare gli errori e renderanno più facile agli altri capire cosa vogliamo creare e, dopo che l'avremo fatto, ci consentiranno di controllare che tutto ciò sia corretto. Questa regola si applica sia nel caso in cui ci apprestiamo a importare dati CAD, sia nel caso in cui ci apprestiamo ad usare le funzioni CAD proprie del nostro strumento di simulazione.

Questo fa risparmiare anche tempo ed elimina un'altra possibile fonte di errore, se noi convertiamo le dimensioni orizzontali e verticali importanti (come quelle mostrate nella figura 1.1) in coordinate del modello e le includiamo nei nostri schizzi progettuali. Ciò risparmia la necessità di saltare dalla tastiera a una calcolatrice nel corso della definizione del modello ed è di aiuto nell'assicurazione della qualità.



I programmi dotati di interfaccia amichevole **non** riducono la necessità di pianificazione o di una solida assicurazione della qualità. Essi rendono semmai ancora più importante guardarsi dalla

complessità non necessaria. Chiamiamo questa cosa *evitare la faccia oscura*.

Un esercizio legato alla progettazione del modello è incluso nel libro *Esercizi del Cookbook* all'interno dell'Esercizio 1.

1.5 Coordinate del modello

I praticanti inesperti spesso procedono sotto l'assunto che l'input geometrico prenda la maggior parte del tempo di progetto. Ma i "simulatori" stagionati sanno che la geometria prende circa un terzo del loro tempo dedicato a un progetto e maturano strategie per aiutarsi a ridurre il tempo impiegato per creare e controllare le entità geometriche (così da avere il tempo e l'attenzione necessaria a sfruttare le occasioni di alto valore aggiunto che possono presentarsi). Un utente esperto può creare modelli con gruppi di zone termiche che si combinano correttamente al primo tentativo. Queste capacità possono essere acquisite con il tempo. Ma noi dobbiamo imparare a camminare prima di correre, e il nostro obiettivo iniziale è quello di creare un modello corretto a tre zone per l'ufficio del medico. Nei seminari, nove partecipanti su dieci creano modelli che si comportano correttamente nelle simulazioni al primo tentativo. Se richiesti, la maggior parte di essi è in grado di ricreare questo modello con minimo supporto e in un tempo del 25-35% minore. Così, anche se un utente esperto supera in velocità un novizio, le buone pratiche assicurano che anche un novizio possa produrre modelli utili. L'approccio che seguiamo per creare la forma del modello è altrettanto dipendente dalle *domande* a cui vogliamo rispondere con il modello quanto lo è dalla specificità dei *blocchi costruttivi* e delle funzioni di input che sono offerte dalla suite di simulazione.

- le domande riguardanti il comfort, i fabbisogni e le potenze in situazioni di picco e in situazioni climatiche moderate richiedono solo una risoluzione geometrica modesta, come per esempio quella descritta dal corretto volume nello spazio e dalla posizione approssimata delle porte e delle finestre;
- le domande relative al comfort in una posizione specifica richiedono una risoluzione geometrica maggiore, specialmente se è probabile che le temperature su una superficie varino;
- le domande riguardanti il comfort visivo richiederanno una risoluzione maggiore per le facciate e potrebbero inoltre richiedere che si prendano in considerazione l'arredo nei vani e le schermature e ostruzioni solari all'esterno di esse;
- le questioni riguardanti la distribuzione della temperatura dell'aria in uno spazio fisico potrebbero richiedere che essa sia rappresentata da più di una zona termica o che includa un dominio CFD;
- le domande riguardanti le prestazioni solari termiche passive potrebbero richiedere un livello superiore di dettaglio geometrico e costruttivo per analizzare l'influenza della massa e della distribuzione della radiazione solare.

Ciascuna di queste questioni richiede che noi prima di tutto consideriamo i processi fisici sottostanti l'analisi. In secondo luogo, è necessario che noi cerchiamo entità rilevanti nei blocchi edilizi disponibili. E in terzo luogo dobbiamo considerare quale risoluzione applicare alle entità all'interno del nostro modello.

Per esempio, un progetto solare passivo sarà sensibile al calore accumulato nelle chiusure della stanza come ai dettagli delle superfici vetrate nelle facciate, e alle partizioni con vani adiacenti. La temperatura superficiale in una superficie irraggiata dal sole in modo diretto può essere molto elevata. Per capire dove la radiazione solare cade nella stanza nei diversi momenti dell'anno possiamo creare un modello semplice e poi verificare che cosa vediamo in wireframe in diversi momenti dell'anno. Il nostro scopo in questo caso sarebbe verificare se abbiamo bisogno di suddividere le superfici per riflettere meglio le differenze di temperatura in parti di vano soleggiate e non soleggiate. Possiamo poi fare una variante della zona con maggiore risoluzione geometrica e confrontare le temperature superficiali previste.

Come regola generale, la progettazione di modelli dovrebbe assicurarsi che il volume d'aria si avvicini al valore corretto, che l'area delle superfici sia corretta e che la massa nei vani sia distribuita in modo appropriato.

Nell'ufficio del dottore le finestre non sono grandi e le questioni sono di tipo generale, e quindi l'esatta posizione delle finestre non è critica (ma non costa niente posizionarle in modo accurato).

Le dimensioni mostrate in figura 1.1 dovrebbero essere facili da rappresentare. Guardando più da vicino, non c'è indicato uno spessore, e così i criteri usati per arrivare alle dimensioni non sono chiari. Se tu avessi ricevuto il compito di determinare le dimensioni a partire da informazioni fornite dal cliente, sarebbe utile fare riferimento a un insieme di regole.

- Dove il volume dello spazio è grande rispetto allo spessore della facciata e dove la complessità della facciata è modesta, è cosa comune prendere le misure a partire dalla faccia interna delle pareti esterne.
- Misurare le partizioni a partire dalle loro facce è cosa comune dove le coordinate siano prese da disegni CAD, mentre quando sono prese da schizzi di solito si misurano dal loro asse centrale.
- Le cavità sottotetto o i solai aerati aventi poco o nessun movimento dell'aria sono spesso rappresentati come strati d'aria nella costruzione. Quando è probabile che vi sia movimento d'aria o quando nella cavità si verificano guadagni termici significativi, tale parte del vano può essere meglio rappresentata come una zona termica separata.
- Quando le distanze tra soffitto (inferiore) e solaio (superiore) aumentano, ha senso prendere le coordinate di altezza letteralmente e separare geometricamente i livelli negli edifici.

Ci sono modelli di esempio in ESP-r che hanno zone su ciascuna parte di una partizione su uno stesso piano e ci sono altri modelli che hanno zone separate nello spazio. Nella maggior parte degli strumenti di simulazione si tratta di una questione di preferenza personale, perché il flusso termico tra zone è determinato da relazioni specifiche: "partn_cor" nella zona "office" è connessa a "partn_off" nella zona "corridor", che sono separate dalla definizione geometrica.

La maggior parte degli strumenti di simulazione rappresentano la geometria con poligoni e rappresentano la loro composizione materica separatamente. Le visualizzazioni wireframe spesso presentano i modelli come se avessero poco o nessuno spessore. Per parti costruttive moderne (sottili), la visualizzazione wireframe può fornire un'immagine che consente di dimenticarci che le pareti vere hanno uno spessore.

Considerando per esempio la costruzione dell'ufficio in figura 1.5, ci sarà poco o nessun cambiamento nelle previsioni nel caso in cui si usi la linea centrale delle pareti o la sua posizione reale. Poiché nella partizione ci sono porte, c'è un argomento forte a favore dell'adozione della linea centrale: evitare la confusione visiva.

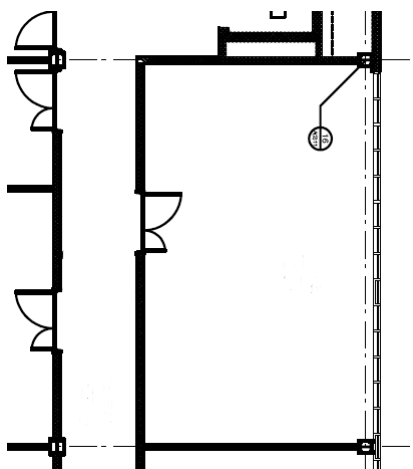


Figura 1.5. Pianta di un edificio moderno.

All'altro estremo, gli edifici storici possono avere pareti esterne e partizioni che variano consistentemente in spessore e che hanno spessore sostanzialmente diverso da quello delle porte. In figura 1.6 le facce interne ed esterne sono sfaccettate e la forma della zona attorno alla finestra influenza la distribuzione della luce nel vano. Alcune partizioni sono sufficientemente sottili da essere trattate come linee centrali e altre suggeriscono una separazione delle zone termiche.

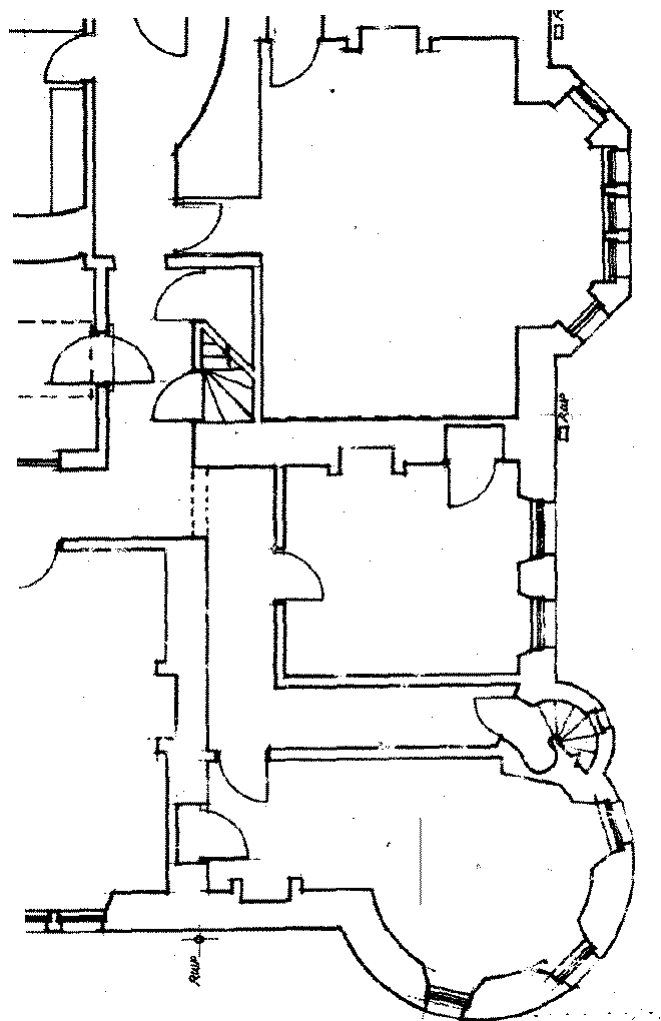


Figura 1.6. Pianta di un edificio storico.

Tradurre la planimetria dell'edificio storico in un modello richiedeva che venissero prese alcune decisioni per rappresentare in termini di flussi termici monodimensionali un edificio che sostanzialmente costituisce un caso di flusso termico tridimensionale. Il risultato, mostrato nella figura 1.7, mantiene nella sostanza il volume e la posizione degli spazi a qualche discapito della forma dell'edificio. Le partizioni sottili sono tracciate dalla linea centrale. Alcuni dettagli della pianta sono stati tralasciati e gli spazi minori sono stati amalgamati in vani adiacenti.

Avendo schizzato su un foglio sovrapposto quello che volevamo rappresentare, la creazione vera e propria della forma iniziale estrusa delle stanze è stata effettuata in qualche minuto attraverso la funzione "click-on-bitmap".

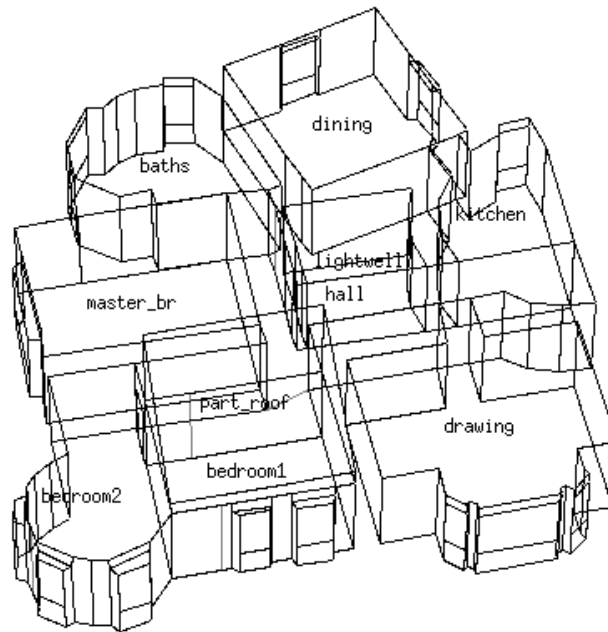


Figura 1.7. Modello di un edificio storico.

E' poi stata adattata la geometria del modello in corrispondenza degli architravi e dei davanzali delle finestre e sono state inserite le porte.

Quando le superfici sono state attribuite, la costruzione associata è stata selezionata per dare conto delle sezioni locali.

Una ulteriore discussione sulle opzioni per l'interpretazione di progetti tridimensionali complessi e sulla loro riduzione a modelli appropriati è presente nel capitolo 4.

Il *Cookbook* tratta l'arte di comporre modelli che siano specificamente adeguati alle necessità del processo progettuale. Non tutti i progetti sono esigenti come l'edificio storico. C'è arte anche nel creare modelli che siano adeguati per il tipo di domande generali in gioco nell'ufficio del medico nell'esempio considerato. Mentre progettiamo il modello possiamo chiederci:

- i pattern relativi alla temperature e al riscaldamento cambierebbero se il volume fosse aumentato dello spazio del muro?
- se una finestra fosse abbassata di 5 cm, entrerebbe più radiazione solare nella stanza?
- è necessario includere nel modello il telaio delle finestre?
- è necessario includere nel modello l'arredo dei vani?

La nostra preoccupazione essenzialmente è di assicurarci che l'incertezza nel modello sia ridotta fino al punto in cui risulti improbabile che essa possa influire su una decisione progettuale. Ciascuno dei punti di cui sopra potrebbe infatti essere testato creando varianti del modello e poi guardando le differenze di prestazioni. Ci sono molti gruppi di simulazione che

hanno intrapreso questo tipo di studi parametrici per arrivare al loro *insieme di regole*. Per questo esercizio iniziale la regola è: *tieniti sul semplice*.

L'asse X in ESP-r è verso est e l'asse Y è verso nord. La maggior parte degli utenti trovano ragionevole tenere il modello in coordinate positive, definirlo usando le principali direzioni cardinali e poi ruotarlo e trasformarlo per riflettere le condizioni sul sito.

La figura 1.8 mostra le coordinate critiche (X,Y) derivate dalla figura 1.1. Per semplificare la nostra operazione, supponiamo che l'origine del modello si trovi in corrispondenza dell'angolo in basso a sinistra della sala delle visite. I punti critici da segnare sul vostro taccuino sono 0.0(terra), 2.0 (davanzale finestra), 3.0 (soffitto), 4.5 (sommità della copertura inclinata).



Figura 1.8. Dimensioni critiche ricavate dalla pianta.

1.6 Come è utilizzato l'edificio

La nostra prossima operazione nel processo di progettazione è trattare il modo in cui l'edificio è usato (in relazione ai programmi orari d'uso relativi agli occupanti, alle luci, alle apparecchiature). Le specifiche del cliente devono essere trasformate in un programma orario. L'utente esperto schizzerà il programma orario giornaliero o registrerà il tempo e il valore per ciascun dato di guadagno gratuito riferito a ciascun tipo di giorno, come avrà fatto per le coordinate.

Così come è importante definire un livello appropriato di dettaglio geometrico, i programmi orari possono essere piegati per testare le caratteristiche prestazionali in una singola

valutazione. Perché darsene la pena? Perché un impegno di qualche minuto può dare indicazioni anticipate su come l'edificio può essere non sufficientemente performante o su come risponde l'involucro.

Un'altra ragione è che la descrizione "tutto il personale è qui tutto il tempo e le fotocopiatrici hanno una coda di stampa lunga come l'elenco del telefono" non corrisponde a come gli edifici sono usati.

Quella di prendere in conto un estremo di questo tipo potrebbe essere un'indagine secondaria, ma non ha corrispondenza nella situazione operativa principale.

La stanza per le visite e la reception hanno un programma di fruizione oraria che include qualche variazione. Per esempio, c'è un'ora di pranzo e c'è un aumento e una riduzione dei guadagni termici all'inizio e alla fine della giornata lavorativa, per rappresentare l'intervento del personale delle pulizie la mattina e dei ritardatari alla chiusura del lavoro. In tutti e due i casi, ci sono periodi durante la mattina e il pomeriggio con guadagni termici massimi, così da portare in gioco questioni relative alla potenza e al possibile surriscaldamento.

ESP-r rappresenta i guadagni gratuiti come programmi orari riferiti a ciascun tipo di giorno definito. Per default ci sono giorni feriali della settimana (*weekdays*, NdT), sabato e domenica. Per questo esercizio atteniamoci a un set di default di giorni tipici.

Si possono raccogliere tutti i guadagni gratuiti per obiettivi di rapporto finale o usare fino a tre tipi separati di guadagni gratuiti. Tipicamente, il primo tipo di guadagno gratuito è per gli occupanti, il secondo è per le luci e il terzo è per le apparecchiature.

Ciascuno dei giorni tipo ha uno o più periodi associati a ciascun tipo di guadagno gratuito. I periodi non dovrebbero sovrapporsi e dovrebbero coprire l'intera giornata (dalle ore 0 alle 24). Ciascun periodo ha un carico termico sensibile (in W) e uno latente (in W); e il calore sensibile è per una certa frazione di tipo radiante e per la rimanente parte convettivo.

Nella reception, i guadagni gratuiti degli occupanti sono 80 W dalle 7 alle 8, 240 W dalle 8 alle 9 e dalle 12 alle 14 e 400 W dalle 9 alle 12 e dalle 14 alle 17. In questo esercizio, i carichi nella reception si assumono essere metà dei carichi sensibili. Si consideri cosa potrebbe succedere in tali spazi. Qual è il guadagno latente di alcune tazze di tè o di una tinozza bollente?

In questo esercizio faremo come se i guadagni gratuiti avessero una componente convettiva del 50%. In un progetto reale si userebbero i valori appropriati per il tipo di occupante, luce o apparecchiatura.

Il campo note lascia spazio per annotazioni e per considerazioni sulla finalità dei dati. Tali note aiutano gli altri a decodificare i numeri contenuti nei programmi orari e sono una parte essenziale del processo per l'assicurazione della qualità. Quando la nota entra nel merito di quanta gente o luci producano i guadagni considerati, in caso di necessità risulta poi possibile variare tali valori con un fattore di scala.

Durante il progetto del modello schizza il pattern dei vari guadagni gratuiti per ciascuno dei giorni tipici indicando i differenti periodi e l'entità dei guadagni.
--

Questa informazione potrà poi essere usata quando si inseriranno i dati e nel controllo dell modello. Gli schizzi fanno risparmiare tempo. Fà una prova con i dati descritti sopra e compara quello che avrai ottenuto con la figura 1.9 per la reception e la figura 1.10 per la stanza delle visite.

Questa panoramica su come è usato l'edificio costituirà il tuo materiale di riferimento per la maggior parte della discussione sulle pratiche di lavoro nel capitolo 5.

Se vuoi esplorare una varietà di orari relative a tipi di edifici differenti, esplora gli esempi di modelli e concentrati su come vi sono trattati i programmi orari. Benché non discusse nel *Cookbook*, ci sono opzioni aggiuntive per definire programmi orari di maggiore complessità. Per esempio, c'è una funzione-dati del programma basata su passi temporali (*time-steps*, NdT) corti che consente di specificare i guadagni gratuiti per ciascun passo temporale.

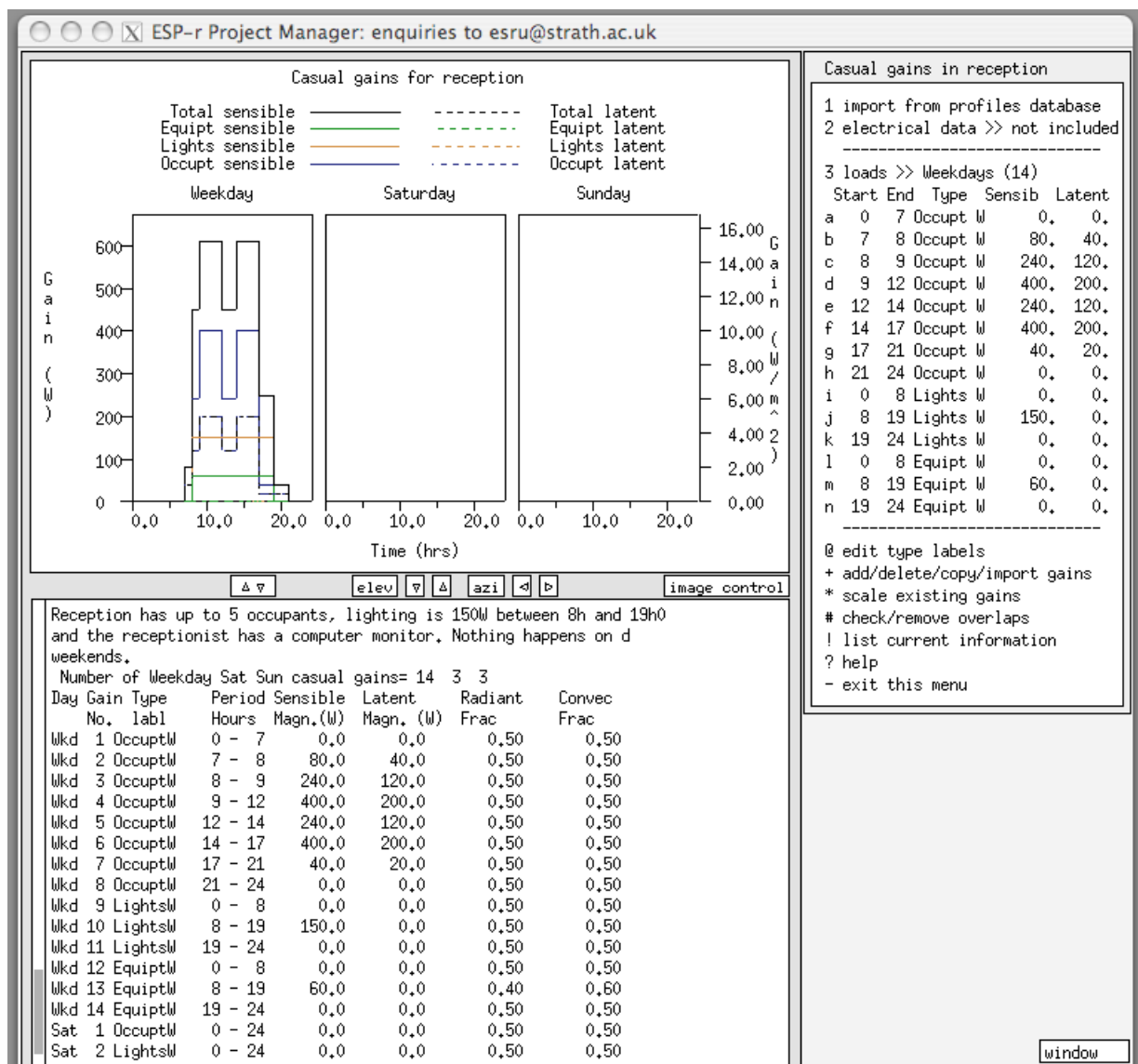


Figura 1.9. Profili per la reception.

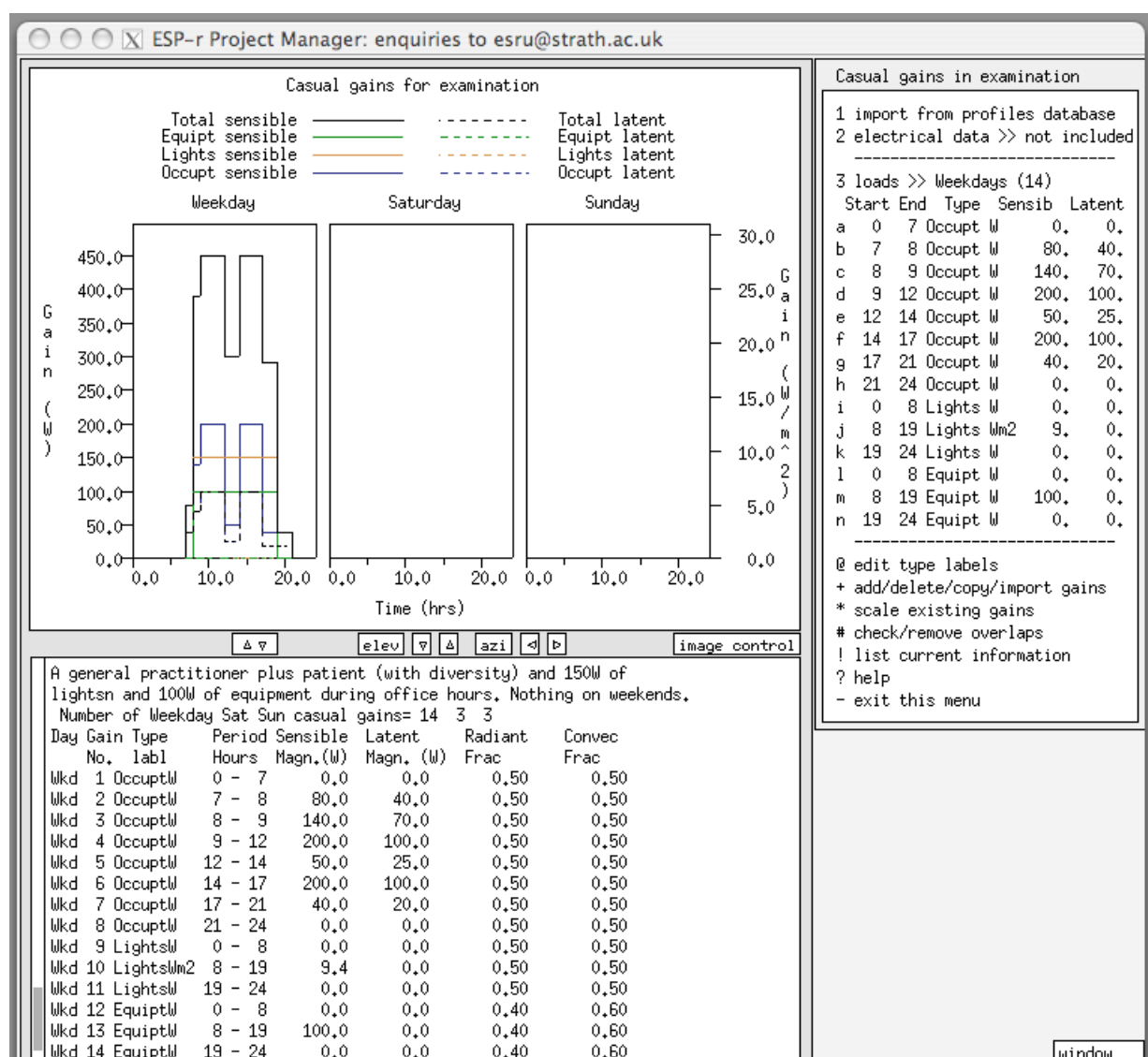


Figura 1.10. Profili per la stanza delle visite.

1.7 Controlli ambientali

Il *Cookbook* supporta un percorso accelerato per stabilire:

- i pattern dei fabbisogni per il riscaldamento e il raffrescamento nel tempo,
- la frequenza delle condizioni estreme,
- la frequenza del carico termico (fabbisogno) minimo,
- cosa potrebbe succedere se gli impianti di riscaldamento o raffrescamento si guastassero,
- cosa potrebbe succedere se gli impianti di riscaldamento o raffrescamento fossero criticamente sottodimensionati,
- quanto spesso l'edificio funzionerebbe in modo soddisfacente senza intervento meccanico.

Tali indicatori precoci sono importanti per gli altri membri del gruppo di progettazione. Ricavarli può anche risultare nella formazione di opinioni ben fondate sul miglioramento relativo ai fabbisogni e sui probabili regimi di controllo.

La sezione 1.1 non includeva specifiche per sistemi di controllo ambientale che non fossero i livelli di temperatura di soglia (*setpoint*) da mantenere. Anche se il programma era specifico, potrebbe non essere stato molto sensato e potrebbe esserci bisogno di valutarlo.

Ciascuna suite di simulazione implementa controlli ambientali attraverso una o più convenzioni arbitrarie.

- Leggi di controllo ideale che definiscono che cosa ha senso: per esempio, la logica di controllo della temperatura a bulbo secco, così che essa risponda alle condizioni misurate e a qualche forma di attuazione; o per esempio, l'iniezione di un flusso in qualche punto del modello. Usualmente ci sono un numero limitato di parametri che possono essere fissati dall'utente e tali controlli tendono ad essere applicati a zone termiche individuali.
- Descrizioni di sistemi ideali che definiscono un pattern generalmente riconoscibile (per esempio, terminali del tipo a portata d'aria variabile con dispositivo scaldante perimetrale ad incasso (*VAV terminals with a perimeter trench heater*, NdT), attraverso parametri di alto livello associati con un certo numero di zone termiche nel modello. Dipendentemente dallo strumento di simulazione, ci sarà una lista finita di elementi tra cui scegliere.
- Librerie di sistemi di componenti dettagliati, per esempio *fan coil* e valvole, che possono essere assemblati dall'utente in una varietà di sistemi ambientali come da necessità, collegati con componenti impiantistici e dotati di logica di controllo.
- Modelli che definiscono un sistema di controllo ambientale basato su componenti dettagliati. Tali modelli possono espandere un numero limitato di termini descrittivi in dozzine, se non centinaia di componenti di topologia nota, tipicamente includenti componenti di controllo e componenti logici. Tali modelli spesso fanno uso di un linguaggio di programmazione di alto livello per supportare la creazione di reti di componenti.

I produttori di software hanno avuto fortune alterne con ciascuno di questi approcci. Dal punto di vista dell'utente, ogni approccio ha i suoi pro e i suoi contro.

- I controlli di zona ideali possono imitare qualsiasi tipo di sistema reale, ma presentano agli utenti un misto di termini astratti - per esempio proporzione radiante/convettiva - e comportamenti astratti - per esempio azione proporzionale/integrale - anziché strumenti reali. In modo frustrante, il controllo ideale di zone spesso ignora le dispersioni parassite e i fabbisogni elettrici, alle quali cose molti professionisti sono interessati.
- I sistemi ideali spesso approssimano solo a grandi linee quello che il professionista ha in mente. I produttori di software hanno reagito a questa situazione aggiungendo più varianti e/o fornendo parametri di input addizionali.

I canali di chat sono pieni di professionisti alle prese con l'arte esoterica di piegare un sistema esistente per fare fronte a specifiche varianti di progetto. Occasionalmente l'imitazione assume elementi di farsa.

- Le librerie di componenti sono, per molti versi, una reazione ai vincoli imposti dalle liste di componenti predefinite. I professionisti con opinioni ben precise sono in grado di specificare soluzioni alternative ed esplorare molti più aspetti delle prestazioni di un sistema. Ma sfortunatamente le descrizioni dettagliate sono noiose da creare, difficili da calibrare e possono assomigliare a un buco nero se hanno bisogno di *debugging*. Poche interfacce o procedure per l'assicurazione della qualità sono in grado di comunicare pienamente gli attributi e le relazioni all'interno di una rete di componenti. Con qualche sorpresa dei produttori di software, ci sono sempre professionisti che mancano delle competenze, della saldezza di opinioni o della tenacia necessarie a creare dei sistemi partendo da zero.

- Questo ci porta alle reti di componenti impiantistici create da modelli. Esse forniscono le caratteristiche prestazionali dettagliate dei componenti evitando la maggior parte della "fatica" connessa con il loro utilizzo. Mentre il vecchio approccio del sistema ideale avrebbe potuto espandere una dozzina di input dell'utente in una dozzina di equazioni da risolvere, l'approccio basato su modelli può generare una rete di dozzine, se non centinaia di componenti, e migliaia di righe di descrizione.

Chiaramente, l'autore di un modello si avvantaggerebbe da una comprensione della composizione della rete risultante e dal poterla usare a supporto del processo progettuale. Per coloro tra gli altri che abbiano *qualche livello di curiosità* su un sistema di nuova creazione, le implicazioni del rapporto per l'assicurazione della qualità sono sostanziali. L'interfaccia supporta la comprensione di ciò che si è creato? Se il professionista avesse bisogno di adattare o di rivedere i parametri nei componenti di tale rete, quale metodologia potrebbe usare per assicurarne la correttezza?

Se *pensi* che il tuo strumento offra solo componenti dettagliati, controlla meglio, per vedere se ci sono componenti astratti disponibili. Nelle prime fasi del progetto questo potrebbero essere più che sufficienti.

ESP-r supporta le seguenti opzioni per i controlli ambientali nei modelli:

- Controlli ideali di zona (che saranno trattati in questa sezione).
- Sistemi ideali espressi come controlli ideali di zona con parametri addizionali per supportare la post-processazione di dati addizionali sulle prestazioni, come le perdite termiche al camino o la potenza delle ventole. Non c'è interfaccia per questa funzione del programma ed essa non è supportata su tutte le piattaforme (uno stato di cose vergognoso).
- Componenti dettagliati di sistema, facoltativamente in combinazione con componenti di flusso di massa e reti elettriche (che saranno trattati in un'altra sezione).

A questo punto, molti professionisti saranno propensi, non c'è dubbio, a saltare dentro i dettagli del loro sistema di controllo usuale. Approssimare i sospetti usuali è l'antitesi di un uso strategico della simulazione. Per prima cosa, occorre stabilire i pattern dei fabbisogni. In secondo luogo, occorre esplorare in fretta le opzioni rimandando la specificità e il dettaglio ai sistemi di controllo ambientale. Fornire informazione più in fretta e con meno fatica dei tuoi concorrenti è *un buon piano di affari*.

In realtà, molti strumenti di simulazione rendono difficile non essere specifici nelle prime fasi di un progetto di simulazione. I produttori vendono degli strumenti con procedure guidate che offrono dozzine di modelli di sistemi predefiniti che espongono in reti di stupefacente dettaglio. Wow, così tanto con così poco lavoro (e non è andato in *crash*, così deve trattarsi di un buon progetto)! I produttori di software hanno meno da vendere con categorie astratte del tipo “aria presa da un'altra zona” o “controllori di zona ideali”.

Quindi, quale approccio adottare? Ecco un elenco di domande che potrebbero aiutare a capire se una rete di sistemi di componenti è adatta nella fase di progetto corrente.

- Abbiamo sufficienti informazioni per generare una rete?
- A quali indicatori prestazionali relativi alla rete o ai componenti siamo interessati?
- Possiamo esplorare in modo approssimato domande del tipo “Che cosa succederebbe se...”?
- Possiamo piegare i componenti alle nostre necessità durante la fase della progettazione dettagliata?
- Le questioni fisiche in un controllo idealizzato o astratto sono sufficienti per esplorare una questione progettuale? Per esempio, imitare un sistema di raffreddamento radiante con lo strumento *aria presa da un'altra zona* potrebbe voler dire torturare la Fisica.
- Quale forma di documentazione generata in modo automatico è disponibile per supportare l'assicurazione della qualità?
- Come si valida un sistema progettuale basato su modelli? E' possibile l'esplorazione automatica di modelli e componenti impiantistici?
- L'interfaccia supporta modifiche dettagliate di un progetto iniziale basato su modelli?
- L'interfaccia supporta le variazioni di un controllo ideale per consentire a un gruppo di simulazione di porre domande rilevanti del tipo “Cosa succederebbe se...”?
- Che supporto è disponibile per passare da una rappresentazione astratta a una di maggiore risoluzione?

Poiché qui il *focus* è sull'apprendimento dei pattern di fabbisogno, una descrizione astratta del sistema è tutto ciò che occorre. I controlli di zona ideali di ESP-r supportano descrizioni astratte relative a come il riscaldamento o il raffreddamento sono prodotti.

In questo esercizio un controllo ideale di zona governerà la risposta di un sistema di riscaldamento e raffreddamento convettivo in base alle temperature di soglia (*setpoint*) fissate dal cliente. Noi non ne conosciamo la potenza, così facciamo una stima iniziale (diciamo 4 kW per il riscaldamento e 4 kW per il raffreddamento) e vediamo come essa si combina con i carichi termici.

Una volta individuati questi pattern, la nostra esperienza potrebbe suggerire un sotto-insieme di approcci. Potremo allora esplorare differenti tipi di logica di controllo e iniziare ad essere specifici a proposito degli impianti che potrebbero essere appropriati.

Se i controlli ambientali avessero un programma orario, questo dovrebbe essere registrato in gran parte allo stesso modo dei programmi orari di occupazione. Infatti, spesso esistono dipendenze tra pattern di occupazione e controlli ambientali che dovrebbero essere risolte nelle fase di progetto.

Se ci sono opzioni per il tipo di sistema adottabile o per le azioni di controllo applicabili, ESP-r può accettare controlli alternati che possono essere testati in differenti valutazioni con poco sforzo aggiuntivo.

1.8 Composizione del modello

Il cliente non ha specificato di che cosa sarà fatto l'edificio. Dobbiamo selezionare degli elementi provvisori da un database esistente in previsione del momento ci sarà una definizione più chiara. Dipendentemente dal tipo di edificio, la maggior parte degli studi professionali disporranno un numero di soluzioni costruttive verosimili.

Per l'edificio discusso nella sezione 2.3 saranno richiesti i seguenti tipi di costruzione:

- una parete esterna;
- una partizione interna leggera;
- doppi vetri per le finestre;
- un solaio che include qualche strato di terreno;
- un soffitto per la copertura inclinata della stanza delle visite che funzioni anche da copertura;
- un soffitto per la reception.

Una delle nostre operazioni iniziali sarà quella di esaminare i contenuti correnti delle soluzioni di costruzione e del database dei materiali per individuare entità esistenti che potrebbero essere utilizzate e decidere quali di esse possono essere adattati attraverso i comandi “copy” ed “edit” e quali debbano essere aggiunti.

Un esempio dei passaggi che occorre fare a questo fine è incluso negli *Esercizi del Cookbook* - esercizio n. 5.

Questo completa la fase di pianificazione. Il nostro prossimo obiettivo sarà quello di creare un modello che corrisponda ai requisiti definiti appunto nella fase di pianificazione.

2 Costruire un modello

Completata la fase di pianificazione, possiamo prendere le specifiche del cliente, i nostri schizzi e le nostre note e iniziare un nuovo progetto. Se stai usando uno strumento di simulazione diverso da ESP-r, adatta le combinazioni di digitazione e trova funzioni equivalenti per creare il tuo modello.

Ci sono diversi esercizi nel volume *Esercizi del Cookbook* che si focalizzano su questo capitolo. Guarda l'esercizio 2 quando inizi a creare il tuo modello e completa l'esercizio 3-6 per assicurarti che i database siano preparati con le entità di cui avrai bisogno.

Le interazioni dell'interfaccia e le digitazioni sono mostrate in carattere da macchina da scrivere.

Per prima cosa seleziona una cartella per il tuo progetto. Rifletti su quali sono i privilegi di accesso appropriati, su come il modello sarà archiviato e come i modelli potrebbero essere condivisi. Una discussione su questi argomenti si trova nella Appendice "Installazione".

Dai uno delle seguenti sequenze di comandi, dipendentemente dal sistema che stai usando:



La seguente sequenza ti porterà alla tua cartella *home* e farà partire il *project manager* di ESP-r:

```
cd  
esp-r
```



Usa l'Explorer di Windows per selezionare C:\Esru\Models o un'altra cartella che non sia profondamente annidata e che abbia pochi spazi nel percorso. Nella cartella C:\Esru\Models c'è un file "esp-r.cmd" che farà partire il *Project manager* di ESP-r.

Le figure da 2.1 a 2.4 illustrano (attraverso l'interfaccia X11) i passi che stiamo per fare. A quelli che usano un'interfaccia basata sulle librerie GTK saranno chieste le stesse cose, nello stesso ordine.

Il nostro obiettivo è quello di creare un nuovo modello; così, seleziona l'opzione del menu "Model Management -> create new".

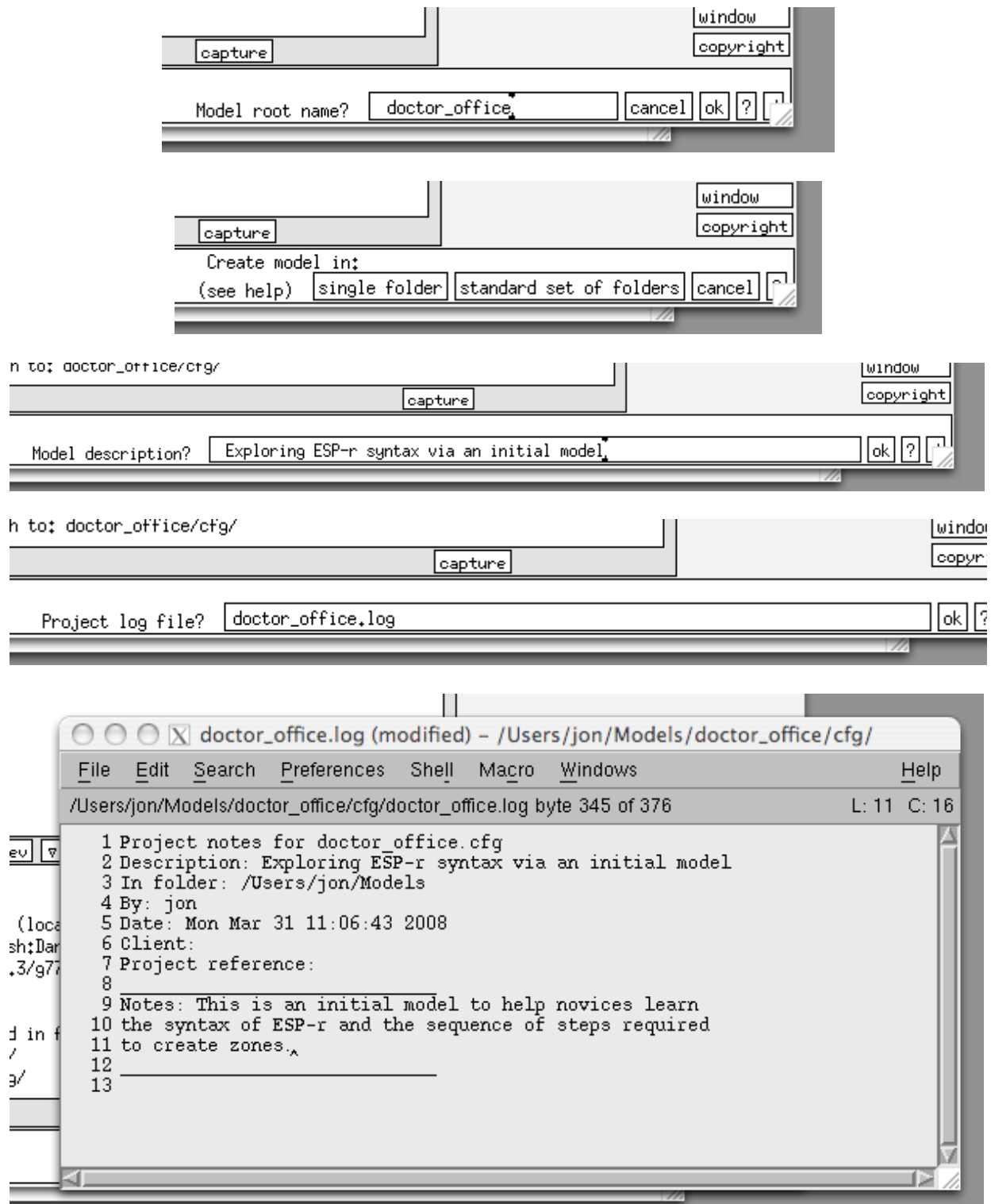


Figura 2.1. Primi passi nella creazione di un nuovo modello.

Esp-r holds the model in a standard set of folders and descriptive files.

Based on information you have supplied:

```
GP_offices (project folder)
GP_offices/cfg (system files)
GP_offices/ctl (control files)
GP_offices/zones (zone files)
GP_offices/nets (networks)
GP_offices/doc (reports and notes)
GP_offices/temp (odds+ends)
GP_offices/dbs (project databases)
```

will be created.

Figura 2.2. Cartelle da creare.

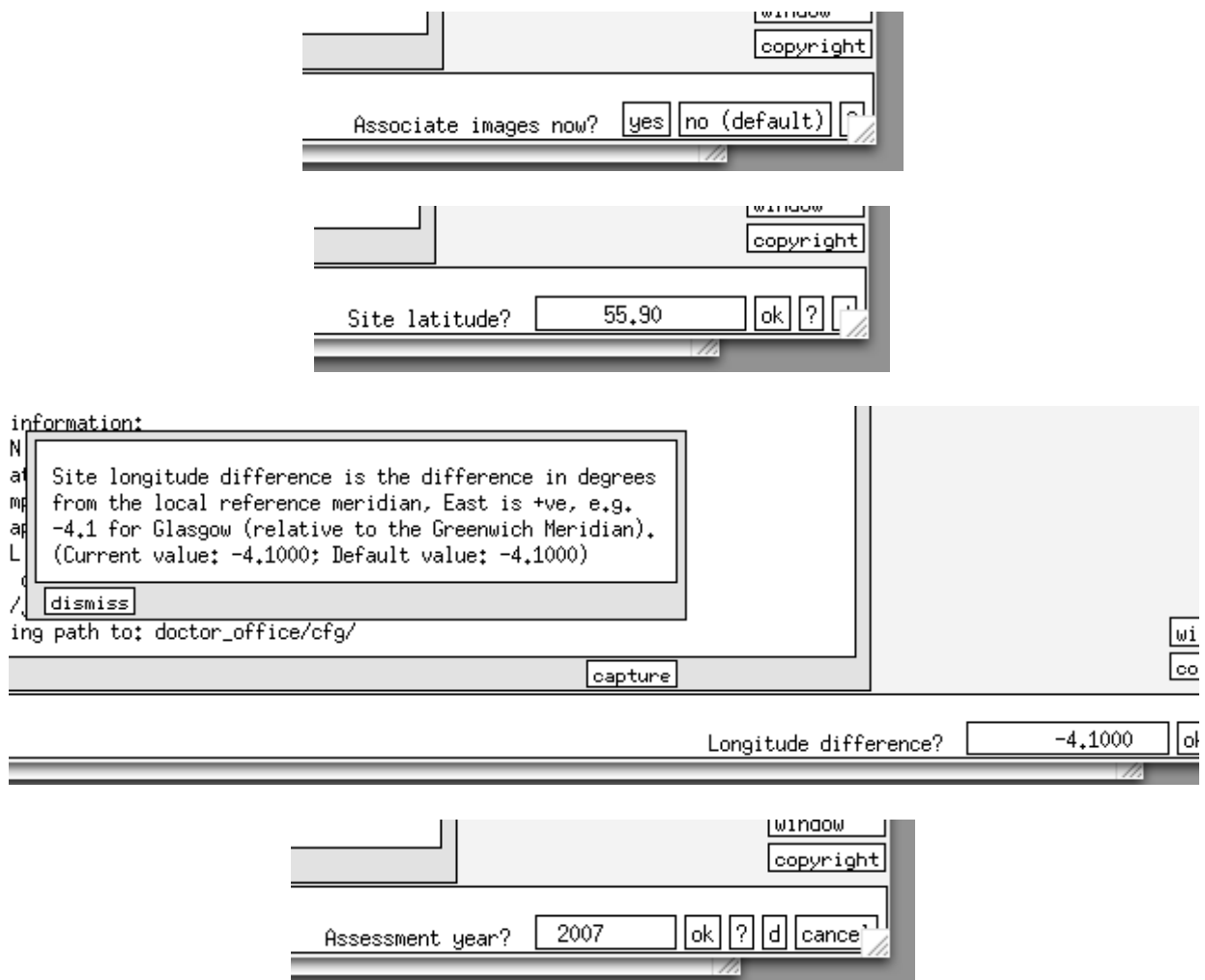


Figura 2.3. Ulteriori operazioni di registrazione.

Si aprirà un dialogo in basso al *Project manager* che ti chiederà il *nome di root* (radice, NdT) da usare nella creazione del modello e delle sue cartelle (figura 2.1). Per questo esercizio usiamo “doctor_office”. Questo nome apparirà anche in molti file del modello, quindi scegli qualcosa di corto e chiaro.

Hai la scelta di mettere i file del tuo modello in una cartella singola o in un insieme standard di cartelle. La scelta della cartella singola potrebbe essere appropriata per un modello semplice. Poiché ESP-r separa le informazioni relative al modello in un certo numero di file, l'approccio standard è quello di usare cartelle multiple per metterci differenti tipi di informazione. Per esempio, le informazioni relative ai controlli sono tenute in una cartella "ctl" e le informazioni relative alle zone sono tenute in una cartella "zones". Per questo esercizio scegli "standard". Ti sarà chiesto un titolo descrittivo del modello, che è incluso nei rapporti e sopra la vista wireframe.

C'è un file di testo associato al modello dove puoi tenere traccia di chi fa cosa e quando. Potresti anche includerlo in un rapporto sull'assunto che stai facendo (nel caso in cui qualcuno lo chieda). L'assicurazione della qualità è **tanto più semplice** se dedichi un po' di tempo a documentare il tuo modello.

Nota nella figura 2.3 che il dialogo "Longitude difference?" mostra un messaggio pop-up di help. Tutti i dialoghi e i menu hanno uno help contestuale. Quando hai un dubbio, usa il bottone "?".

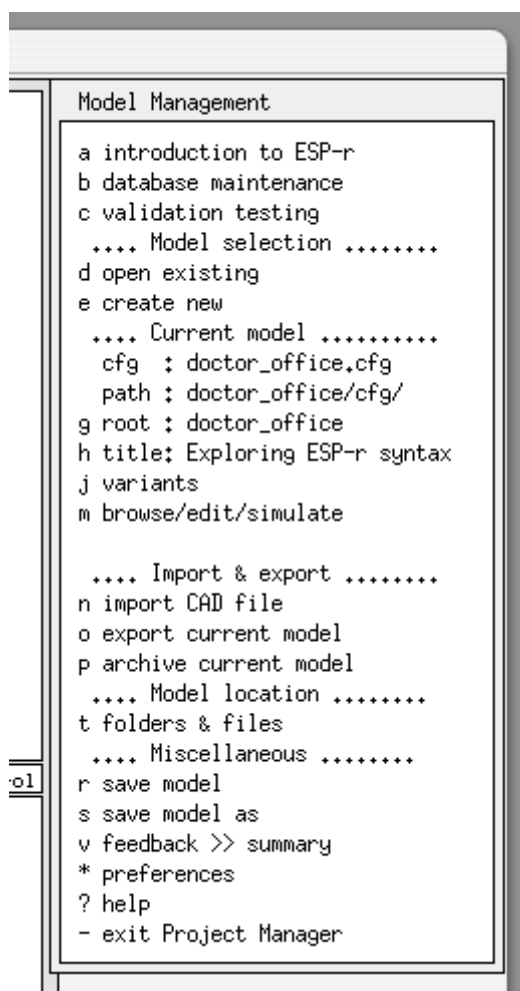


Figura 2.4. Menu relativo alla gestione del modello.

2.1 Esame dei pattern e dei database climatici

A questo punto abbiamo registrato un nuovo progetto di simulazione (i termini progetto e modello sono spesso usati in modo intercambiabile in ESP-r). C'è un numero di operazioni che vogliamo completare prima di iniziare a definire la forma e la composizione dell'ufficio medico. Questa sezione e l'esercizio 3 in *Esercizi del Cookbook* sono dedicati alle seguenti operazioni:

- trovare un file climatico e dei tipici periodi climatici per la nostra analisi;
- esaminare i database relativi ai materiali e alle soluzioni costruttive;
- selezionare o creare delle entità per selezionare o inserire materiali o soluzioni costruttive.

Il *Cookbook* caldeggia l'uso di sequenze climatiche corte per la calibrazione del modello e per una esplorazione focalizzata. Per esempio, l'inizio di un lunedì mattina dopo un week-end freddo può dirci molto a proposito delle caratteristiche di un edificio. Il fabbisogno energetico estivo coincide con il giorno più caldo o deriva da diversi giorni caldi consecutivi? Non ha molto senso ricorrere a una analisi annuale per occuparsi di queste questioni, e, specialmente, nelle operazioni di simulazione è molto vantaggioso andare direttamente al punto, così da calibrare il modello prima possibile.

La discussione seguente include tecniche di ricerca dei dati climatici finalizzate a identificare una settimana appropriata in inverno con un fine settimana freddo e una settimana estiva caratterizzata da una sequenza di giorni caldi.

Per lavorare con i database climatici, seleziona l'opzione di menu "Model Management -> Database Maintenance" e nelle opzioni nella figura 2.5 seleziona l'opzione "annual climate".

Una volta che è stato selezionato un database, c'è un insieme di operazione per lo più comuni che sono disponibili (vedi figura 2.6). Alcuni database includono funzioni per effettuare conversioni tra file binari e ASCII. I database che richiedono frequenti accessi random hanno una forma binaria. Le versioni ASCII sono utili per il trasporto tra computer.

Per i database climatici ci sono anche delle opzioni per convertire i file climatici EPW di EnergyPlus e i file *MET office* coreani al formato di file di ESP-r.

Assumendo che ESP-r sia stato installato correttamente, ti sarà presentata una lista di file climatici noti (vedi figura 2.7). Aggiungere dei tipi di clima è un argomento diverso.

In questo esercizio vogliamo selezionare un file di dati climatici esistente. Scegli il clima "Birmingham IWEC", guarda il rapporto nell'area del feedback di testo e conferma la selezione. Si avvierà il modulo climatico (**clm**) di ESP-r, e la tua prima operazione sarà quella di confermare il nome del file climatico nel dialogo iniziale.

Il modulo climatico di ESP-r (**clm**) fornisce funzioni per esplorare i dati attraverso grafici, statistiche e funzioni di analisi dei pattern (vedi figura 2.8). Il nostro obiettivo iniziale è quello

di usare queste funzioni per capire meglio i pattern climatici in Birmingham e identificare periodi utili per l'analisi.

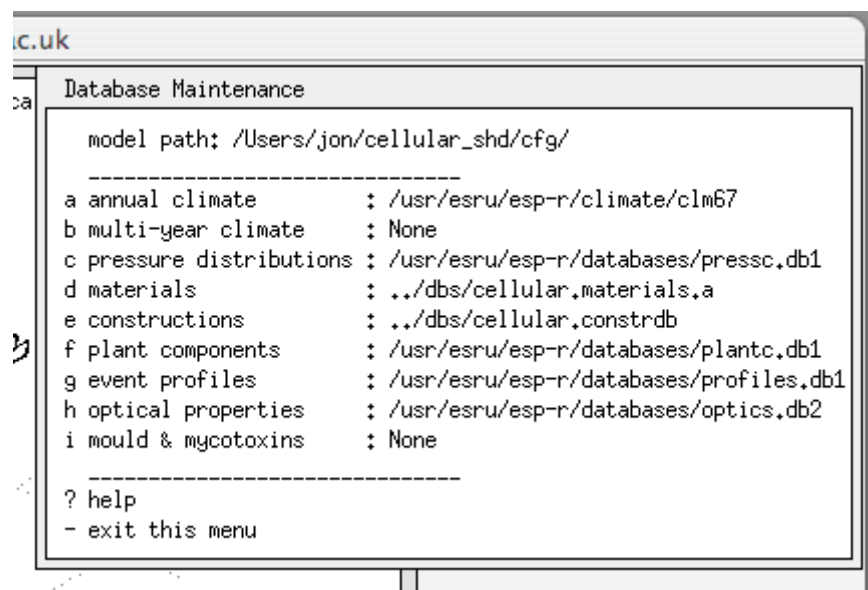


Figura 2.5. Lista dei database di ESP-r.

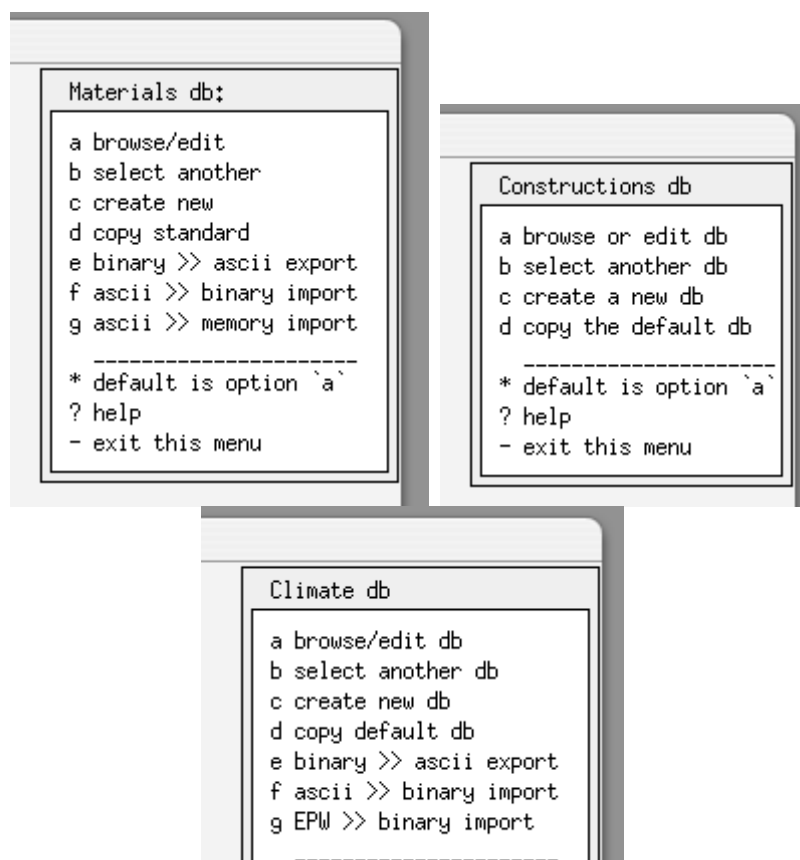


Figura 2.6. Opzioni tipiche per i database.

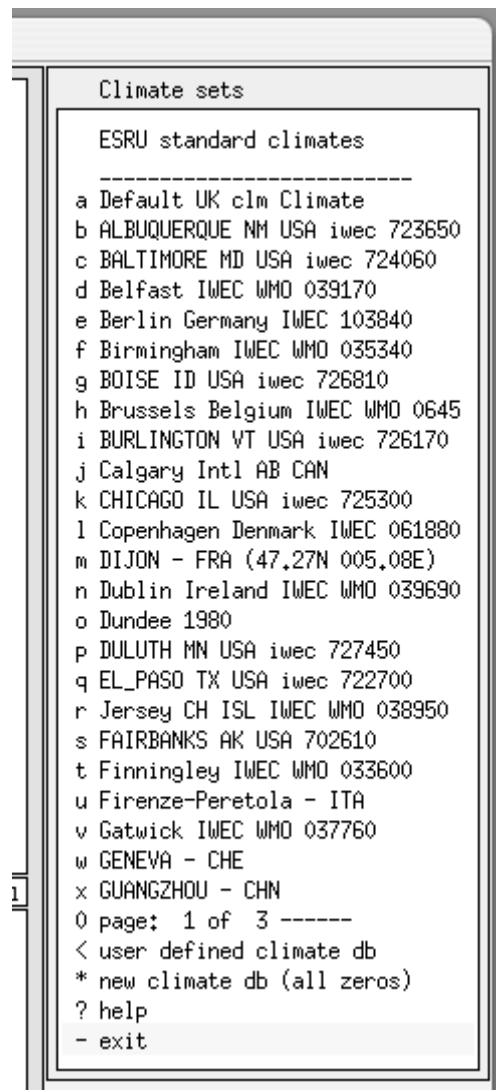


Figura 2.7. Tipi di clima disponibili.

Ci sono un certo numero di opzioni sotto l'analisi sinottica (figura 2.9) utili per scegliere il pattern climatico con il quale testare il nostro edificio.

Per generare un rapporto statistico come in figura 2.10, prima seleziona il file climatico che vuoi analizzare, per esempio "dry bulb temperature" (temperatura a bulbo secco, NdT) e poi il tipo di analisi, per esempio "maximum/minimum", e poi la frequenza di *reporting*, per esempio "day/week/month" (giorno/mese/anno, NdT). Vicino al fondo c'è un'opzione "find typical weeks" (trova settimane tipiche, NdT).

Questa funzione opera nel modo seguente.

- vi sono determinati i gradi giorno medi (*average*, NdT) e gradi giorno totali (*total*, NdT) per il riscaldamento (*HDD*, *Heating Degree Days*, NdT) e il raffrescamento (*CDD*, *Cooling Degree Days*, NdT) e la radiazione solare;

- per ciascuna settimana si trovano gli HDD, CDD e i dati sulla radiazione solare; questi sono comparati con i valori stagionali ed è riportata la settimana con la minima deviazione (utilizzando fattori di ponderazione forniti dall'utente). Per il clima in oggetto e con le temperature base di riscaldamento e raffrescamento, le settimane più adatte iniziano il 27 febbraio, il 10 aprile, il 19 giugno, il 5 ottobre e il 4 dicembre. Scrivi queste date e poi esamina questi periodi aprendo i grafici o raccogliendo statistiche su di essi.

- Il modulo climatico dà la possibilità di guardare i dati climatici in vari modi, quindi valuta quale visualizzazione ti dice di più!

La dotazione di differenti possibilità di visualizzazione dei dati climatici può aiutare a trovare dei pattern in tali dati e a rispondere a differenti questioni che il cliente potrebbe porre.

Il tempo passato a esplorare questo modulo può fornire indizi critici di pattern che in un certo clima possono essere utilizzati nel processo progettuale.

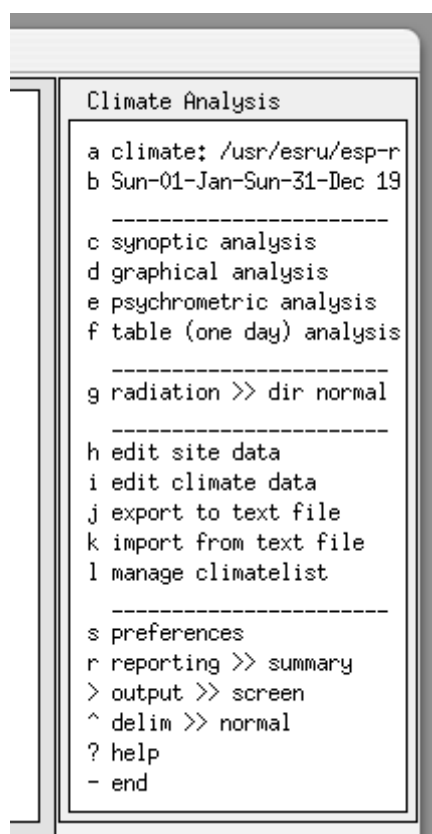


Figura 2.8. Menu del modulo di aperture Clm.

Un esempio è il grafico delle temperature annuali (figura 2.11) con la stagione ricorrente indicata sulla parte alta del grafico. Alcune volte la temperatura va sotto lo zero, ma il grafico indica che tali periodi tendono ad essere brevi. Questo potrebbe supportare l'uso di brevi analisi di prestazione finalizzate ai fabbisogni e alla potenza per il riscaldamento invernale. E dà anche informazioni circa il fatto che vi sia ragione o meno di appurare se un progetto possa essere ottimizzato per fare fronte ai periodi di freddo brevi o magari lunghi.

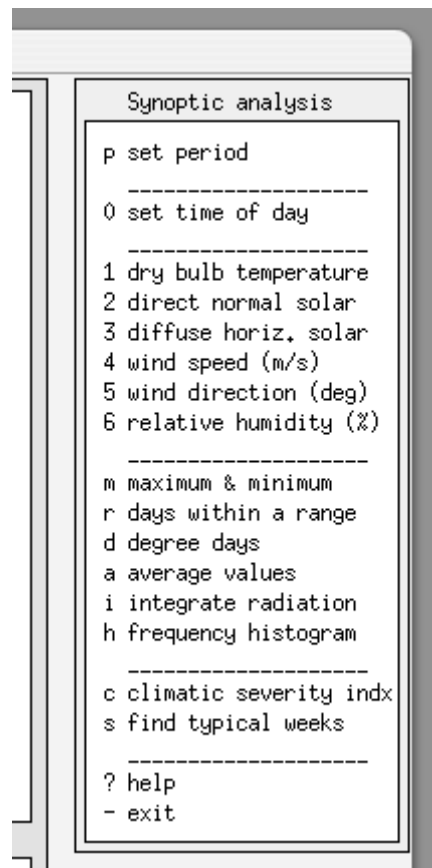


Figura 2.9. Analisi sinottica.

Un altro esempio è quello della figura 2.12, dove i dati psicometrici dell'aria esterna sono stati rappresentati per tutto l'anno e per la medesima località.

La maggior parte delle compagnie che sviluppano regolarmente simulazioni disporranno di procedure evolute per selezionare i dati climatici per specifiche analisi. L'acquisizione di dati climatici è trattata in un capitolo seguente.

Dry bulb temp.		deg.C	
Week		Minimum Time	Maximum Time Mean
Wk of Wed	1 Jan	-15.0 @24h00 Tue 7	6.8 @ 4h00 Wed 1 -5.2
Wk of Wed	8 Jan	-23.9 @ 7h00 Sun 12	2.8 @17h00 Fri 10 -15.3
Wk of Wed	15 Jan	-23.3 @ 1h00 Thu 16	-1.1 @14h00 Mon 20 -9.6
Wk of Wed	22 Jan	-25.0 @ 5h00 Mon 27	-5.0 @ 4h00 Thu 23 -14.4
Wk of Wed	29 Jan	-22.8 @ 8h00 Wed 29	-10.0 @18h00 Thu 30 -15.0
Wk of Wed	5 Feb	-15.8 @ 1h00 Thu 6	-3.6 @16h00 Fri 7 -10.0
Wk of Wed	12 Feb	-16.9 @ 7h00 Mon 17	-1.3 @16h00 Fri 14 -8.1
Wk of Wed	19 Feb	-14.4 @24h00 Tue 25	4.7 @14h00 Thu 20 -3.9
Wk of Wed	26 Feb	-21.1 @ 7h00 Wed 26	5.6 @14h00 Sun 2 -5.5
Wk of Wed	5 Mar	-12.2 @ 5h00 Thu 6	9.4 @10h00 Wed 5 -3.6
Wk of Wed	12 Mar	-10.6 @ 7h00 Sun 16	5.6 @23h00 Fri 14 -3.0
Wk of Wed	19 Mar	-11.7 @ 6h00 Wed 19	11.1 @17h00 Mon 24 -0.4
All period		-25.0 @ 5h00 Mon 27 Jan	11.1 @17h00 Mon 24 Mar -7.6

Figura 2.10. Statistiche settimanali.

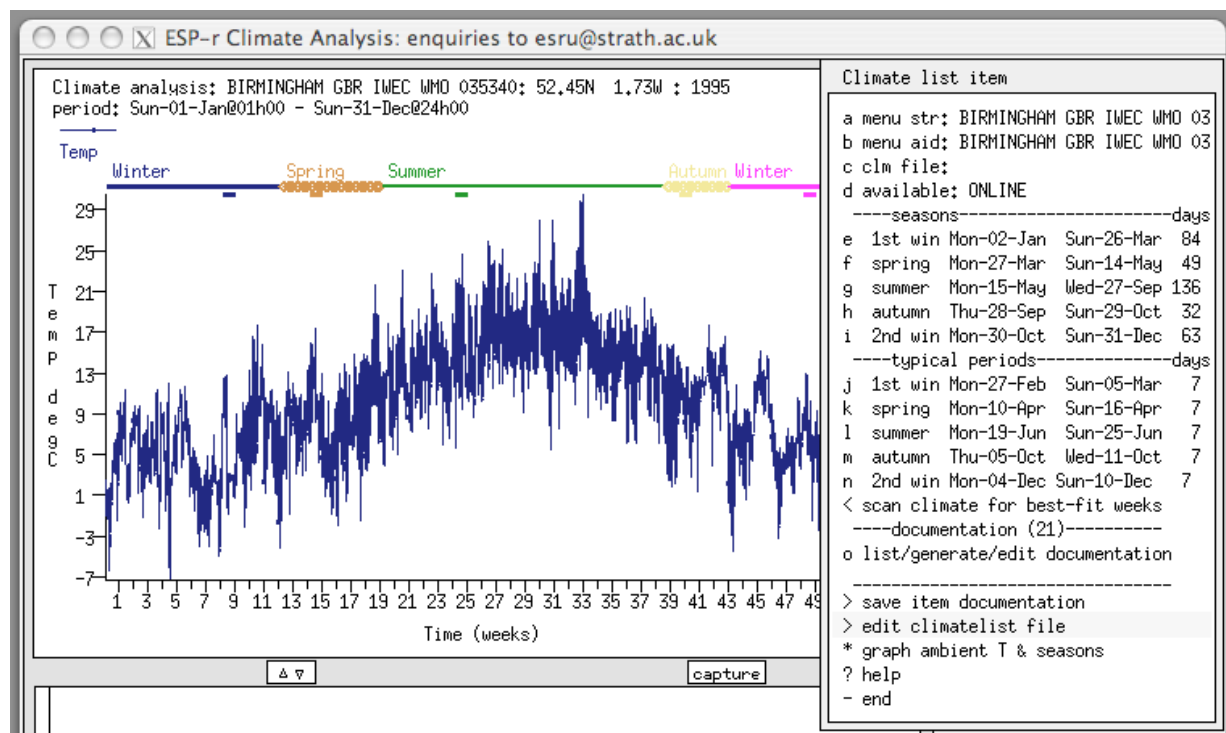


Figura 2.11. Rappresentazione annuali delle temperature.

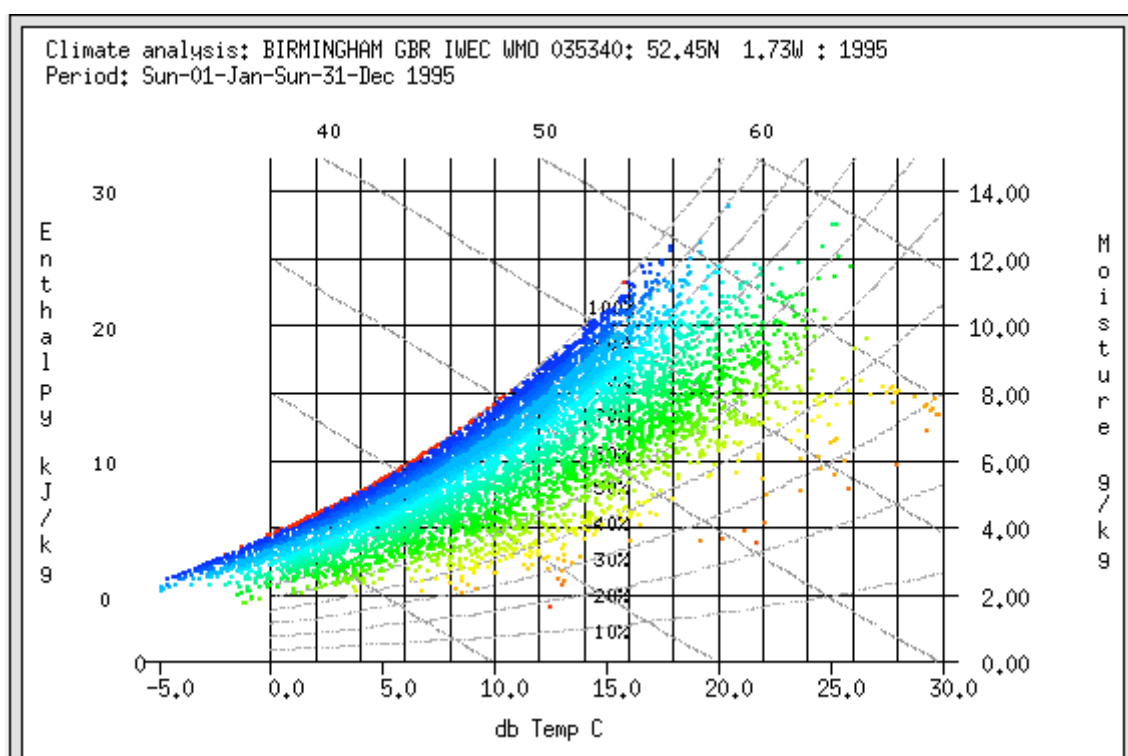


Figura 2.12. Dati psicrometrici annuali.

2.2 Scelta delle soluzioni costruttive per il modello

La nostra operazione successiva è quella di passare rapidamente in rivista le soluzioni materico-costruttive disponibili, così da essere in grado di attribuirle al nostro modello mentre lo

creiamo. Potrebbe esserti utile dare un'occhiata all'Esercizio 4 che si focalizza sui materiali che potrebbero essere necessari e sui passaggi richiesti per prendere un materiale esistente e creare una variante che sia appropriata per il progetto corrente.

L'esercizio 5 ti darà della pratica su come esaminare materiali e su come adattarli a soluzioni costruttive esistenti o per creare nuove soluzioni costruttive. L'esercizio fa uso del database di soluzioni costruttive standard di ESP-r. Se stai lavorando con un differente set di database, il processo è lo stesso, ma dovrai adattare i dettagli in modo tale che corrispondano.

E' possibile configurare ESP-r per caricare un set iniziale di database che siano appropriati per una certa regione e tipo di edificio (vedi Appendice "Installazione"). Tipicamente i database relativi alle soluzioni costruttive e ai materiali sono gestiti a livello di compagnia, ditta o gruppo, ma ESP-r consente anche l'impiego di database specifici e si discute anche di possibili strategie di approccio specifiche.

Così, ritorna a "Model Management -> database maintenance-> constructions". Seleziona il database corrente (cioè quello standard) e osserva la lista delle soluzioni costruttive (vedi figura 2.13) e i dettagli (vedi figura 2.14) che potresti associare a questo nuovo modello.

Una tattica, se non trovi quello che stai cercando, è fare una copia di uno dei database standard e poi aggiungere delle voci provvisorie nel database. Una voce di database provvisoria è una voce che non è completata con un set completo di proprietà termofisiche o che usa delle approssimazioni. Essa può essere associata alle superfici nel modello e in un secondo tempo, quando l'informazione necessaria si è resa disponibile, può essere aggiornata; dopo di che tutte le superfici che ne fanno uso acquisiranno le proprietà modificate.

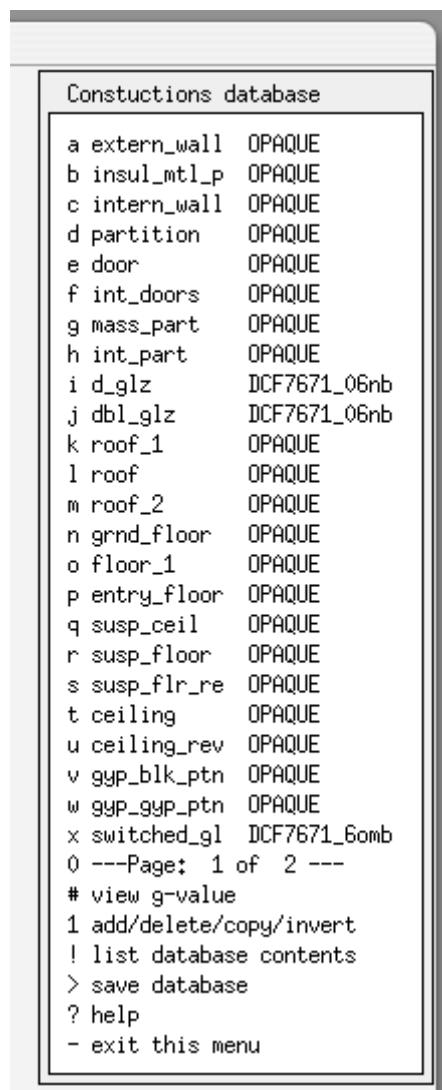


Figura 2.13. Elenco delle soluzioni costruttive disponibili nel database.

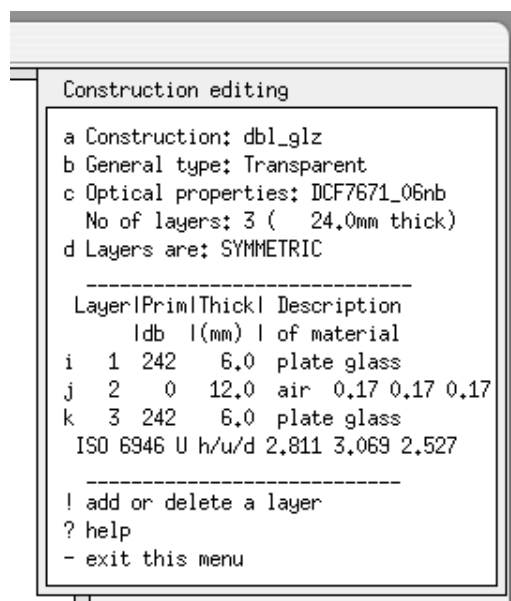


Figura 2.14. Dati relativi alle soluzioni costruttive.

Quando avrai completato l'Esercizio 5, aggiungi alle note sul tuo progetto il nome delle soluzioni costruttive esistenti e di quelle nuove che vuoi associare al modello. Questo fa risparmiare tempo e riduce le probabilità di errore.

2.3 Tattiche per la composizione delle zone

Prima di iniziare a definire le nostre zone, esaminiamo delle tattiche. Ai fini del presente esercizio, ci apprestiamo a usare le funzioni CAD incluse nel programma.

Ci apprestiamo ad utilizzarle in modo appunto tattico, così da minimizzare il numero di battiture ed evitare errori. Poi potrai adattare le tecniche usate per arrivare a un'efficienza ancora maggiore. Ecco le tattiche:

- pianifica le cose in funzione della massima possibilità di riuso dell'informazione esistente;
- usa l'informazione presente nei tuoi disegni e nelle tue note;
- cogli le opportunità di includere informazioni nel modello;
- dà alle entità nomi significativi e opera le attribuzioni nelle fasi iniziali del processo;
- impara a conoscere lo strumento in misura sufficiente ad utilizzare le funzione che vi sono incluse per copiare, modificare e trasformare.

L'ordine in cui definiamo un modello ci consente di costruire nuove zone da parti di zone adiacenti. In questo esercizio, se inizieremo con la reception potremo riusare delle informazioni quando creeremo la stanza delle visite.

Se prenderemo informazioni dai nostri disegni di progetto piuttosto che improvvisare o usare una calcolatrice al volo, potremo fare meno errori e ci sarà meno probabilità che perdiamo il filo di dove ci troviamo quando suona il telefono, e sarà anche meno probabile che finiamo per avere bisogno di due superfici in più di quelle che l'interfaccia consente.

ESP-r ha numerosi posti in cui puoi documentare i tuoi assunti. Anche se naturalmente tu non vorrai mai usare queste funzioni, perché non perdi mai i tuoi pezzi di carta volanti e ti ricordi sempre le decisioni che avevi preso su quel modello quattro mesi fa, e l'avvocato del tuo cliente non ti chiederà mai di provare che hai seguito delle procedure o hai usato dei valori corretti per quel certo laboratorio di computer.

Una superficie in un modello di simulazione non è solo un poligono; ha un nome, è fatta di qualcosa, ha specifiche caratteristiche al contorno e deve conformarsi alle leggi (virtuali) della Fisica. L'assicurazione della qualità è molto più semplice se una certa cosa che sembra una porta in un'immagine wireframe si chiama "porta", e se essa è composta da una stratificazione di costruzione tipica di una porta. La tattica è che questi attributi si rinforzino l'un l'altro, così che risulti facile notare se c'è qualcosa di sbagliato e si sia in grado di focalizzarsi sulla parte corretta del modello.

Definizione della reception

Ritornando al menu “Model Management”, trova l’opzione di menu “*preferences” e setta ESP-r per usare il formato di file più recente, come nelle figure 2.4 e 2.15. L’opzione chiamata “upgrade files -> scan and update all zones” setta la preferenza.

Poi percorriamo la struttura del menu per focalizzarci sulla geometria di una nuova zona, come mostrato nelle figure 2.16 e 2.18. Seleziona “Model Management -> browse/edit/simulate -> composition -> geometry & attributions”. Visto che non ci sono zone esistenti, ti sarà chiesto se vuoi inserire delle dimensioni e dare un nome alla zona. “Reception”, per esempio, è una buona scelta.

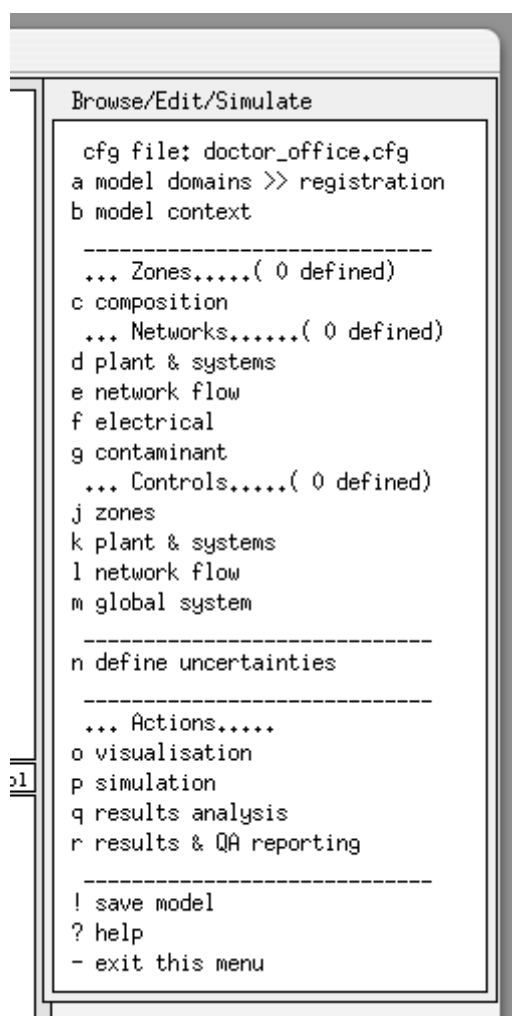


Figura 2.15. Esplora/Modifica prima di aggiungere delle zone.

Poi ti sarà chiesto di descrivere la zona – così parafraseremo la definizione del cliente.

Il dialogo successivo chiede se vogliamo iniziare con una pianta rettangolare, poligonale, 3D generale o bitmap. Ai fini di questo esercizio, seleziona “polygon plan” e controlla che il tuo disegno corrisponda alle figure 1.1 e 1.8.

Questo tipo di input richiede l'altezza (nello spazio reale) del pavimento (0.0 m) e del soffitto (3.0 m).

Quanti muri? La figura 2.17 indica un punto addizionale a $X=4.0$ e $Y=7.0$, dove c'è una apertura nel muro. A ovest di questa apertura c'è una partizione che dà su un'altra parte dell'edificio che non ci preoccupiamo di definire. A est di questo punto, il muro dà verso l'ambiente esterno. Abbiamo bisogno di definire due pareti lungo il lato nord della reception; così il numero totale dei muri che ci apprestiamo ad estrarre è di 7.



Le frecce mostrate nella figura 2.17 indicano l'ordinamento delle pareti. Ricorda questa regola: quando estrudi una pianta procedi in senso antiorario. Scriviti prima le coordinate critiche e non rispondere al telefono.

In questo caso, inizieremo con 0.0,4.0 e poi con 4.0,4.0 etc. attorno a 0.0,7.0 (non abbiamo bisogno di ripetere il punto iniziale).

Quando le coordinate dei muri sono state definite, hai l'opzione di accettarle. Se temi di avere fatto un errore, dì di no e avrai la possibilità di controllare e modificare i dati.

Il dialogo "Rotation angle?" ti permette di definire le coordinate in orientamento cardinale e poi ruotarle per riflettere le condizioni del sito. Puoi anche eseguire trasformazioni e rotazioni successivamente. Per saltare la rotazione, lascia l'angolo di rotazione a 0 in figura 2.18.

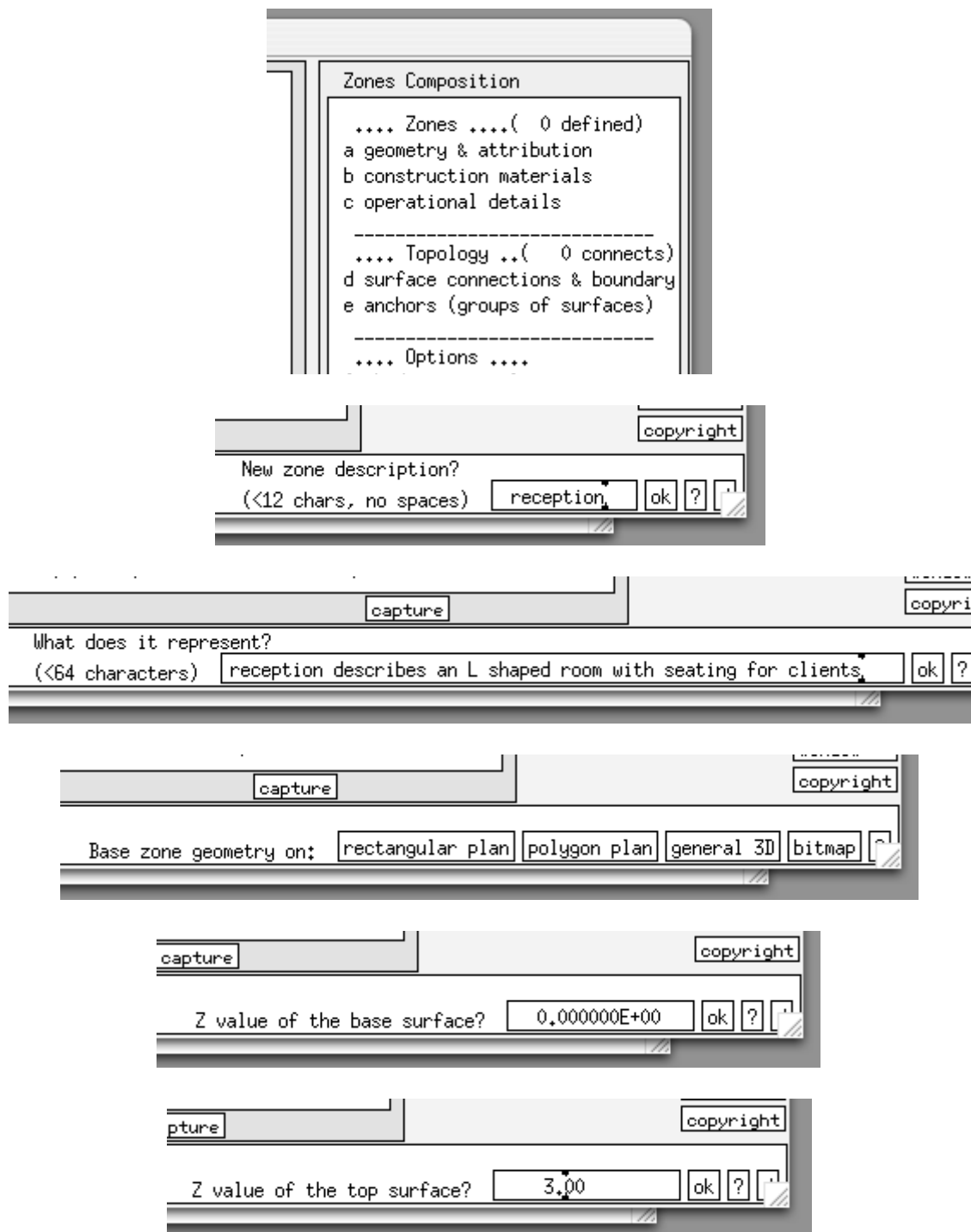


Figura 2.16. Nome della zona, descrizione, forma.

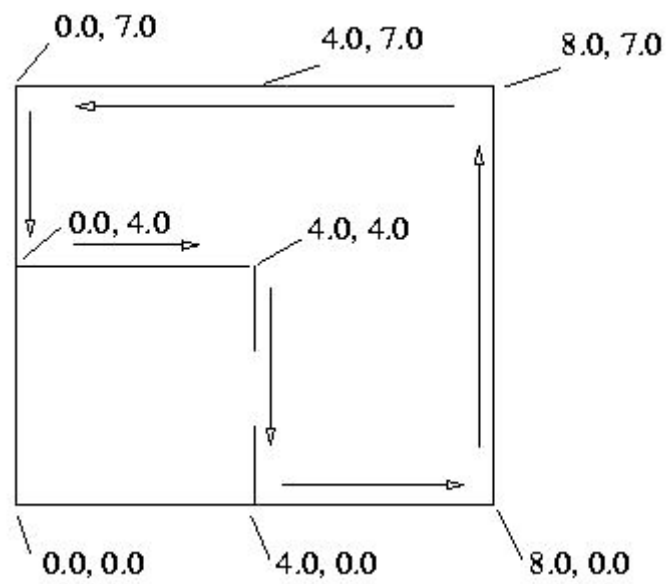


Figura 2.17. Elenco di coordinate in pianta.

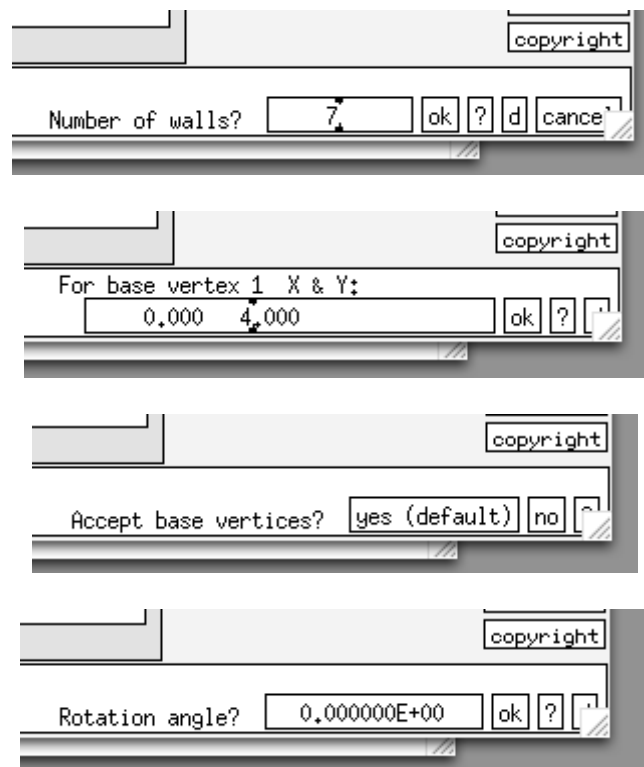


Figura 2.18. Passaggi richiesti per l'estrusione.

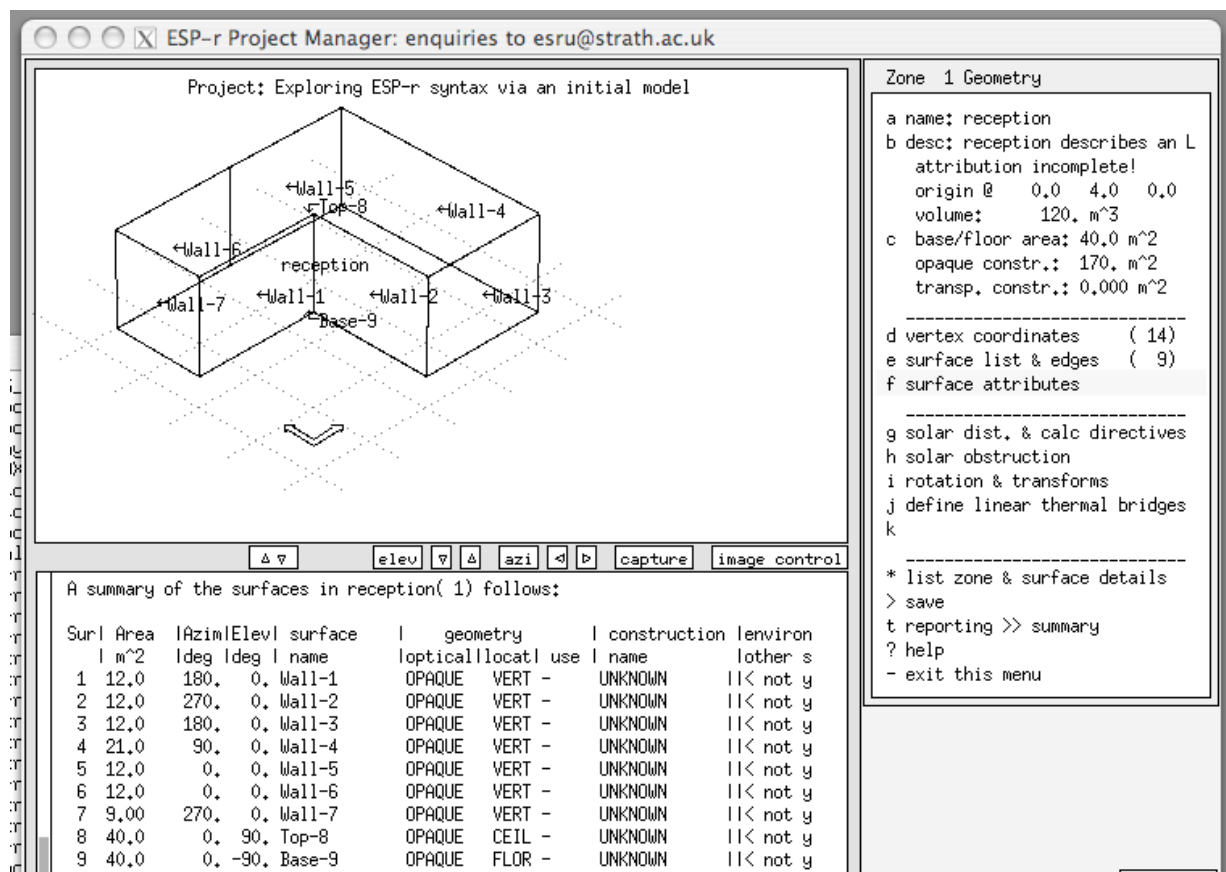


Figura 2.19. Ed ecco cosa viene fuori!

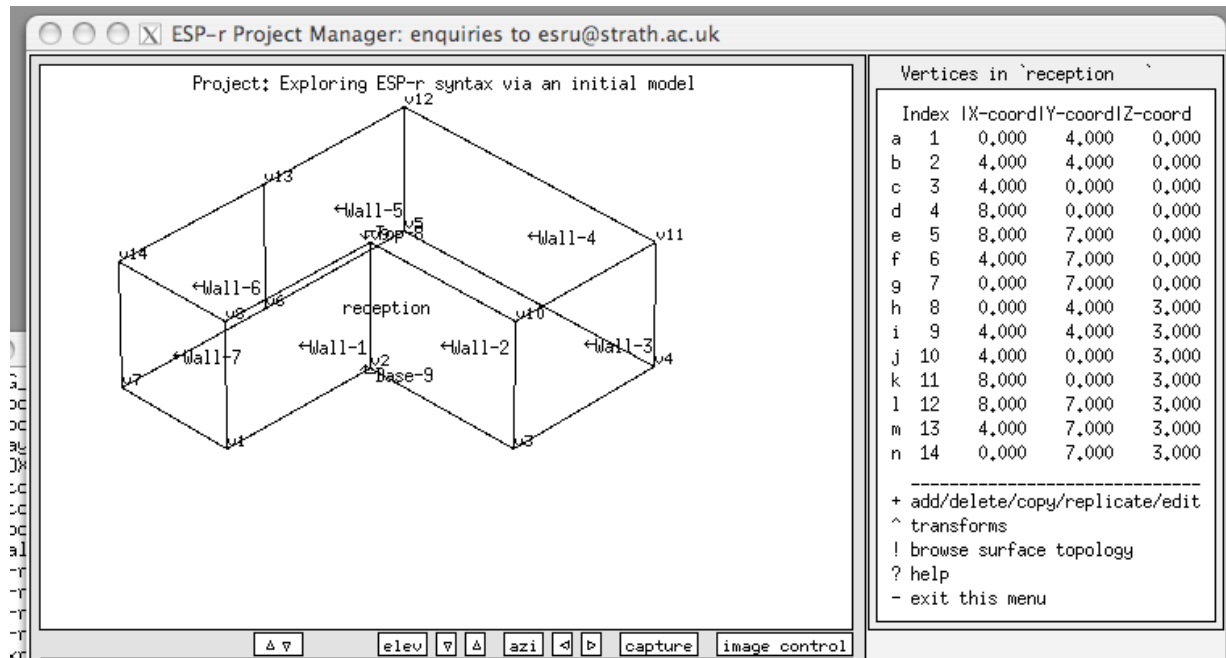


Figura 2.20. Elenco iniziale di coordinate.

Surface topology of reception				
enclosure: properly bounded				
Surface name	No.	Verts (anti-clk vert from outside)		
a Wall-1	4	1	2	9 8
b Wall-2	4	2	3	10 9
c Wall-3	4	3	4	11 10
d Wall-4	4	4	5	12 11
e Wall-5	4	5	6	13 12
f Wall-6	4	6	7	14 13
g Wall-7	4	7	1	8 14
h Top-8	7	8	9	10 11 12..
i Base-9	7	1	7	6 5 4..
+ add/insert/copy/extrude_from				
* delete a surface				
> transforms				
! browse surface-vertex topology				
@ check surface-vertex topology				
? help				
- exit this menu				

Figura 2.21. Elenco iniziale di spigoli di superfici.

Una volta che avrai accettato i punti, il display del *Project manager* si aggiornerà, arrivando alla situazione mostrata nelle figure 2.19 e 2.20. Con un elenco delle associazioni di vertici in figura 2.21 ci sono varie cose da notare a proposito del feedback grafico e delle opzioni di comando.

- Gli elementi che iniziano con un carattere “-“ possono essere selezionati e quelli che iniziano con uno spazio bianco nella prima colonna sono voci derivate (che saranno aggiornate man mano che aggiorni il modello).
- Nell’area grafica di feedback (dell’interfaccia X11) ci sono un certo numero di bottoni, per cambiare il punto di vista e la dimensione del feedback grafico e per controllare l’immagine a schermo. Quest’ultimo ti consente di accendere e spegnere i nomi, i vertici e il punto di origine. Dedica alcuni minuti ad esplorare il loro comportamento. L’interfaccia GTK+ include funzioni per regolare i parametri di visualizzazione (vedi Appendice “Versione”).
- Il feedback di testo mostrato nella figura 2.19 include un riassunto sulla geometria della zona e un elenco degli attributi e dei valori derivati per ciascuna delle superfici. Questo rapporto è concepito per essere *di complemento* all’immagine wireframe, e noterai che la parola “UNKNOWN” compare molte volte; quindi, c’è ancora del lavoro da fare!
- Noterai che alle superfici sono stati dati nomi come “Wall-1” e “Base-9”. Questi non sono ambigui, senza essere particolarmente di aiuto.

Porte e finestre

In ESP-r, le porte e le finestre dovrebbero essere incluse come superfici in un modello se sono *importanti a livello termico*. Un approccio tattico include anche porte e finestre se esse rendono più facili la *comprensione del modello per gli altri*. La porta probabilmente cade nella seconda categoria – risparmiamo tempo perché non dobbiamo spiegare perché non l'abbiamo messa.

Essenzialmente, una superficie è una finestra o una porta se decidi di darle un nome che ti ricorda quella decisione. Questo è in qualche modo differente da quanto succede con altri strumenti di simulazione: quindi vale la pena di esaminare le regole da considerare.

- una superficie in un modello può essere una superficie vetrata o una porta, con l'eccezione che una superficie trasparente non può essere usata per una connessione *back-to-back* (retro contro retro, NdT) rappresentante la massa termica *in una zona*;
- le loro forme sono limitate solo dalle normali regole che valgono per i poligoni;
- se i vetri non hanno telaio, non c'è bisogno che essi derivino per *filiatura* da un'altra superficie;
- porte e finestre possono essere limitate da più di una superficie (per esempio, il vetro può avere un telaio sulla sinistra e in alto, ma essere adiacente a un pannello di davanzale inferiormente);
- la base di una porta (o di una finestra) può trovarsi a livello del pavimento o essere rialzata;
- la composizione di porte e finestre può essere costituita da ogni stratificazione costruttiva valida (per esempio, le porte possono essere trasparenti o opache e le finestre possono essere opache, anche se questo può confondere gli altri).
- Se vuoi rappresentare la parte di vetro *adiacente al telaio* differentemente dal *centro del vetro*, puoi correggerne le proprietà termofisiche e ottiche o creare due superfici separate.

In ESP-r, la radiazione solare attraverserà qualsiasi superficie che abbia un set di attributi ottici. E' il caso delle superfici affacciate verso l'esterno e delle superfici che servano da partizione per altre zone. Una costruzione può utilizzare il vetro come materiale e considererà il vetro come opaco se esso è abbinato alla proprietà ottica "OPAQUE".

A livello termofisico, una porta è trattata come ogni altra superficie in ESP-r. Le superfici con proprietà ottiche trasmetteranno e assorbiranno radiazione solare, ma saranno per gli altri aspetti trattate come ogni altra superficie. Altri strumenti di simulazione possono trattare porte e finestre come entità semplificate, per esempio utilizzando il fattore di guadagno solare anziché prendendo in considerazione esplicitamente la radiazione e la convezione dalle superfici vetrate.

Hai varie scelte per il trattamento dei telai delle finestre. Puoi rappresentarli esplicitamente come una o più superfici nella zona. Un telaio può girare attorno a un vetro o si può adottare un

approccio astratto e compattare tutto il telaio affacciato in una direzione verso un vano così da rappresentarlo con una singola superficie.

Hai anche varie scelte per i vetri. Se il posizionamento orizzontale è importante, crea zone con una rappresentazione esplicita. Se solo l'area e l'orientamento del vetro sono importanti, puoi scegliere un approccio astratto e compattare tutte le vetrazioni di un tipo in una singola superficie.

Una questione che puoi considerare è la superficie relativa di una zona e l'interazione tra più superfici.

- se una grande lastra di vetro è usata in una stanza con superfici piccole (per esempio, schermature a lamelle esplicithe) potresti voler suddividere il vetro;
- se stai calcolando dei fattori di vista, allora la presenza di dimensioni piccole può confondere questi calcoli – per esempio un telaio largo 20 mm attorno a una vetratura grande o attorno alla superficie di una porta può non ottenere sufficienti punti di griglia per un calcolo accurato;
- se sei interessato al comfort locale, puoi prendere in considerazione la possibilità di aumentare la risoluzione geometrica nella parte di zona dove viene stimato il comfort;
- se l'impatto della distribuzione solare è importante (per esempio, nel caso della progettazione solare passiva) puoi scegliere di suddividere il pavimento e la massa di inerzia termica principale per prendere in considerazione l'accesso dei raggi solari e/o puoi utilizzare rappresentazioni esplicite dei vetri.

In ESP-r, l'aria passa tra le stanze SOLO se definisci un programma orario dei flussi d'aria o crei una rete di ventilazione. Includere una porta, una griglia o una finestra in corrispondenza dell'entità dove avviene movimento d'aria è facoltativo. Ma certi indizi possono contribuire a rendere più chiaro un modello.



Se il tuo modello in ESP-r è destinato ad essere esportato a una applicazione che ha differenti regole per le porte e le finestre, prendi in considerazione anche le regole dettate da questa applicazione (se possibile). Per esempio, Energy Plus richiede che la superficie vetrata sia una superficie "figlia" di un "genitore" opaco; in questo caso assicurati che i vetri nei modelli in ESP-r siano rappresentati in quel modo. Verifica vari approcci per vedere quale funziona meglio.

La nostra operazione successiva (mostrata nelle figure 2.22 e 2.27) è quella di inserire una finestra in Wall-3 e Wall-5 e una porta in Wall-2. L'interfaccia fornisce un modo per fare un "buco" rettangolare in una superficie esistente e piazzare una nuova superficie in quel buco. La superficie originante ("genitore") avvolge da tutti i lati la superficie "figlia".

Nella figura 2.22 è visibile una serie di opzioni per creare una nuova superficie. Userai queste opzioni frequentemente, e quindi vale la pena di esplorarle per identificare quali varianti potrebbero essere usate nelle varie situazioni. L'interfaccia fornisce anche un'opzione per inserire una porta in una superficie. Lo si fa avvolgendola con una superficie esistente attorno ai lati della porta e in corrispondenza della sua parte superiore.

In tutti e due i casi ti sarà chiesto di fornire una distanza dai bordi (*offset*, NdT), una larghezza e un'altezza del rettangolo da inserire. La distanza è intesa dall'angolo inferiore sinistro della superficie esistente (guardandola dall'esterno). Queste funzioni incluse in ESP-r supportano l'inserzione di superficie "figlie" rettangolari. Ma in ESP-r non c'è nessun bisogno specifico che le porte e le finestre siano rettangolari. Se il progetto include una apertura ad arco o una finestra rotonda, tu puoi modellarle (la superficie però dovrà essere costituita da segmenti rettilinei).

Secondo la figura 1.1, la finestra in Wall-3 inizia a 2.0 m dal pavimento ed è centrata nel muro. Così la distanza di *offset* X è 0.5 m, l'*offset* Z è 2.0 m e la grandezza della finestra è 3.0 m x 0.75 m (vedi figura 2.24). Gli stessi *offset* e dimensioni valgono per la finestra da inserire in Wall-5. La porta è a 1.5 m dallo spigolo di Wall-2 ed è larga 1.0 m (vedi la figura 2.26). Nella specifica non è data nessuna altezza, così assumiamo 2.1 m.

Iniziando con la finestra in Wall-3, seleziona "surface list and edges -> add/insert/copy/extrude_from" e poi scegli "inserted into a surface -> within surface".

Nota che ci sono anche opzioni per inserire una superficie come percentage of parent surface (percentuale della superficie "genitrice", NdT).

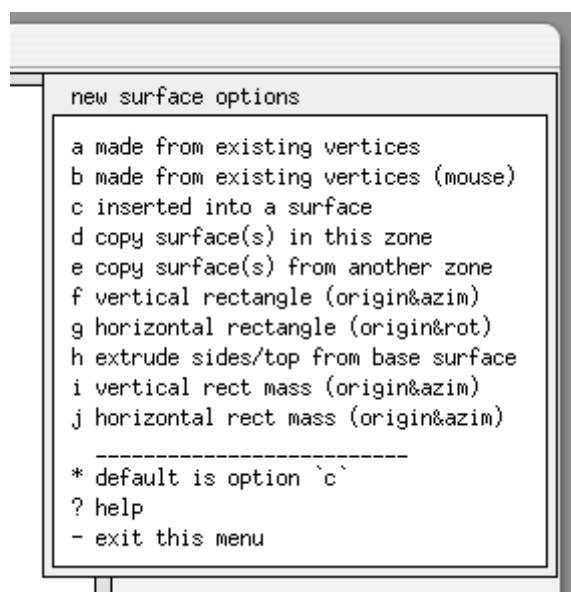


Figura 2.22. Opzioni per creare delle superfici.

Fornisci le dimensioni specificate nel paragrafo sopra e il posizionamento proposto per le finestre sarà mostrato nel wireframe. **Se non andrà bene**, puoi reimmettere i dati; altrimenti sarà aggiunta una superficie e la Wall-3 esistente, che aveva 4 spigoli, diventa una superficie con 10 spigoli che avvolge la nuova superficie. Ti sarà chiesto di dare un nome alla nuova superficie. Potrebbe essere “south_glz” o qualcosa di simile. Dopo di che, scegli una stratificazione costruttiva per essa (c’è una voce “dbl_glz” nel database “constructions”).

Una aggiunta recente ad ESP-r è il concetto che le superfici abbiano *attributi d’uso (usage attributes*, figura 2.23). Le operazioni di compatibilità del codice sono assistite se noi identifichiamo la “WINDOW” come una facciata che soddisfa i requisiti del codice. Si sta lavorando per utilizzare questi attributi d’uso quando si esportano modelli di ESP-r. Una futura versione di ESP-r farà anche uso di un attributo “tipo di apertura” (figura 2.25) per aiutare a creare una rete di ventilazione (adesso gli attributi sono *usati solo per documentazione*).

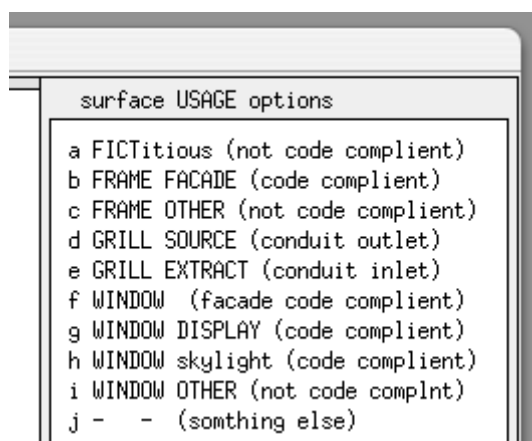


Figura 2.23. Utilizzo per la finestra.

Ripeti questo processo per la finestra in Wall-5. Ricorda che puoi ruotare il punto di vista wireframe per vedere meglio il tuo lavoro.

Per la porta, usa l’opzione “inserted into a surface -> at base”. Wall-2 è larga 4 m e se la porta deve essere larga 1.0 m (si tratta di un laboratorio medico) allora l’*offset* per la porta sarà 1.5 m in figura 2.26. Quando avrai fatto questo la schermata dovrebbe apparire come quella in figura 2.27.

Cosa potresti cercare nell’interfaccia a questo punto? L’immagine in wireframe è *di complemento* al testo nel rapporto riportato sotto. Il wireframe ed il testo sono concepiti per essere usati insieme.

Per esempio, una superficie in wireframe può sembrare corretta, ma il rapporto può indicare che è rivolta verso la direzione opposta a quella necessaria. I dati inclusi nell’area del rapporto di testo di feedback sono simili a quelli inclusi in un rapporto per l’assicurazione della qualità (discusso più avanti).

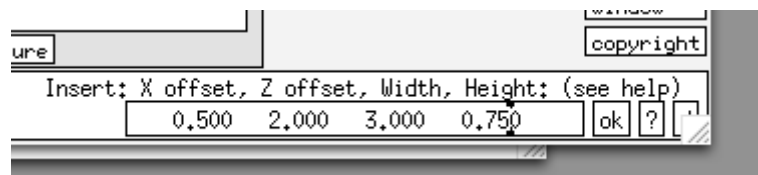


Figura 2.24. Grandezza e *offset* per le finestre.

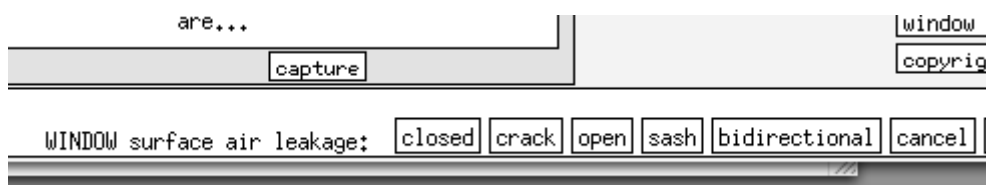


Figura 2.25. Grandezza delle aperture finestrate.

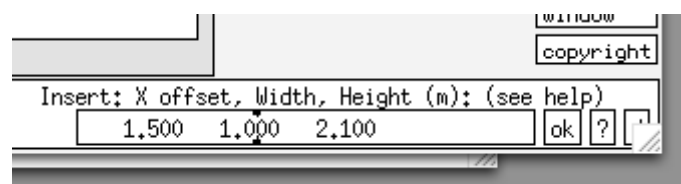


Figura 2.26. Dimensioni delle porte.

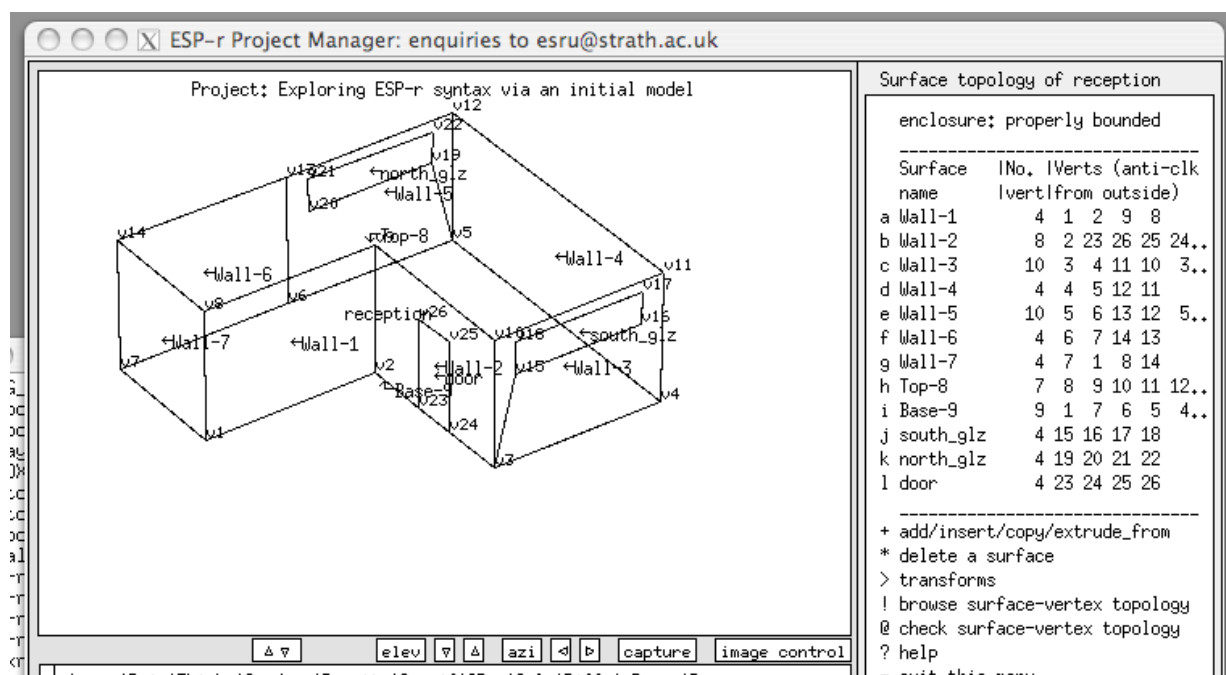


Figura 2.27. La reception dopo l'aggiunta di porte e finestre.

Ovviamente, a questo punto tutte le entità iniziali hanno nomi di default e molti degli attributi sono "UNKNOWN", non attribuiti. L'attribuzione delle superfici è ciò a cui dedicheremo la nostra attenzione nella prossima sezione.

Completamento dell'attribuzione

A livello tattico, preferiremmo che gli altri trovassero facile capire i nostri modelli. Se potessimo anche ridurre gli errori e velocizzare le operazioni per l'assicurazione della qualità otterremmo una combinazione vincente. Un pattern efficace per l'attribuzione nei modelli è quello di iniziare con i nomi delle superfici, così che le operazioni e i rapporti seguenti richiedono meno sforzo mentale. Ma ovviamente se vuoi scegliere la via difficile...

Surfaces in reception		
Name	Composition	Facing
a Wall-1	UNKNOWN	UNKNOWN
b Wall-2	UNKNOWN	UNKNOWN
c Wall-3	UNKNOWN	UNKNOWN
d Wall-4	UNKNOWN	UNKNOWN
e Wall-5	UNKNOWN	UNKNOWN
f Wall-6	UNKNOWN	UNKNOWN
g Wall-7	UNKNOWN	UNKNOWN
h Top-8	UNKNOWN	UNKNOWN
i Base-9	UNKNOWN	UNKNOWN
j south_glz	dbl_glz	UNKNOWN
k north_glz	dbl_glz	UNKNOWN
l door	door	UNKNOWN

* attribute many		
? help		
- exit		

Figura 2.28. Attribuzione della(e) superficie(i).

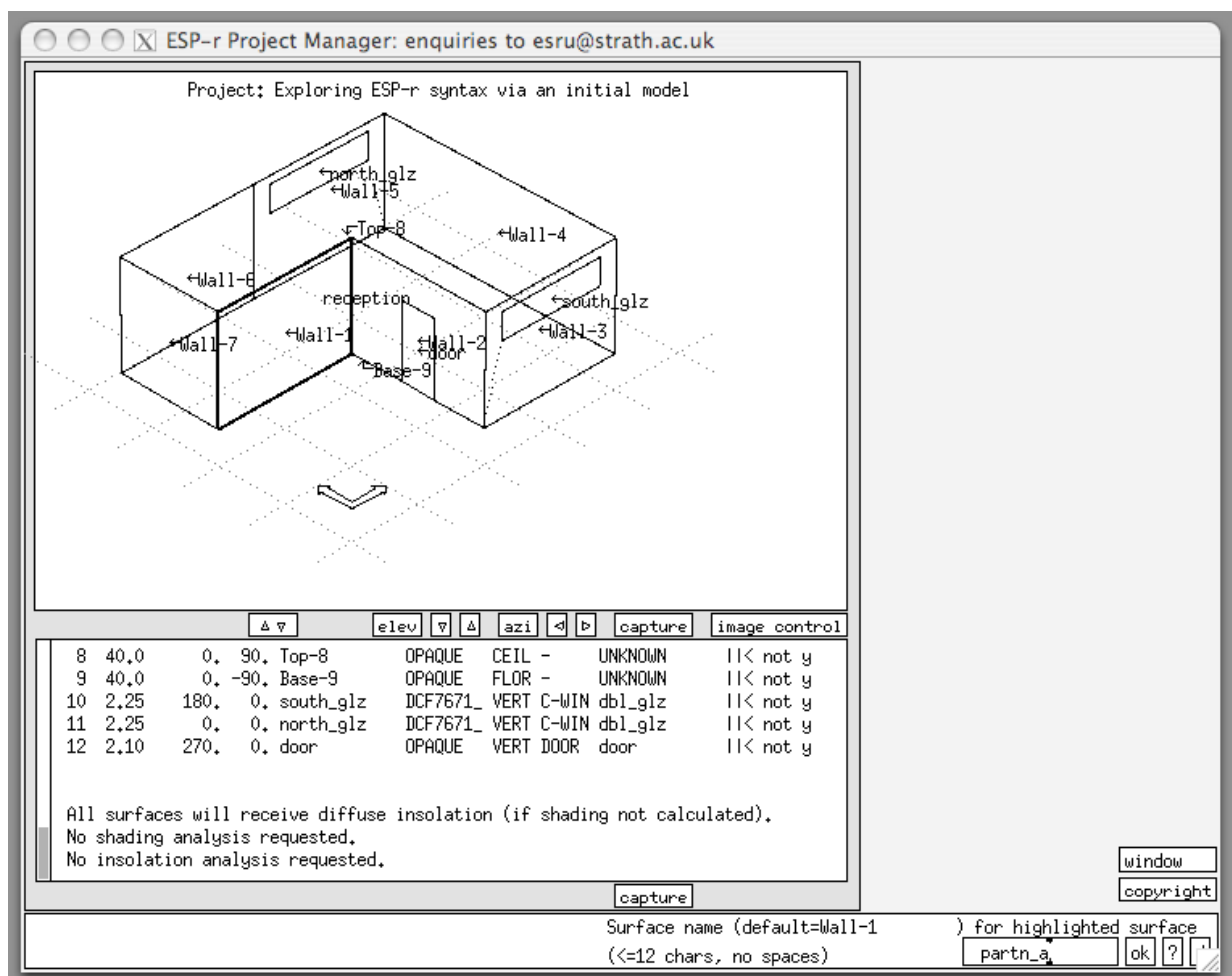
Come mostrato nella figura 2.28, i menu per l'attribuzione delle superfici includono una opzione “*attribute many” (attribuisci più di una – che usa un dialogo per la selezione dell'elenco descritto nell'Appendice “Versione”). Hai una scelta per l'attribuzione del nome, per la composizione, per le condizioni al contorno (*boundary conditions*, NdT); seleziona “Name” (nome, NdT); ti verrà chiesto di definire il nome di ciascuna delle superfici selezionate (nota che ogni volta la superficie in questione è evidenziata nel disegno wireframe). Dopo avere attribuito i nomi, il display sarà aggiornato come nella figura 2.29.



A livello tattico, vogliamo prendere possesso dei nostri modelli. Dare nomi alle entità è un passaggio chiave *specialmente se aiuta il gruppo di progettazione*. Il pattern usato in questa stanza è uno dei molti possibili pattern e la regola è, grosso modo:

- nomi come solaio (floor), soffitto (ceiling), porta_ingresso (entry_door) hanno quasi un riconoscimento istantaneo;
- se il solaio o il soffitto è rappresentato da più superfici, allora metti davanti un identificatore comune unico; per esempio, solaio_a (floor_a), solaio_b (floor_b) or solaio_1 (floor_1), solaio_2 (floor_2) (ma questo secondo modo si presta ad essere male interpretato);
- i muri che danno verso l'esterno possono indicare un orientamento, come per esempio "north_wall", "east_wall"; ma se un modello può essere ruotato, questi nomi possono essere confusi; così un nome come "front_wall" è meglio;
- le partizioni possono essere nominate basandosi sulle zone da ciascuna delle parti, come per esempio "kitchen_partn" (*kitchen partition*, partizione della cucina, NdT), "corridor_partn" (*corridor partition*, partizione del corridoio); mentre altri preferiscono "partn_a", "partn_b".

Il pattern sopra descritto usa il nome per dare un'indicazione sulla collocazione e sulla composizione della superficie. Nota: ESP-r cerca combinazioni uniche di caratteri, così vanno bene anche altri linguaggi, purché siano utilizzati caratteri ASCII.



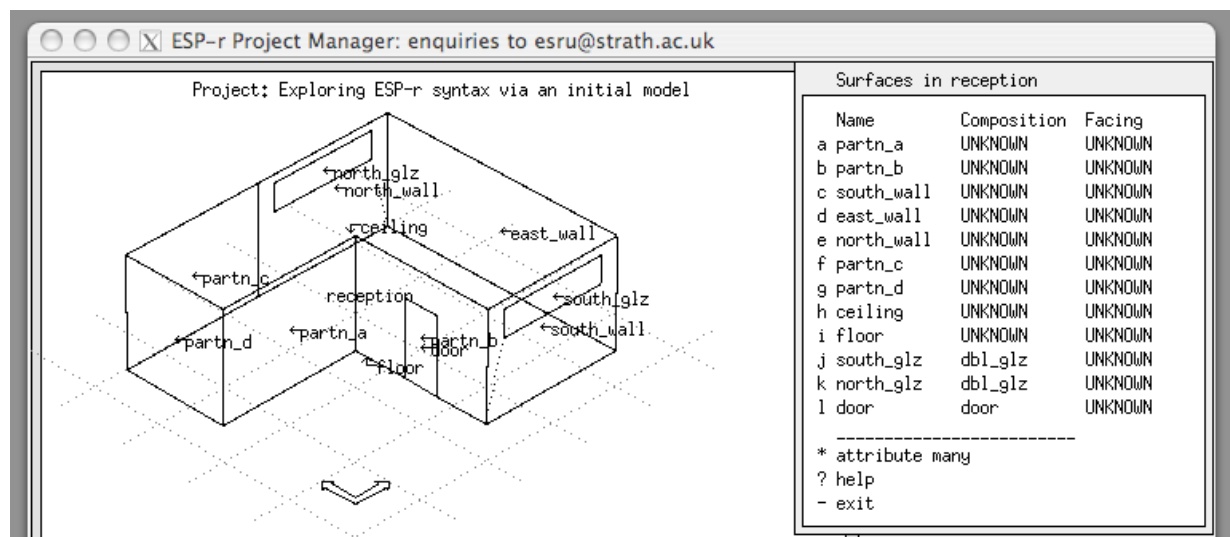


Figura 2.29. Denominazione delle superfici.

Tipicamente, l'operazione successiva sarebbe aggiungere attributi relativi alla costruzione per quelle superfici su cui hai un'opinione. Usa la lista delle soluzioni di costruzioni *utili* che hai scritto quando stavi guardando i database. Dove più superfici hanno in comune le stesse stratigrafie di costruzione, usa l'opzione "**attribute many*". Altrimenti seleziona la superficie che vuoi attribuire come nella figura 2.30, dove sono riportati tutti gli attributi della superficie e dove sono disponibili per la modifica. Dopo che avrai selezionato le soluzioni costruttive, l'interfaccia sarà come la seconda parte della figura.

Per il momento salta le condizioni al contorno – c'è un processo per assegnare automaticamente questo attributo in seguito.

L'importante, a proposito di una modalità di attribuzione prudente, è che la combinazione di immagine grafica e attributi delle superfici assicuri che il modello sia corretto. Se qualcosa chiamato "porta" è composto da calcestruzzo e vedi nell'immagine che esso è orizzontale, è probabile che qualcuno lo noti!

Surface Attributes

```

a surface name      : ceiling
b surface type      : OPAQUE
c surface location: CEIL
  surface area m^2:  40.000
  azimuth & elevation: 0.00 90.00
  perimeter length: 30.000
d (N/A)
e construction      : UNKNOWN
f environment       : UNKNOWN
g child of          : -
h use type          : ordinary surface
  use subtype:

-----
+ add glazing/door/opening
? help
- exit to zone description

```

Surfaces in reception

Name	Composition	Facing
a partn_a	int_part	UNKNOWN
b partn_b	int_part	UNKNOWN
c south_wall	extern_wall	UNKNOWN
d east_wall	extern_wall	UNKNOWN
e north_wall	extern_wall	UNKNOWN
f partn_c	int_part	UNKNOWN
g partn_d	int_part	UNKNOWN
h ceiling	flat_roof	UNKNOWN
i floor	office_floor	UNKNOWN
j south_glz	dbl_glz	UNKNOWN
k north_glz	dbl_glz	UNKNOWN
l door	door	UNKNOWN

```

-----
* attribute many
? help
- exit

```

Figura 2.30. Attributi di una superficie ed elenco delle superfici.

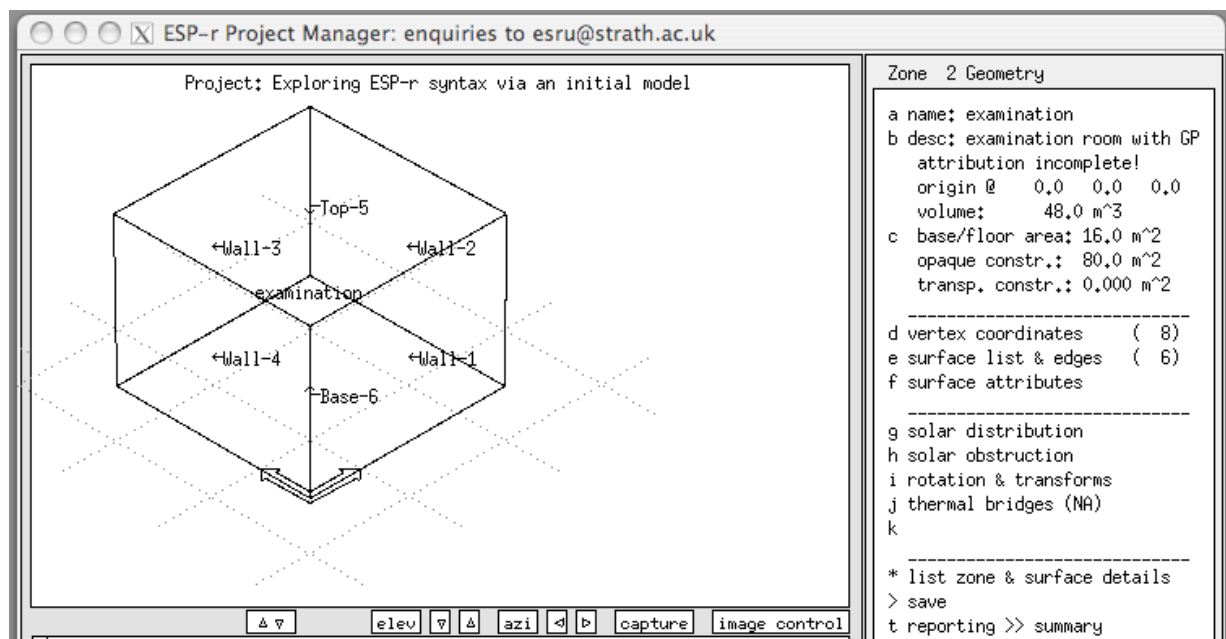


Figura 2.31. Forma iniziale “a scatola” della stanza dell’esite.

Aggiunta della stanza delle visite

La stanza delle visite in pianta è rettangolare, ma ha un tetto inclinato e ha in comune delle partizioni con la reception. Ci sono vari approcci per creare questa zona:

- inizia con una forma semplice e falla evolvere;
- usa le coordinate e collegale assieme per formare le superfici della zona.

Ai fini di questo esercizio, ci apprestiamo a iniziare con una forma semplice (una scatola) e trasformarla nella forma finale. Se vuoi fare della pratica aggiuntiva, cerca l’Esercizio 9 nel volume di *Esercizi del Cookbook*. La trasformazione sta per richiedere il cambiamento di due coordinate per alzare la copertura, per cancellare un paio di superfici e poi copiare delle superfici dalla reception. Ai fini dell’esercizio, questo è un approccio efficiente, che ti darà modo di lavorare con un certo numero di funzioni di trasformazione.

Riferendoci nuovamente alle figure 1.2 e 1.8, la scatola iniziale ha origine in 0.0, 0.0, 0.0, ha una larghezza di 4 m (l’est è lungo l’asse X), una profondità di 4 m (il nord lungo l’asse Y) ed è alta 3 m.

Quindi ritorna a “Model Management -> browse/edit/simulate -> composition -> geometry & attributions”. Seleziona l’opzione di aggiungere una zona via “input dimensions”.

Ti sarà chiesto un nome (di “examination”) e una descrizione (di qualcosa come “stanza delle visite con il dottore e un paziente durante gli orari di ufficio”). Ti sarà chiesta una scelta di forma iniziale, e questa volta scegli “rectangular plan”.

Ti saranno chiesti l'origine (0.0 0.0 0.0), le dimensioni (4.0 4.0 3.0) e l'orientamento (0.0). Il risultato è mostrato nella figura 2.31.

Per rendere inclinato il tetto, abbiamo bisogno di portare il valore Z dei vertici 7 e 8 a 4.5 m.

Se non puoi vedere i vertici nella versione X11, seleziona “image control” e seleziona l'opzione “vertices”. Nella versione GTK usa il menu a tendina e seleziona l'opzione “vertices”.

Seleziona l'opzione di menu “vertices”, scegli i vertici 7 e 8 e cambia il valore Z portandolo a 4.5 m. Appena lo avrai fatto, l'immagine wireframe verrà aggiornata (vedi figura 2.32).

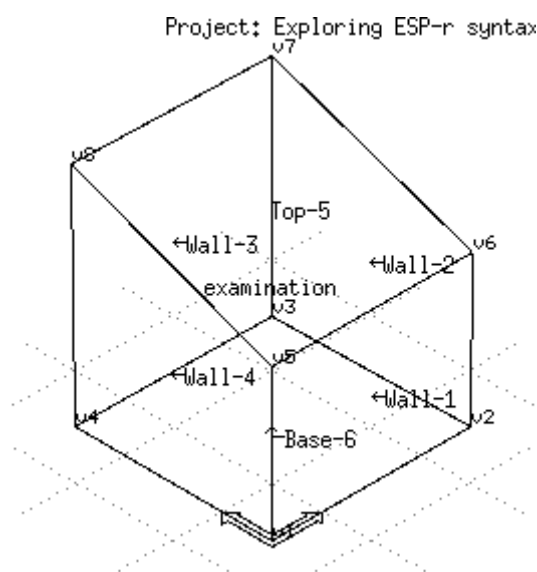


Figura 2.32. Dopo avere modificato i vertici.

ESP-r ha una regola: ogni superficie ha una condizione al contorno. Quindi qual è la condizione al contorno per Wall-2 e Wall-3? Come corrisponde questa al disegno iniziale in figura 1.2? La stanza delle visite ha partizioni adiacenti alla zona della reception, muri esterni e una vetrata a cleristorio (cioè collocata nella parte alta della parete verso l'esterno, NdT).

Un modo rapido per realizzare questa trasformazione è quello di cancellare sia Wall-2, sia Wall-3. L'opzione per fare questo è “surface list & edges -> add/ delete/ copy/ extrude_from”.

Dopo che avrai cancellato quelle superfici, l'immagine wireframe apparirà come nella figura 2.33.

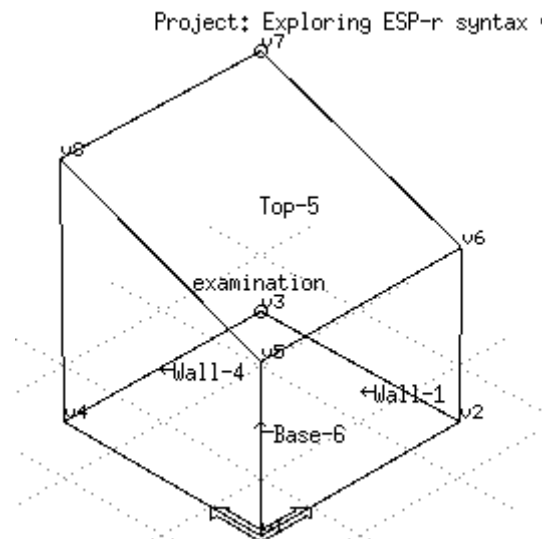


Figura 2.33. Dopo avere cancellato le superfici.

La nostra operazione successiva è quella di aggiungere superfici alla zona copiando le superfici rilevanti dalla reception. La Figura 2.34 mostra le opzioni disponibili. Noi ne useremo diverse man mano che procediamo. Prima seleziona “copy surface from another zone”. Viene presentato un elenco di zone conosciute (seleziona “reception”); seleziona le superfici “part_a”, “part_b” e “door”.

Viene poi presentato un set di opzioni di trasformazione per queste superfici copiate. Queste opzioni ti consentono di riusare delle superfici esistenti in molti modi senza dover prendere una calcolatrice.

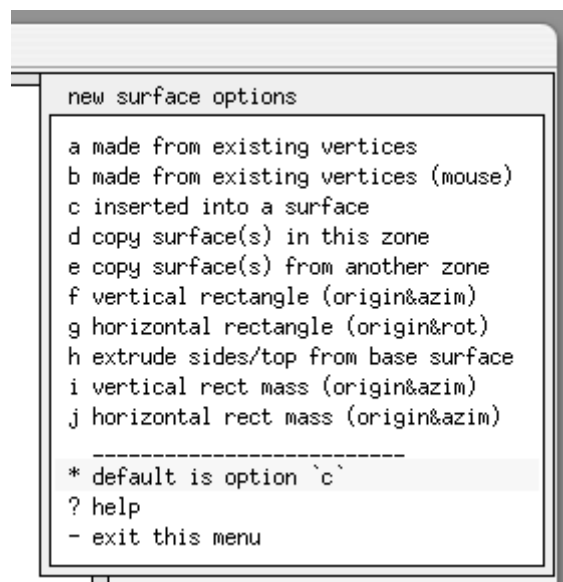


Figura 2.34. Opzioni di copia.

C'è una regola in ESP-r:

l'ordine in cui gli spigoli di una superficie sono definiti indica a ESP-r qual è la faccia esterna della superficie stessa.

Per esempio, "part_a" nella reception ha un azimuth di 180°. Dobbiamo invertire questo e allora selezioniamo l'opzione "invert".

Ti sarà chiesto di confermare questa scelta per le altre due superfici che hai copiato. Ti sarà anche chiesto se ti va bene aggiornare gli spigoli di alcune delle superfici esistenti per prendere in conto i nuovi vertici che sono stati inclusi (di "yes"). Dopo avere copiato le superfici, il tuo modello dovrebbe apparire come in figura 2.36.

La nostra prossima operazione sarà quella di riempire la parte superiore esterna della stanza delle visite. Abbiamo già la maggior parte delle informazioni che ci servono. Una delle opzioni di aggiunta delle superfici è quella da vertici esistenti. Dobbiamo specificare i vertici per la superficie di forma triangolare dal lato est della stanza delle visite.

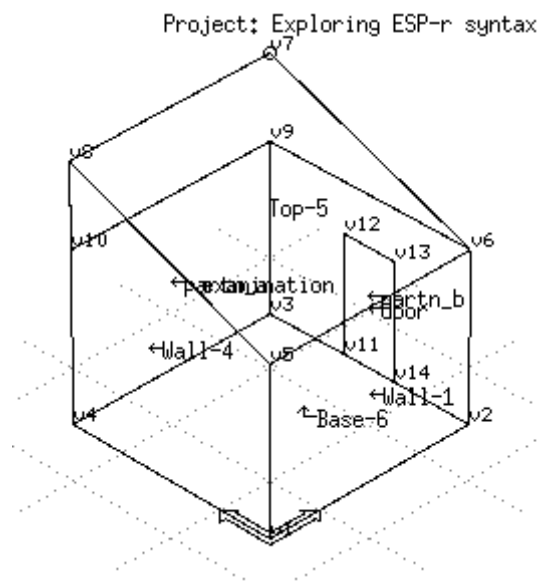


Figura 2.36. Stanza delle visite dopo che sono state copiate le partizioni e la porta.

Un'altra regola di ESP-r è:

Se vedi la faccia esterna in un'immagine wireframe di una superficie, definisci gli spigoli in senso antiorario dall'angolo in basso a sinistra. Se vedi la faccia interna della superficie nel wireframe, definisci gli spigoli in senso orario.

Alla luce di questa regola, ci interessano i vertici 6, 9 e 7. Fà la stessa cosa per il muro sulla faccia nord superiore. Nell'immagine wireframe vediamo la faccia interna, quindi i vertici sono: 9 10 8 7. Questa diventerà il telaio attorno alla finestra alta, a cleristorio; quindi, chiama questa superficie qualcosa come "north_frame".

Segui i passaggi che hai usato nella prima zona per completare l'attribuzione della composizione delle superfici che hanno ancora un valore "UNKNOWN" e per assegnare i nomi. Nota che ci sono meno superfici richiedenti attribuzione. Le superfici copiate saranno parzialmente attribuite. Dopo avere completato l'attribuzione, dovresti vedere qualcosa come la figura 2.37.



71

2.4 Topologia del modello

Avendo completato la morfologia delle zone, rimane l'operazione di definire condizioni al contorno che vadano bene a ciascuna superficie nel modello. C'è un processo automatico per questo e la nostra prossima operazione è fare uso di questa funzione del programma. Per fare della pratica aggiuntiva, completa l'Esercizio 10 in parallelo con la lettura di questa sezione. Vai a "zones composition -> surface connections & boundary" (vedi figura 2.38). L'opzione che selezionerai (dopo essere andato avanti ancora un po' nella lettura) è "check via vertex contiguity"; ma prima clicca sull'opzione di aiuto "?" e leggi cosa c'è scritto sulle funzioni.

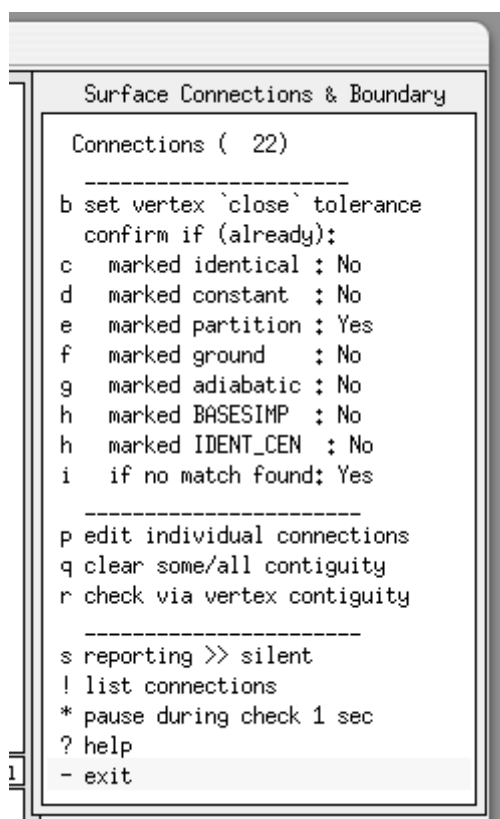


Figura 2.38. Opzioni di topologia nel *project manager*.

La funzione *topology* del programma esamina i poligoni di un modello cercando superfici in varie zone che siano molto corrispondenti in termini di forma e posizione e fa inferenze a partire da ciò per completare le condizioni al contorno attribuite a ciascuna superficie. Quando controlli la tolleranza e l'estensione dei parametri di ricerca, se lo strumento non è sicuro su cosa fare, farà una pausa e chiederà una conferma (figura 2.39).

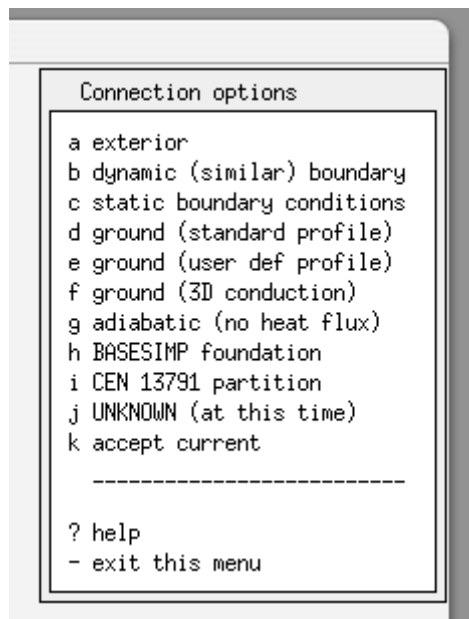


Figura 2.39. Opzioni per il controllo della topologia.

La funzione di controllo della topologia del modello esamina ogni superficie nel modello in sequenza. Si tratta quindi di un ottimo modo per passare in rassegna il tuo modello. Se invochi periodicamente (per dire, dopo avere aggiunto due zone) la funzione *topology*, avrai la possibilità di passare in rassegna il modello nello stesso tempo in cui il programma sta cercando corrispondenze alle nuove superfici che hai aggiunto.

Fino a questo punto la strategia è stata quella di seguire procedure di lavoro che ci aiutino a creare modelli corretti. Come facciamo a sapere che sono corretti? Uno dei passaggi nel controllare la qualità dei nostri modelli è di generare un rapporto per l'assicurazione della qualità e poi confrontarlo con i nostri disegni iniziali. L'Esercizio 12 del volume degli *Esercizi del Cookbook* è tutto sull'assicurazione della qualità e questo punto nel processo di creazione del modello è un momento appropriato per completarlo.

Per lanciare una simulazione, ogni zona in un modello deve includere dati termofisici completi per ciascun layer e ciascuna superficie. Per fare pratica della creazione di questi file, leggi e completa l'esercizio 14 nel volume degli *Esercizi del Cookbook*. Se la geometria iniziale della tua zona è attribuita propriamente, la creazione di questi file relativi alle zone prenderà poco tempo per ciascuna zona.

Capitolo 3

INPUT GEOMETRICI ALTERNATIVI

3 Input geometrici alternativi

ESP-r offre diverse opzioni per l'input geometrico: creare corpi rettangolari, estrarre piani planimetrici, lavorare con poligoni e cliccare sui punti di una griglia; cliccare sui punti di un'immagine bitmap (per esempio, una planimetria o un alzato) o importare disegni CAD.

Sta a te selezionare l'approccio o il mix di approcci appropriati per le tue competenze e per il modello che vuoi creare. Nel programmare le tue attività di simulazione, prendi in considerazione la regolarità della pianta, la qualità dell'immagine bitmap e il livello di chiarezza del file CAD. Una pianta con un pattern di 1.3 m x 1.7 m che si ripete, non si adatterà facilmente alle opzioni di griglia di ESP-r. Su una immagine bitmap con solo pochi pixel per metro sarà difficile selezionare accuratamente i punti, e un modello CAD che includa migliaia di superfici extra per il mobilio potrebbe essere un buon candidato per la conversione a immagine bitmap. Valuta anche se potresti utilizzare le funzioni discusse in questa sezione per acquisire punti su un alzato curvo e su planimetrie non rettilinee.

Questa sezione si focalizza sull'operazione di creare, cliccando su una griglia, lo stesso modello del primo esercizio. Poi verranno mostrati esempi su come utilizzare immagini da relazioni e mappe storiche come sorgenti dei punti da utilizzarsi in un modello.



Se stai usando l'interfaccia Windows nativa o la versione GTK di ESP-r, questa alternativa non è ancora disponibile su nessuna delle piattaforme utilizzabili.

Il passaggio per ri-creare l'ufficio medico è essenzialmente lo stesso:

- passa in rassegna l'informazione disponibile;
- stabilisci il livello di dettaglio richiesto;
- schizza il modello (usa il tuo precedente disegno);
- identifica le dimensioni e/o i punti critici nel modello;
- prendi decisioni sulla sequenza di creazione delle zone e delle superfici.

Inizia con una rassegna del modello considerato nel primo esercizio e trova le note che ti sono servite. Le dimensioni complessive del modello sono di 8 m (in direzione est-ovest) e 7 m (in direzione nord-sud). Gli angoli cadono su punti della griglia. L'eccezione sono le porte e le finestre, ma saranno aggiunte dopo. Per questo esercizio usa una griglia di 0.5 m per generare le zone.

Come nel caso del primo esercizio, l'identificazione delle dimensioni critiche, magari attraverso la sovrapposizione del tuo disegno iniziale, è *un passo chiave per questa modalità alternativa di input*. Tu sposterai la tua attenzione tra il disegno e lo schermo. Così avrai modo di riscontrare il tuo stato di avanzamento.

In questo esercizio estruderai entrambe le zone in sequenza e poi userai le normali funzioni di manipolazione geometrica per rendere inclinato il tetto della stanza delle visite e per aggiungere le porte e le finestre in ciascuna zona. Tipicamente, si vorrà creare una sequenza di zone (o anche un intero modello) in una sola sessione.

Un utente esperto potrebbe aspettarsi un tempo di creazione medio di una superficie di pochi secondi e potrebbe inserire due dozzine di zone in una sola sessione. Questo esercizio è inteso per aiutarti ad acquisire le competenze necessaria a usare la funzione “click-on-grid”.

Prima di usare la tua tastiera e il mouse leggi le prossime pagine e guarda le figure. Ci sono vari passaggi presi in considerazione. Coloro che pianificheranno il loro lavoro e poi realizzeranno la planimetria senza interruzione avranno le maggiori probabilità di successo.

3.1 Alla tastiera

Inizia questo nuovo progetto chiudendo le eventuali sessioni aperte di Esp-r. Ritorna, nella *shell*, va dove tieni i tuoi modelli, invoca ESP-r e crea un nuovo modello seguendo lo stesso processo che avevi seguito inizialmente.

- seleziona “Model Management -> create new” con “gp_grid” come nome radice (nome di *root*).

- Accetta le cartelle create automaticamente per questo modello e completa la descrizione generica del progetto.

- inserisci i dati relativi al sito.

Dopo che i dettagli relativi al sito saranno stati inseriti, seleziona “browse/edit/simulate -> composition-> geometry & attribution”.

Seleziona “dimensional input” e fornisci il nome e la descrizione della prima zona (*reception*).

Iniziamo a cliccare...

Per usare l'approccio alla definizione grafica di tipo “click on grid” scegli l'opzione “bitmap”.

Questa apre una finestra di comando iniziale (vuota), come mostrato nella figura 3.1, che ti consente di selezionare varie griglie predefinite o di fornire la tua immagine bitmap (scansita da un documento cartaceo o creata da uno strumento CAD).

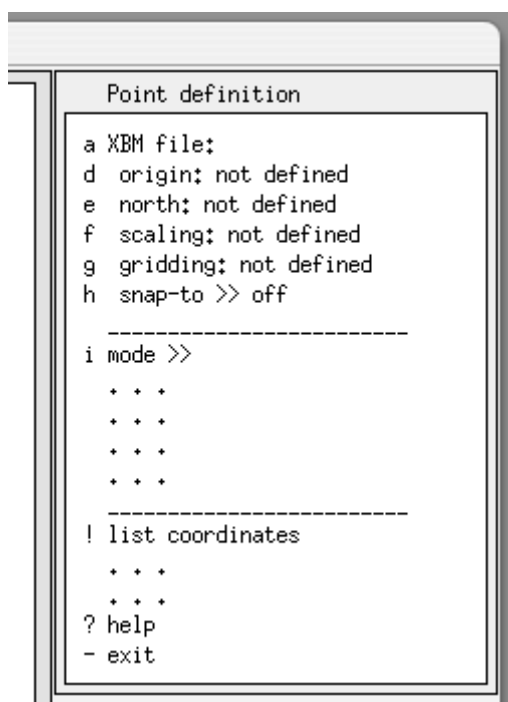


Figura 3.1. Menu di apertura di “click-on-bitmap”.

Prima di selezionare il file griglia, metti a posto la grandezza dell’area grafica di feedback così che essa si avvicini a quella di un quadrato. Puoi anche utilizzare il *Window manager* per regolare la grandezza del *Project manager* per avere molto spazio su cui lavorare. Questo ti eviterà di dover eseguire dei “pan” mentre lavori.

Ai fini di questo esercizio, seleziona l’opzione di griglia “large” e accetta il nome di file suggerito nella finestra di dialogo. Questa opzione ti dà 23 punti orizzontali e 17 verticali; quindi considerare ciascuno spazio di modulo 0.5 ti darà molto spazio.

La griglia iniziale richiede ulteriori informazioni affinché tu possa usarla come base per creare nuove zone.

- identifica l’origine ($X=0.0$, $Y=0.0$), tipicamente a poca distanza dall’angolo più in basso a sinistra; per dire, al segno “+” sulla sinistra.
- definisci la scala della griglia disegnando una linea della lunghezza data. Se ciascuno dei “+” è spaziato di 1.0 m , tira una linea dal “+” a sinistra al quarto “+” e specifica 4.0 per la distanza.

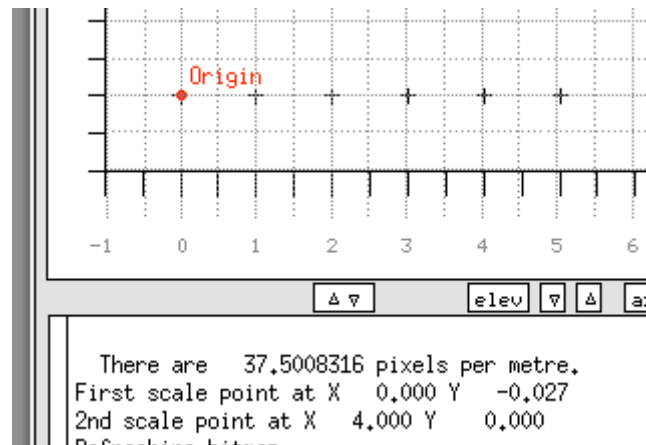


Figura 3.2. Origine, scala e griglia.

Se ti proponi di definire delle zone che si estendono a valori negative di X e Y, puoi spostare la posizione dell'origine per tenere conto di questo. Nota che puoi eseguire dei “pan” verso destra o verso l’alto come ti è necessario, ma non puoi andare a sinistra o giù rispetto all’origine dopo che l’hai specificata.

Adesso che la scala è definita: la griglia reale può essere sovrapposta ad essa selezionando le opzioni di griglia (scegli 0.5 m). Poi attiva l’opzione “snap-to”.

L’opzione di menu “mode >>” (figura 3.3) elenca un certo numero di modi per inserire dati sui punti. Le prime due opzioni sono utili per dati topografici o relativi ai siti. L’opzione “floor plan extrusion” è equivalente all’opzione per l’estrusione di piani che abbiamo usato nell’esercizio iniziale per creare la zona reception. Tuttavia, questa volta anziché inserire le coordinate da tastiera clicca sui punti della griglia che hai creato.

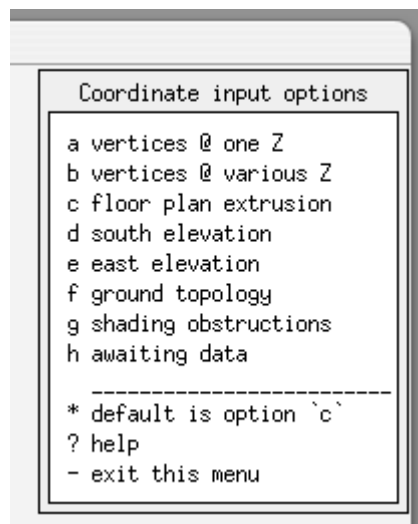


Figura 3.3. Modalità di input

Una volta che avrai selezionato la modalità di input “*floor plan extrusion*” (vedi figura 38), metti l’altezza del solaio (“*floor elevation*”) a 0.0 e l’altezza del soffitto (“*ceiling elevation*”) a 3.0 (così da trovare corrispondenza con la figura 1.2).

Prima di iniziare a definire i punti, vale la pena di notare che puoi interrompere il processo di input e muoverti nella bitmap.

Usa l’opzione “*start*” per iniziare a definire i punti nello stesso ordine che si è seguito nel precedente capitolo. Inizia al punto di griglia più vicino a x 0.0, y 4.0 e poi x 4.0, y 4.0 etc. fino a raggiungere x 0.0, y 7.0 (vedi figura 3.4); dopodiché digiterai il carattere “e” per finire l’inserimento.

Con l’opzione “*snap-to*” hai solo bisogno di cliccare il punto di griglia più vicino. Se l’opzione “*snap-to*” è “*off*”, il *project manager* accetterà il precisissimo punto su cui clicchi.

Se fai un errore o se il programma prende come riferimento un punto di griglia sbagliato, digita immediatamente il carattere “d” per eliminare l’ultima immissione (sono possibili cancellazioni multiple).

Dopo che avrai segnalato la fine dei punti per la zona iniziale (inserendo il carattere “e”) potrai salvare i dati relativi alla zona (se hai svolto tutto correttamente) o, se non sarai soddisfatto, riprovare. Mentre salvi i dati relativi alla zona, viene creato un file aggiuntivo per contenere la topologia del modello; poi, accetta con sicurezza il nome del file proposto.

Dopo che la zona iniziale sarà stata salvata, apparirà nel menu una nuova opzione, “*create another zone*”. Questa potrà essere usata per estrarre zone tutte le volte che sarà necessario (usando gli attributi correnti relativi all’altezza del pavimento e del soffitto). Nell’esercizio corrente bisognerà aggiungere la stanza delle visite. Essa avrà inizialmente le stesse altezze di pavimento e soffitto della reception, e quindi quegli attributi non dovranno essere modificati. Quando sei pronto, seleziona l’opzione “*create another zone*” e fornisci il nome e la descrizione della stanza degli visite.

Nota che tre angoli della stanza delle visite sono agli stessi punti di griglia usati dalla reception, e che saranno usate quelle coordinate, a meno che tu non ne specifichi altre. Nota anche che gli spigoli della reception sono ancora visibili e che quindi è facile creare nuove zone adiacenti (anche sopra o sotto) alle zone precedenti. Visto che stai estraendo una planimetria, procederai in senso antiorario partendo dall’origine inserendo il carattere “e” quando avrai terminato con i quattro angoli.

Quando avrai iniziato a cliccare su ciascuna delle zone seguenti, nel feedback sarà incluso un messaggio che ti ricorderà le opzioni di controllo della tastiera. Quando segnalerai che hai finito di selezionare i punti per la zona delle visite (digitando il carattere “e”) ti saranno presentate le opzioni per salvare o ripetere la definizione della zona.

Visto che la stanza delle visite è l’ultima, esci dalla funzione “*click-on*” e ti sarà presentata una vista wireframe delle zone che avrai creato (figura 3.6). Queste zone necessitano ancora di assegnazione delle superfici, così come dell’inserimento di porte e finestre; e necessitano che il

tetto nella stanza delle visite sia alzato. Queste operazioni possono essere effettuate utilizzando la funzione “geometry & attribution” introdotta nel capitolo precedente. E questo potrebbe anche essere un buon momento per rivisitare l’Esercizio 12 nel volume degli *Esercizi del Cookbook*, generando un rapporto per l’assicurazione della qualità; e per confrontare il modello con il modello originale.

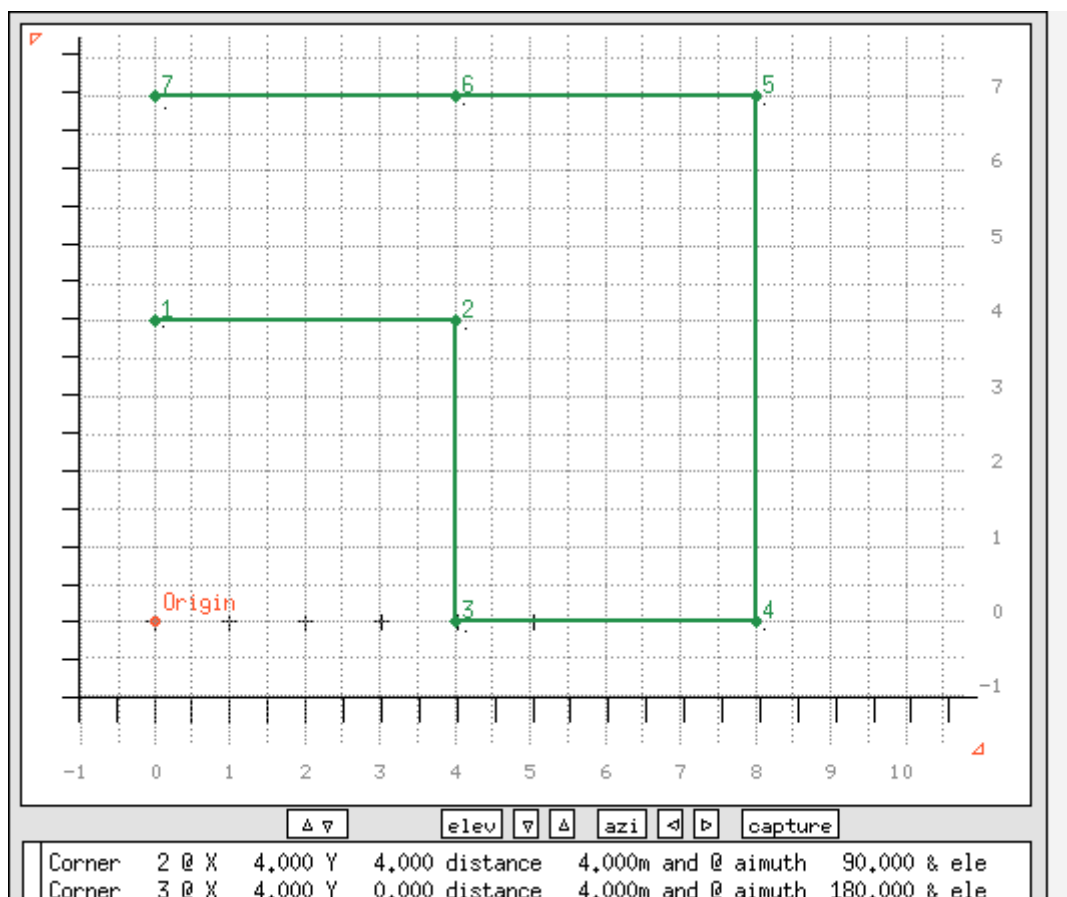


Figura 3.4. Appena prima di finire la prima zona.

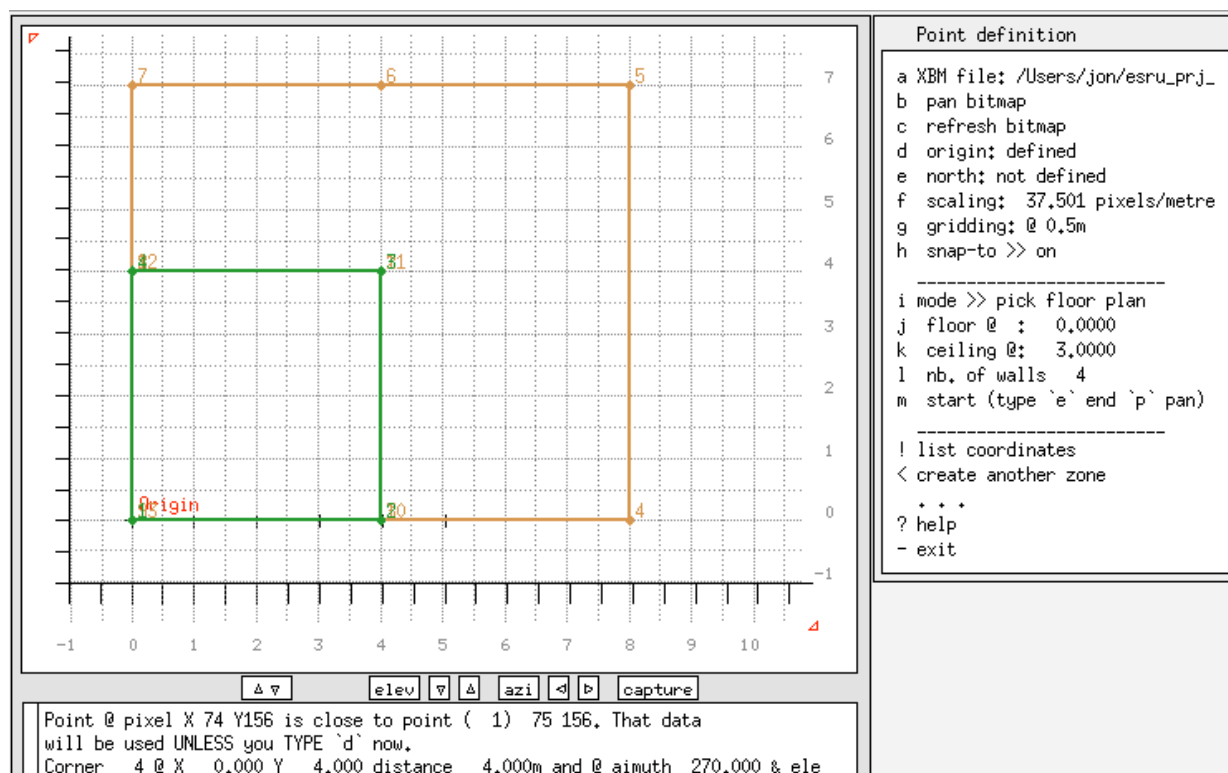


Figura 3.5. Dopo aver finito la seconda zona.

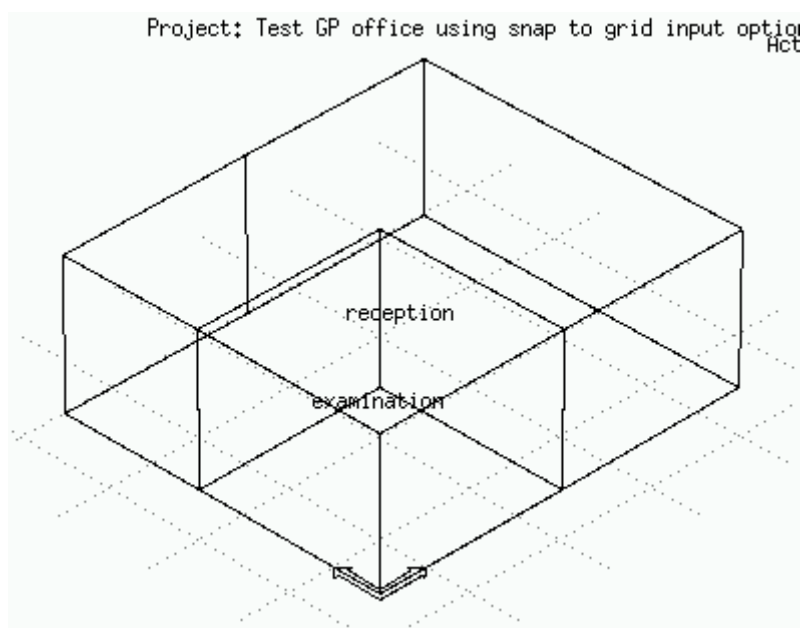


Figura 3.6. Un'altra vista del modello estruso.

3.2 Cliccare su una bitmap

Una variante dell'approccio del tipo “click-on-grid” è quella di utilizzare la tua bitmap (pianta/sezione/alzato/planimetria del sito) e cliccare su dei punti su di essa per creare una o più zone termiche.

Nella figura 3.7, una mappa del tipo “UK Ordnance Survey” è stata convertita in un file bitmap X11 e utilizzata con la funzione “click-on-bitmap” per creare superfici relative alla topologia del suolo da associare a un modello. Nota che la linea solida (rappresentante il contorno selezionato) è una approssimazione dei contorni della mappa, perché le rappresentazioni del suolo supportano diverse centinaia di superfici o anche diverse migliaia. L’opzione usata all’interno della funzione “bitmap” è stata “points with different z”.

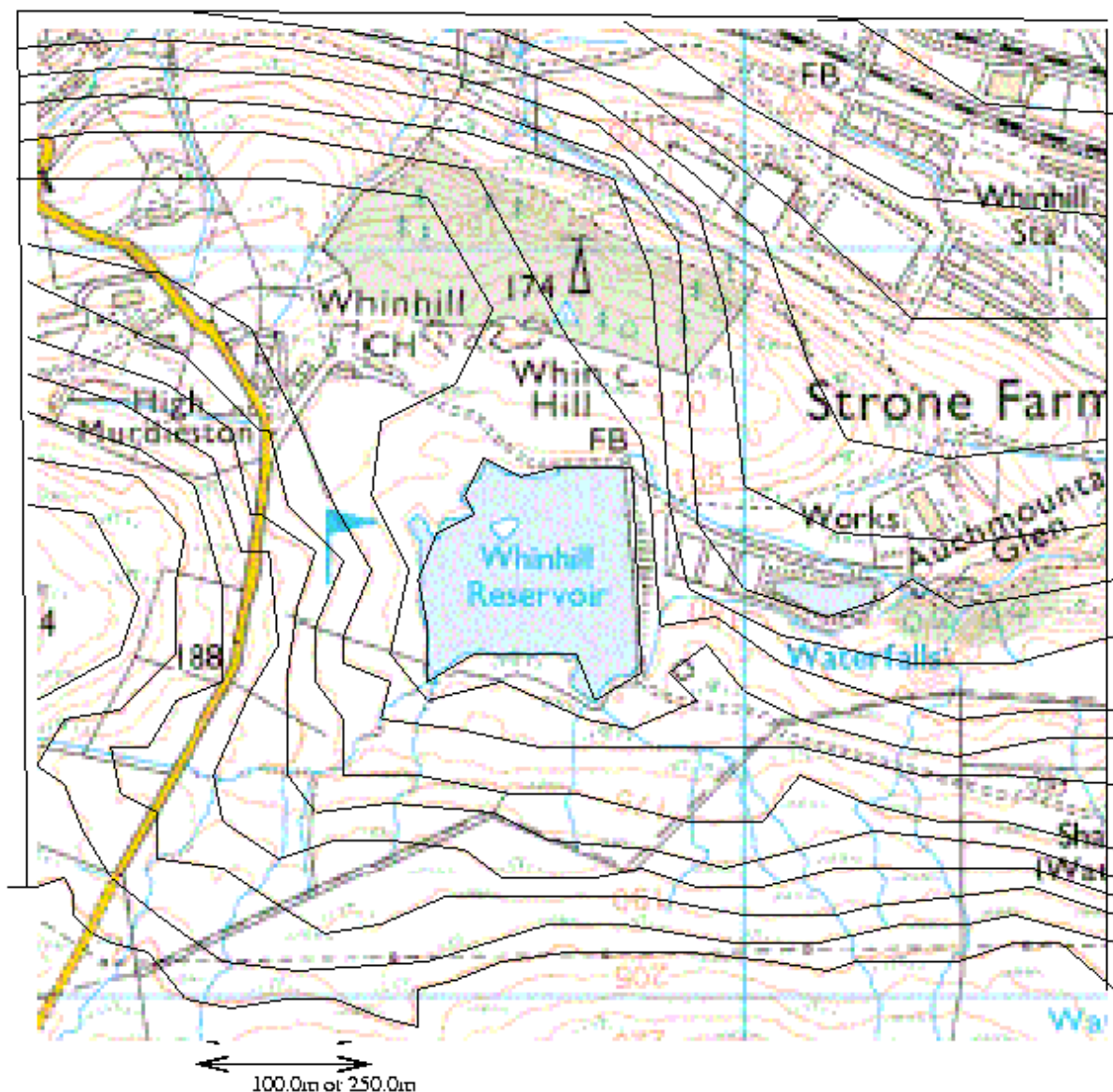


Figura 3.7. Uso di un file relativo al contorno di una mappa.

Si elencano qui di seguito alcuni consigli tattici:

- fai pratica su una piccola porzione di mappa fino a che non ti trovi a tuo agio con la conversione di questi contorni in superfici;

- c'è una funzione automatica di triangolazione, ma molti utenti riportano che essa può essere problematica con serie complesse di punti;

- l'utilizzo di un approccio del tipo "click on bitmap" non è una scusa per risparmiare nella pianificazione del modello!

E' molto più facile (amara esperienza) farsi prendere la mano dai click;

- includendo più complessità del necessario;

- perdendosi mentre si clicca;

- prendendo i punti in un modo tale che il tempo impiegato per post-processare le superfici sia maggiore di quello connesso al clickaggio.

Così ricordati SEMPRE di...

- segnare sulla tua immagine i punti critici che vuoi catturare e i limiti tra le zone che ti appresti a creare;

- se hai delle immagini bitmap per più di un layer, assicurati di potere mantenere la corrispondenza dei punti nei vari layer e che la scala sia regolata così da risultare equivalente;

- disegna il tuo modello in tre dimensioni, per poter pianificare come funzionano le partizioni tra le zone.

Se hai soffitti e/o pavimenti che non sono orizzontali, ci sono vari approcci possibili, alcuni dei quali ti risparmieranno tempo e altri no. Sperimenta per vedere quale approccio di tipo "click-on-bitmap" funziona meglio per te. Tieni una nota a proposito di cosa funziona e cosa no, così che tu possa adottare le tattiche che funzionano quando ti troverai nelle condizione di poterlo fare in futuro.

3.3 Esempi di approcci

Una volta che avrai acquisito le competenze necessarie, dovresti essere in grado di creare con una certa velocità un modello "funzionante". Negli esempi che seguono si presenteranno due questioni – creare modelli che il cliente possa riconoscere e interpretare e anche modelli che riescano a catturare le caratteristiche spaziali dell'edificio.

Un esempio di come usare un'immagine scansata per importare informazioni che sono solo disponibili su carta (nessun dato CAD): il teatro qui mostrato è stato inizialmente costruito attorno alla metà del diciassettesimo secolo e gli ultimi disegni disponibili risalgono agli anni Settanta del diciannovesimo secolo. Un'altra cosa da notare è che in esso non c'è quasi niente di rettilineo.

Il modello nella figura 3.9 era stato inizialmente composto a partire da un insieme di punti presi dalla figura 3.8, che erano stati posizionati in zone fittizie. Le superfici e i punti in queste zone fittizie erano stati utilizzati per costruire le zone del modello. C'era stata una pianificazione

dettagliata eseguita prima che fosse disponibile la funzione “click-on-bitmap.” Anche in questo caso, fu necessaria una grande cura, post-processazione e “riconciliazione” delle superfici delle partizioni. Questo è un esempio di quello che può essere ottenuto da un utente esperto, ma si tratta di un progetto che sarebbe crudele e inusualmente punitivo per un novizio.

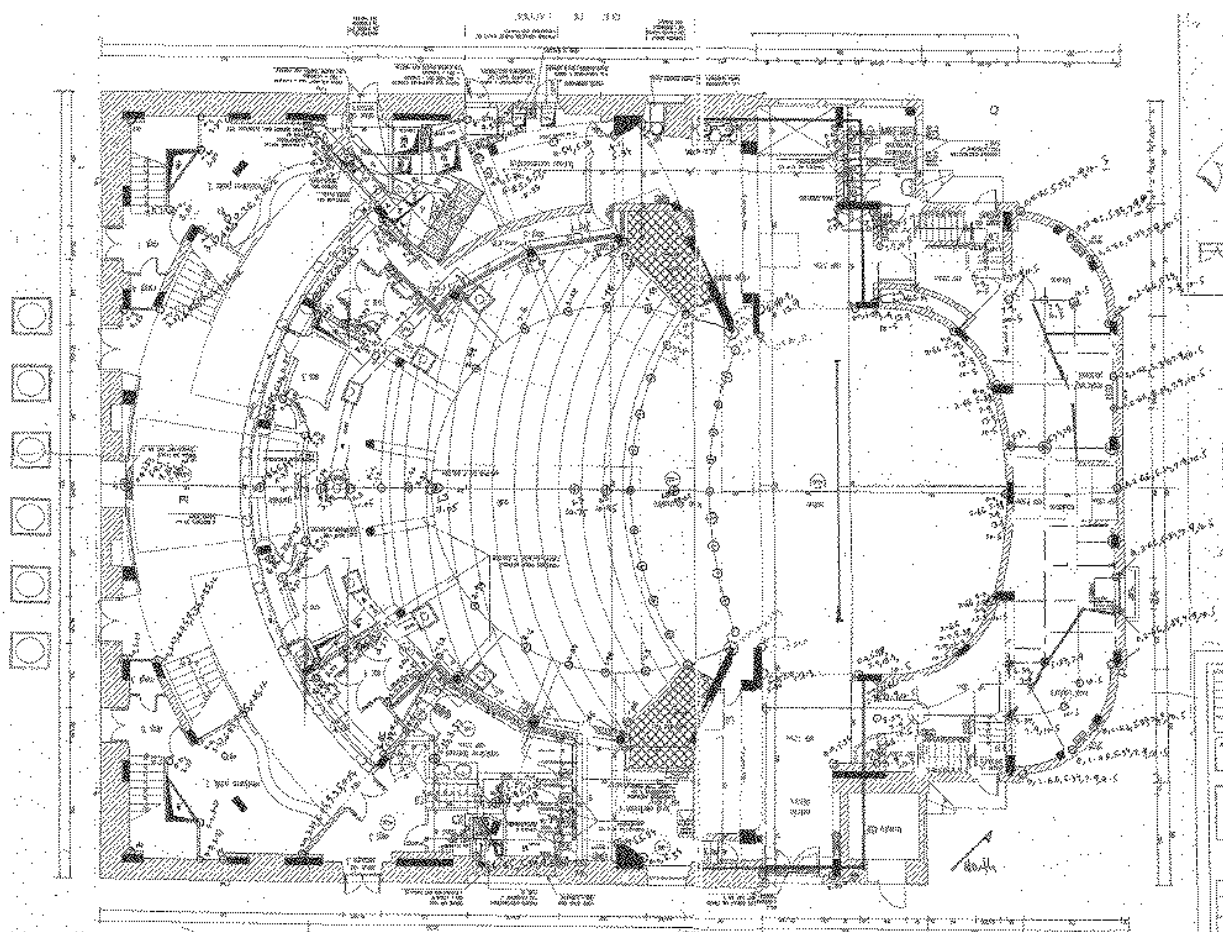


Figura 3.8. Immagine bitmap dall'edificio storico.

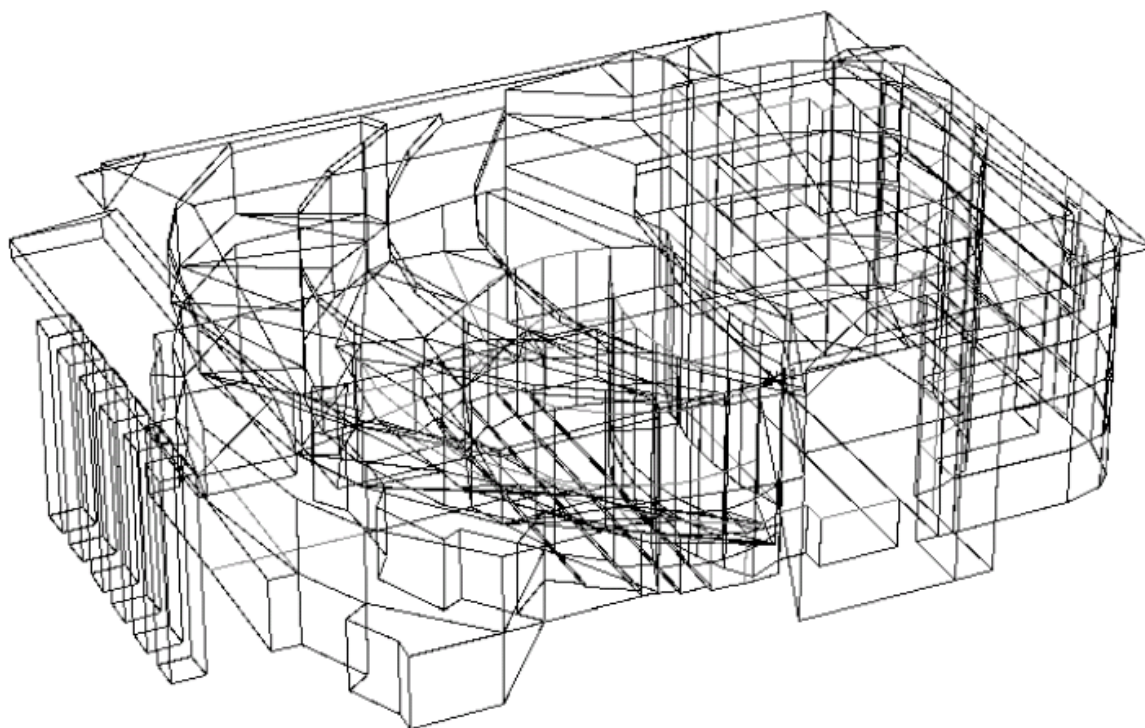
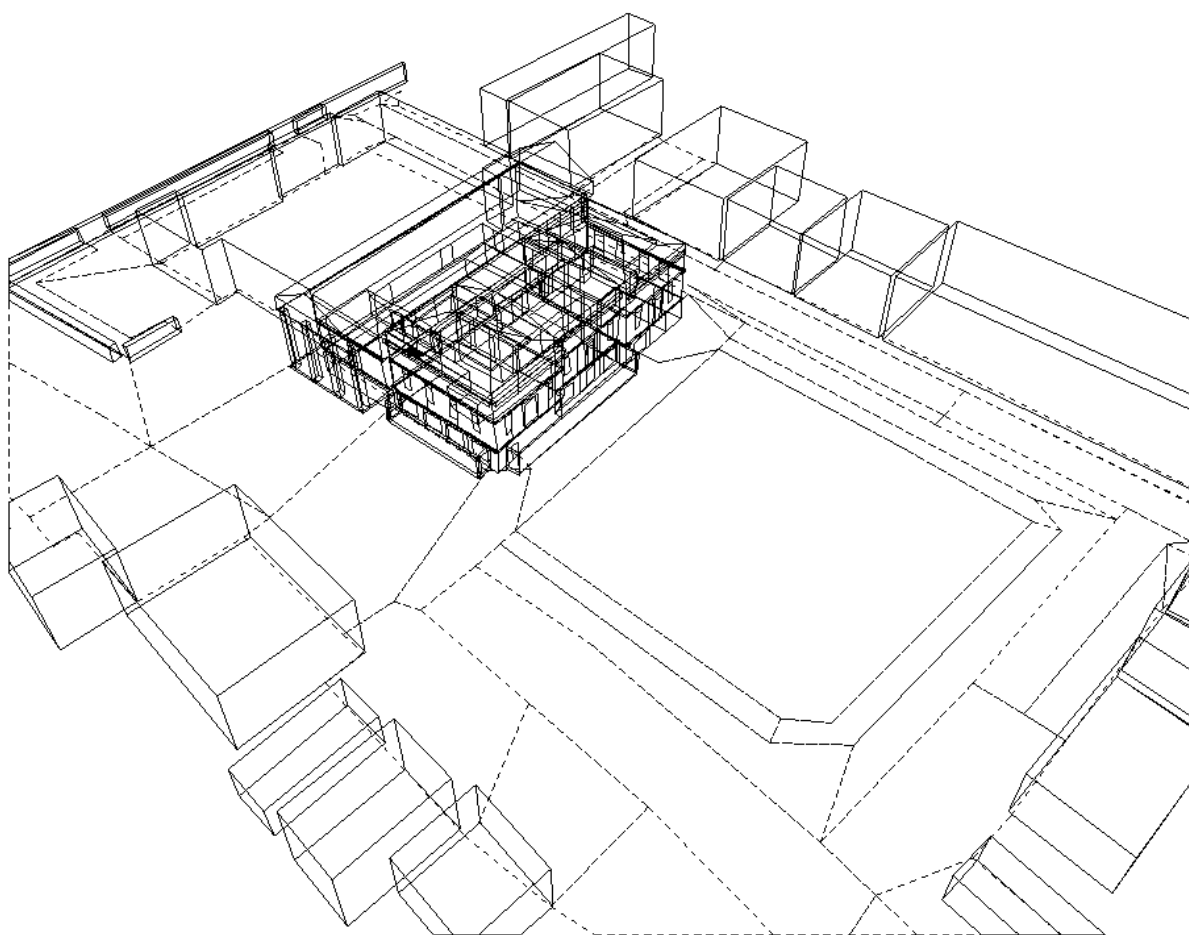


Figure 3.9. Immagine bitmap dall'edificio storico.

Il modello delle figure 3.10 e 3.11 era stato ottenuto in gran parte attraverso un misto di mappe cartografiche, vecchi documenti progettuali e disegni. Furono creati il modello, includendovi la geometria delle zone, le ostruzioni solari e la topografia del suolo, e le prime simulazioni furono predisposte a 12 ore dal termine della fine della fase di pianificazione della simulazione. Si sarebbe potuto andare più in fretta, ma il modello era fuori scala e diverse zone dovettero essere modificate per portarle in un allineamento corretto.



Project: Assessment model for New Walk Museum

Figura 3.10. Planimetria di un museo e di un parco.

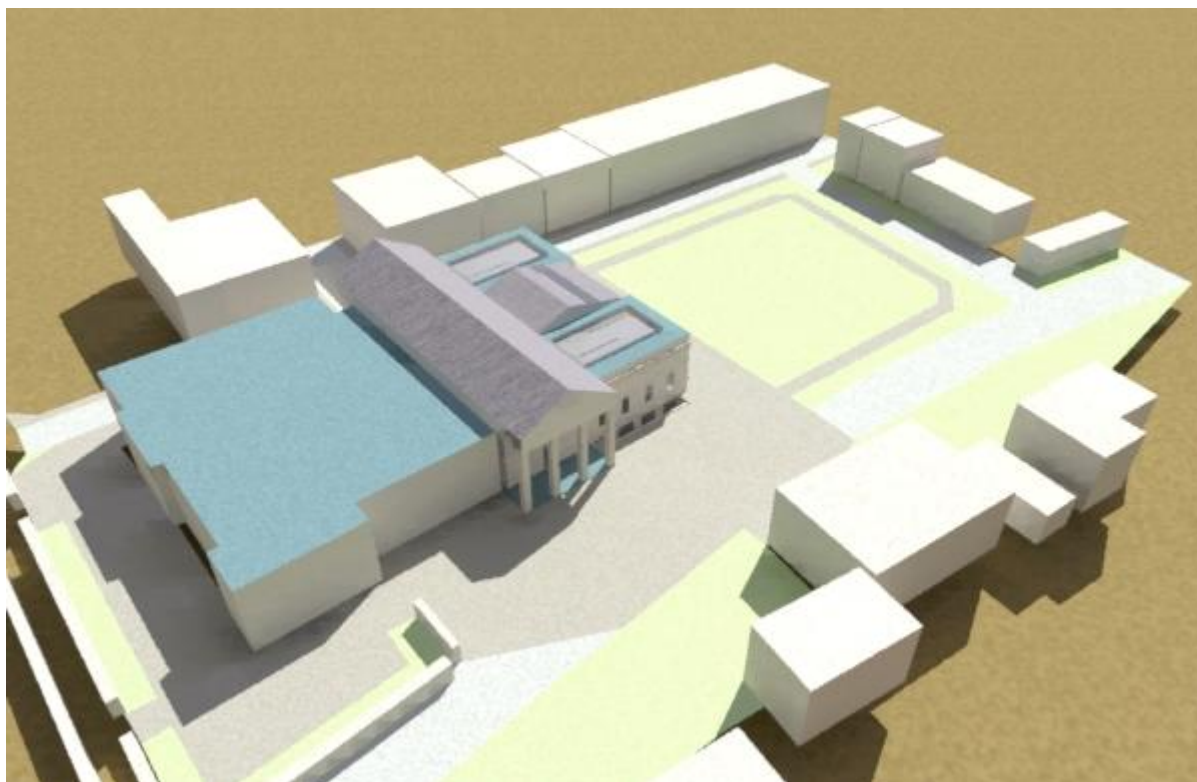
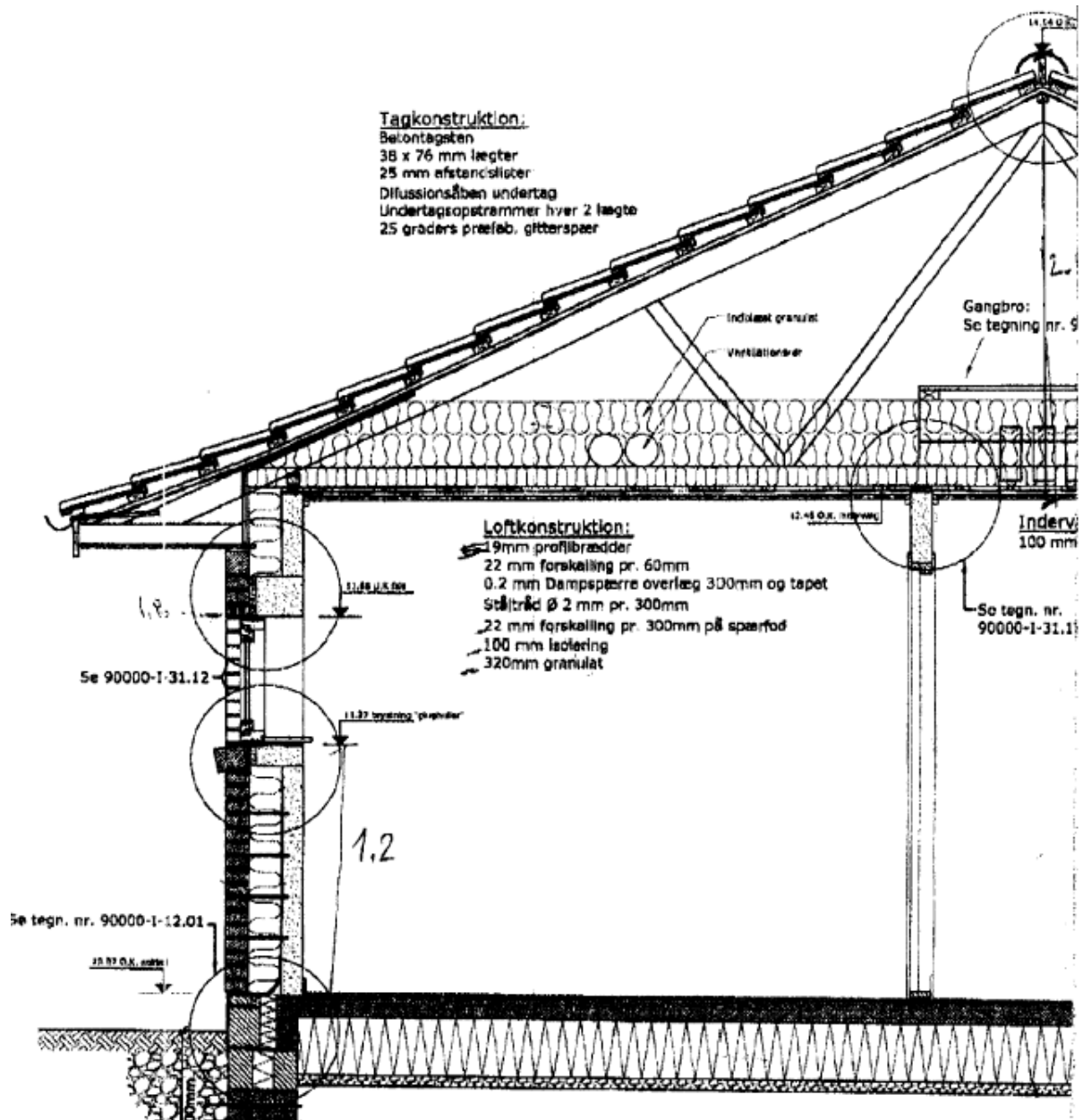


Figura 3.11. Rendering di un museo e di un parco.

Se vuoi fare ulteriore pratica (altamente raccomandata) cerca di completare l'Esercizio 11 nel volume *Cookbook Exercises*. Esso descrive un modello a quattro zone, da creare. Controlla quanto tempo ti richiede la creazione di quel modello. Un esercizio che esplori il processo di introduzione della geometria cliccando su un'immagine piana da uno strumento CAD non c'è – costruisci tu il tuo esercizio!

Queste funzioni sono utili per molti modelli e il fatto che non siano state portate all'interfaccia GTK è una limitazione che deve essere superata. Il prossimo capitolo approccerà l'argomento della geometria dei modelli da una prospettiva differente.

4 Modellazione 3D



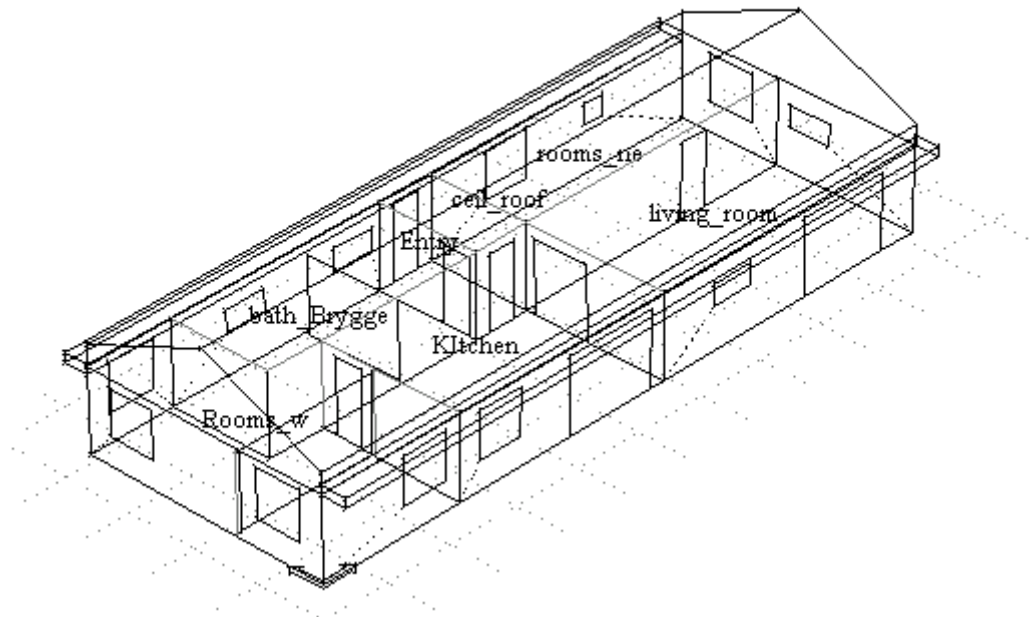


Figura 4.1. Sezione e vista della casa.

Le forme geometriche discusse fino ad ora usano i poligoni come blocchi per la costruzione del nostro ambiente costruito virtuale. Quando si modellano stratificazioni costruttive moderne (sottili), come quelle usate nella figura 1.5, esse solitamente vengono approssimate come poligoni convenzionali; ma gli edifici storici (vedi figura 1.6), i muri spessi e gli isolamenti termici spessi, quali quelli nella figura 4.1, evidenziano le limitazioni di questa convenzione.

Focalizzandoci sulla figura 4.1: ci sono vari aspetti della sezione che devono essere considerati durante la fase di pianificazione e creazione dei modelli:

- lo spessore dell'isolamento è sostanziale e, sul bordo esso è meno spesso;
- la sezione del muro comprende un certo numero di materiali;
- c'è un oggetto che ombreggia la facciata dell'edificio;
- l'oggetto è termoisolato dall'aria dello spazio di copertura;
- l'oggetto forma un limite per la sezione superiore del muro;
- sembra esserci uno spazio d'aria sotto le tegole, che è separato dall'aria contenuta nel volume del tetto;
- la parte della copertura con isolamento digradante (nel senso di assottigliantesi per la creazione della pendenza necessaria al deflusso dell'acqua, NdT) è in contatto diretto con lo strato di legno sotto le tegole;

- dalla sezione, non risulta chiaro se il tetto è ben ventilato;
- l'area alla sommità dello strato di isolamento è in qualche misura differente dall'area della superficie del soffitto.

La lista di punti potrebbe essere molto più lunga. Abbiamo bisogno di strategie per classificare l'importanza delle questioni termofisiche e decidere quali devono essere incluse nel nostro modello.

4.1 Approcci alla modellazione

La risoluzione geometrica e quella di composizione di un modello di simulazione dipende dalle domande che vengono fatte e dalle risorse disponibili. Alcune relazioni termofisiche possono richiedere semplificazione e altre possono non poter essere rappresentate nel nostro modello. Tutti gli ambienti virtuali sono astrazioni. Gli strumenti di simulazione supportano uno o più livelli di astrazione per ogni dominio al cui si riferiscono. L'esistenza di opzioni di scelta dà libertà agli esperti, al costo di determinare una pendenza ripida del percorso di apprendimento per i novizi.

Un *approccio tattico* alla simulazione fa uso della fase di pianificazione per vincolare le opzioni. Quella seguente è *una delle possibili classificazioni* per importanza delle cose da mantenere quando si astrae una soluzione tecnica nella creazione di un modello:

- il volume d'aria;
- l'inclinazione della copertura;
- la collocazione della massa nella copertura;
- l'area della superficie a contatto con l'aria.

Un modello caratterizzato da bassa risoluzione tratterà l'oggetto come un'ostruzione solare e ignorerà il differente spessore dell'isolamento termico. Potrebbe assumere che l'aria sia ben miscelata nello spazio del tetto (cioè che non vi sia stratificazione di temperatura). In tal caso l'oggetto sarebbe rappresentato come una condizione al contorno per la parte superiore del muro.

Un modello caratterizzato da media risoluzione potrebbe suddividere le superfici per rappresentare lo spessore pieno e lo spessore parziale dell'isolamento ed estendere la zona del tetto per consentire a questo di formare un limite in corrispondenza della parte superiore della sezione del muro.

Un modello caratterizzato da alta risoluzione potrebbe rappresentare la parte aggettante della copertura come una zona separata, in considerazione del fatto che ci saranno periodi in cui la temperatura dell'oggetto sarà differente da quella della sezione principale. Un modello di risoluzione molto alta avrebbe una sezione superiore e una inferiore, così che la temperatura vicino alla sommità della cavità possa essere differente da quella dell'aria dello strato adiacente.

Per default, ESP-r assume una conduzione monodimensionale. Lo spessore dell'isolamento nella figura 4.1 costituisce una sfida rispetto a un solaio sospeso. Scegliamo di ignorare lo spessore del soffitto nel modellare la geometria? L'uso di coordinate fisiche aiuterebbe a mantenere il volume dello spazio di copertura e le aree delle superfici e la sua descrizione richiederebbe più tempo.

Diversi esempi di modelli distribuiti con ESP-r *sembrano* ignorare lo spessore delle partizioni, mentre altri esempi indicano una separazione tra stanze. Queste differenze tipicamente sono collegate ai metodi di input dei dati. Le geometrie digitalizzate da disegni CAD avranno stanze separate nello spazio. Le geometrie create da dati dimensionali o schizzi potrebbero avere partizioni in corrispondenza della linea centrale delle pareti o sulle superfici interne delle facciate.

La buona notizia è che differenze di questo tipo tipicamente hanno un impatto modesto o nullo sulle prestazioni previste. Il programma che si occupa della soluzione del problema individua, dalla composizione termofisica della partizione, se due facce sono separate o no nel sistema di coordinate o se giacciono sullo stesso piano (ci sono eccezioni a questo, che sono trattate altrove).

Se l'utente ha poco tempo a disposizione, potrebbe formare la base del vano di copertura copiando e invertendo le superfici esistenti e poi creare la copertura inclinata sopra di esse (vedi figura 4.2). Questo approccio produce un modello piuttosto grezzo a livello visivo. La superficie della copertura ha l'inclinazione corretta, ma l'altezza dell'edificio non è corretta.

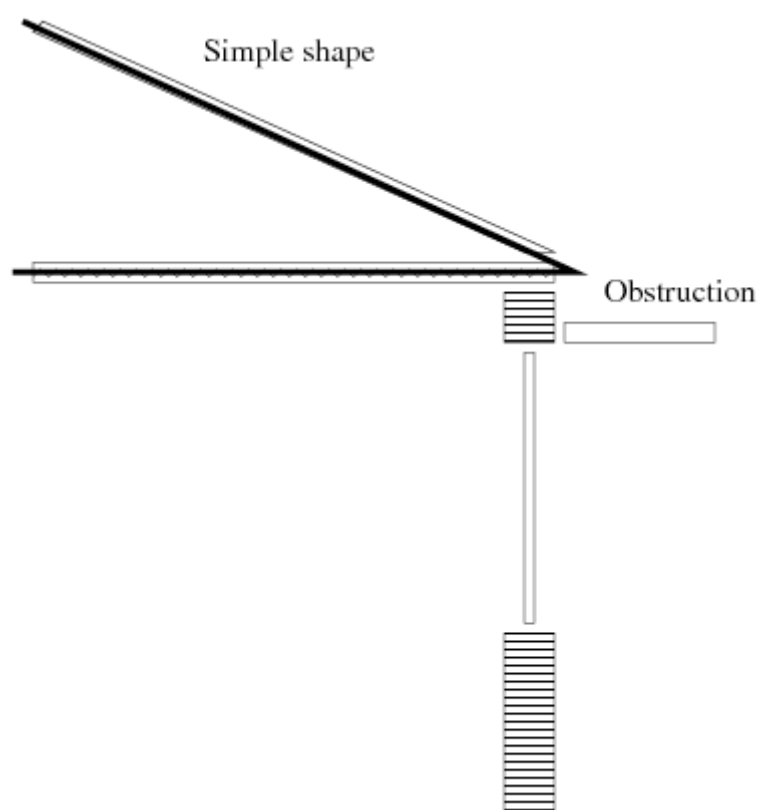


Figura 4.2. Modello semplificato.

Avendo un po' più di tempo, un utente potrebbe aggiungere un certo numero di superfici perimetrali per alzare il soffitto (ottenendo però un volume d'aria non accurato), come in figura 4.3. Questo compromesso potrebbe non alterare la performance complessiva dell'edificio, ma potrebbe essere utile per rendere il modello meno grezzo visivamente.

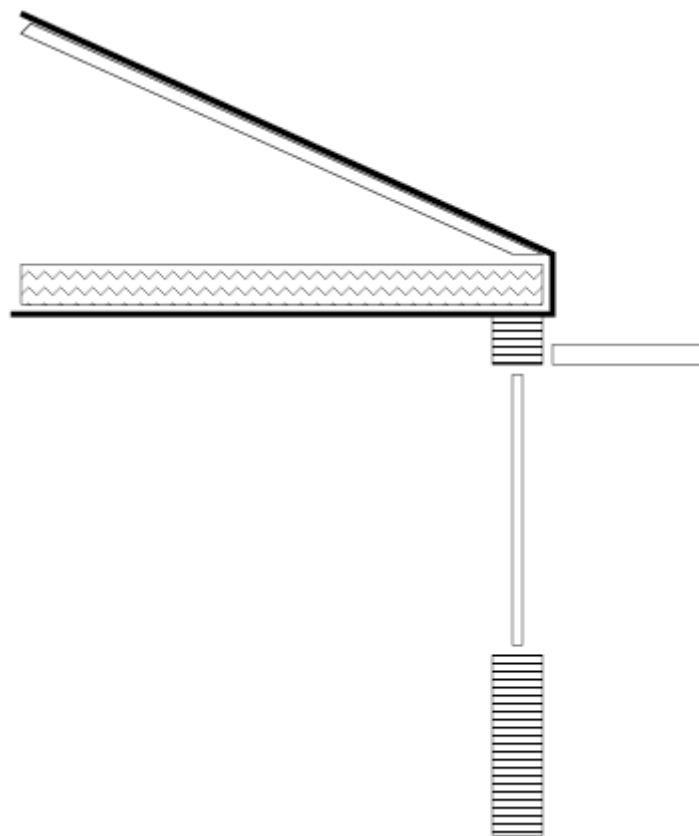


Figura 4.3. Variante in cui la copertura è collegata all'altezza corretta.

Muoversi da un piano geometrico sottile verso un modello che usi coordinate esplicite richiede un passaggio aggiuntivo. Il “copy” e “invert” iniziale delle superfici è seguito da una trasformazione delle superfici (lungo la normale alla superficie). Nell'interfaccia sono disponibili questa funzione e diversi altri tipi di rotazione e trasformazione (vedi figura 4.4). Se trovi difficile vedere tutte le linee o le etichette nella vista wireframe, usa la funzione GTK per ruotare o selezionare porzioni del modello (vedi figura 4.5).

Se c'è un vuoto tra la zona della copertura e la zona occupata (come in figura 4.6), esso può creare confusione a livello visivo per l'utente e per i committenti (nel caso in cui il modello di ESP-r debba essere esportato in Radiance). Questo vuoto potrebbe essere riempito con ostruzioni solari opportunamente dimensionate.

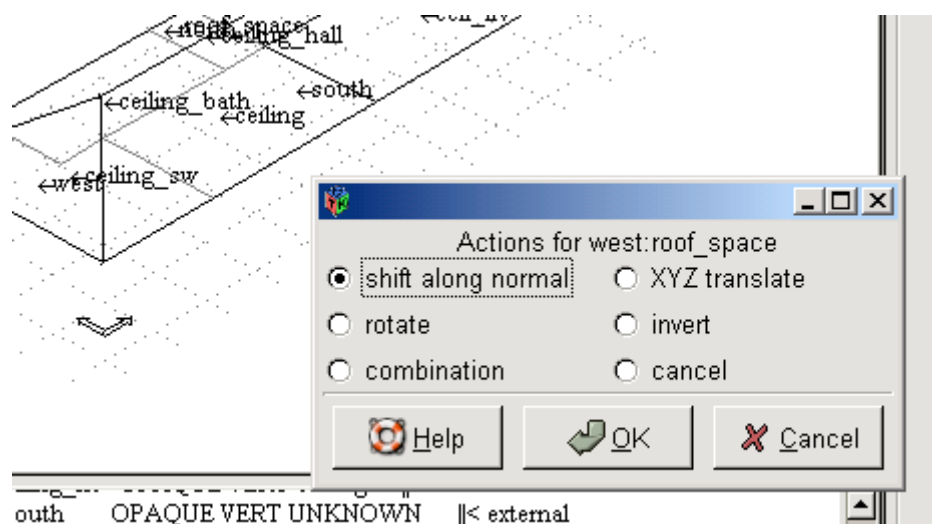


Figure 4.4. Opzioni di trasformazioni delle superfici.

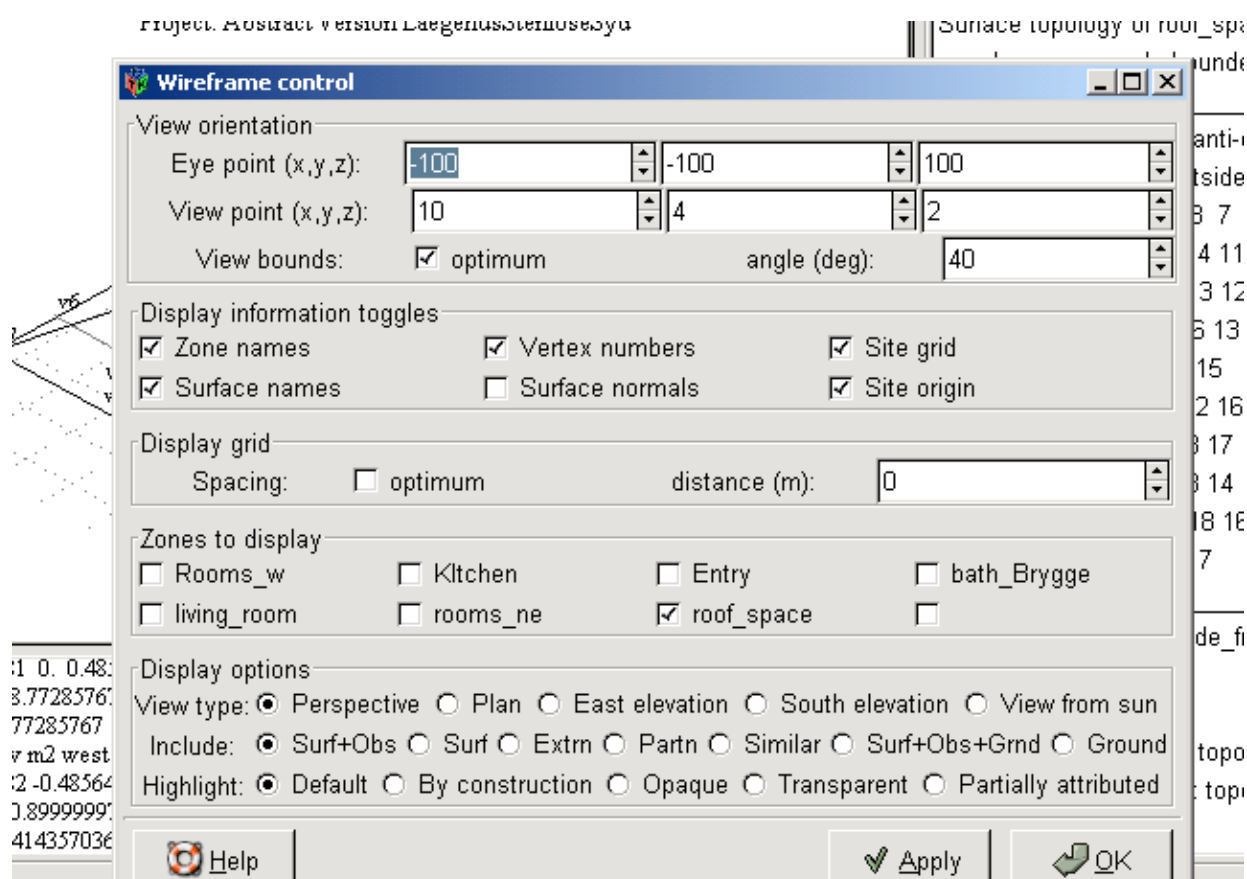


Figure 4.5. Dialogo del controllo wireframe.

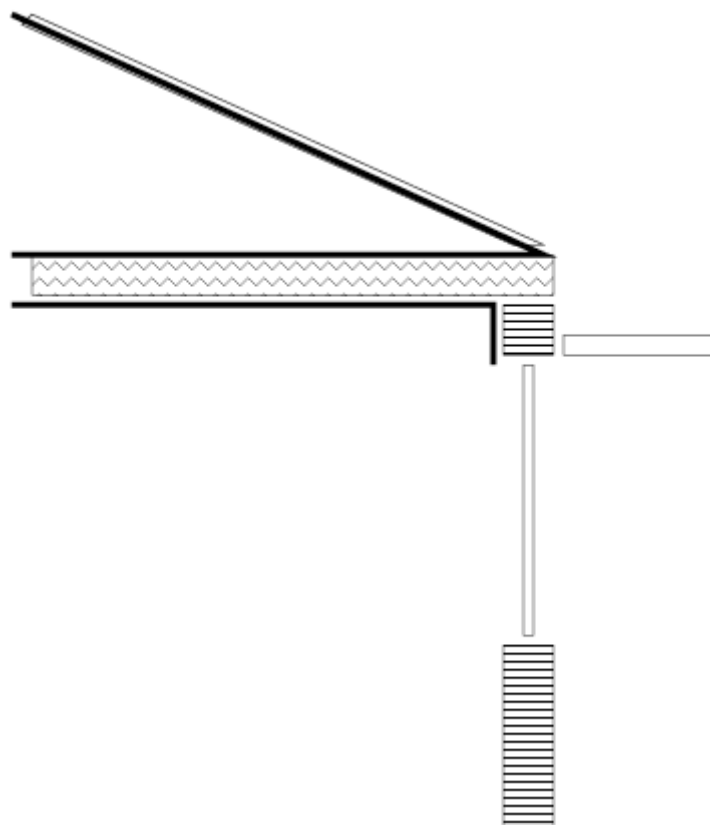


Figura 4.6. Variante facente uso di coordinate.

L'approccio sopra descritto potrebbe dare luogo a una ragionevole rappresentazione termofisica. Ciononostante, è parecchio astratto per gli utenti che si aspettino una rappresentazione CAD. Per approssimare la rappresentazione 3D di una copertura reale, occorre che la copia, l'inversione e la trasformazione iniziale dei poligoni della copertura siano seguite dall'aggiunta di superfici per rappresentare l'oggetto del tetto, come in figura 4.7.

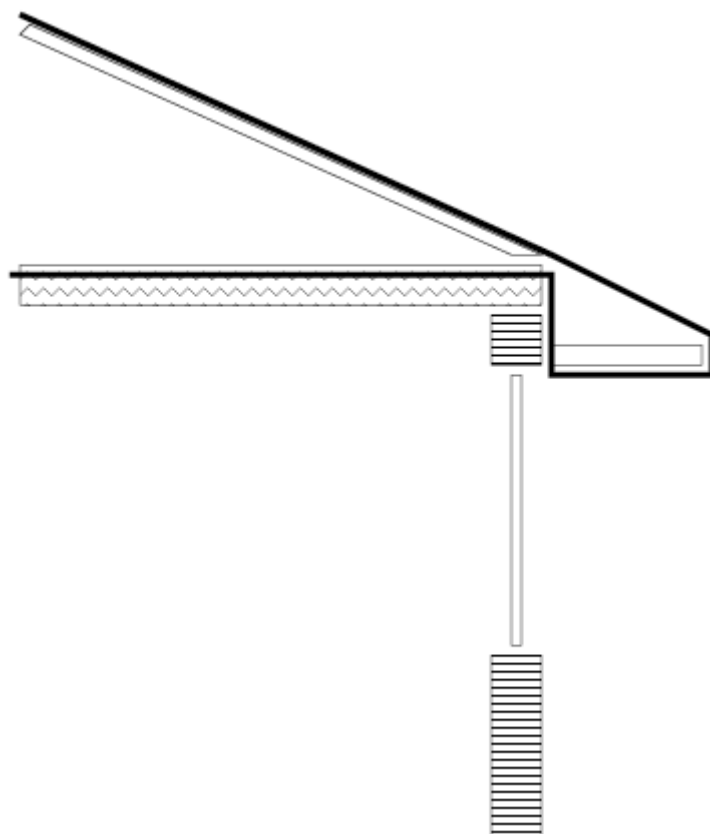


Figura 4.7. Variante con estensione dell'aggetto del tetto.

Nota che le superfici che formano l'aggetto del tetto non gettano (nella corrente versione) ombra sul muro. L'ombreggiamento richiede l'uso dei blocchi ostruzione per l'ombreggiamento (come incluso nelle figure precedenti).

Ma questo approccio più esplicito introduce un problema per lo spazio occupato. L'aggetto, come disegnato nella sezione di edificio, risulta a contatto con la parte superiore della parete. La geometria dei muri dovrebbe essere adattata per suddividere il muro in superfici che affaccino verso l'esterno e superfici connesse all'aggetto. Chiaramente, questa soluzione sarebbe noiosa da mettere in opera nelle zone già esistenti mostrate nella figura 4.1.

Come detto nell'introduzione, l'aria presente nell'aggetto potrebbe essere a una differente temperatura rispetto a quella presente nello spazio del tetto. Se queste differenze di temperatura fossero importanti, l'aggetto potrebbe essere rappresentato come una zona separata, come in figura 4.8. Questa zona di aggetto potrebbe avvolgere la zona principale della copertura (una zona di aggetto potrebbe rappresentare l'aggetto a nord, sud, est e ovest. E ancora, la parete esistente dovrebbe essere rivista per rappresentare la connessione verso l'esterno e la connessione all'aggetto).

Uno potrebbe essere pedante e sostenere che la temperatura dell'aggetto nord potrebbe essere differente da quella dell'aggetto sud e richiedere zone separate. Pochi utenti avranno a che fare con progetti dove si garantisce questo livello di definizione.

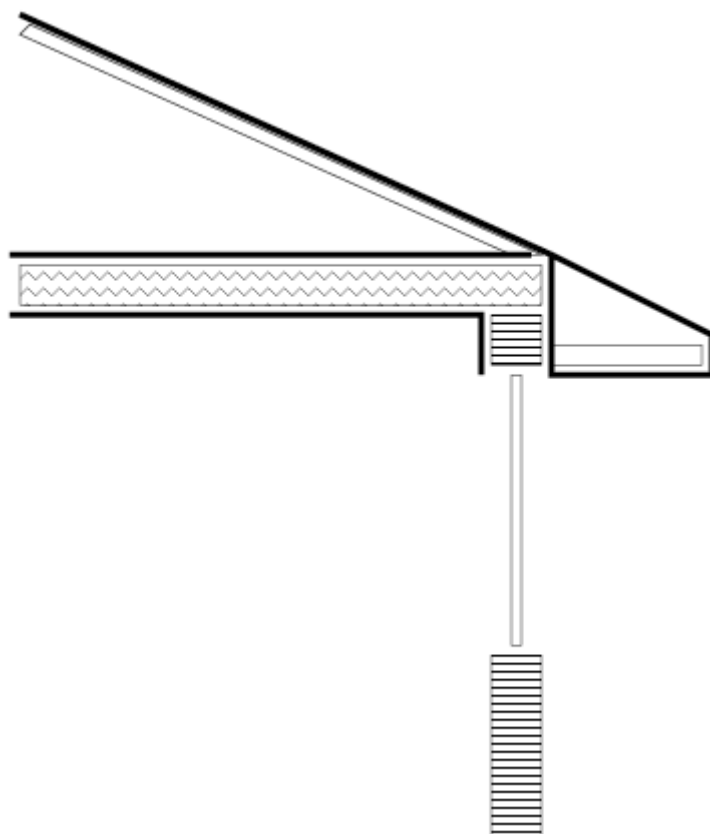


Figura 4.8. Variante con una zona separata per l'oggetto.

Investire risorse per aumentare risoluzione di un modello è una decisione che non dovrebbe essere presa alla leggera. Alcune differenze nella previsione delle prestazioni potrebbero essere sottili, non drammatiche. Chi tra gli utenti volesse esplorare questo punto potrebbe definire varianti di modelli a differenti livelli di risoluzione per valutare la sensibilità dei risultati.

4.2 Operazioni per creare uno spazio di sottotetto.



Un *approccio "tattico"* alla simulazione quando possibile riusa le entità esistenti. Questo tetto è un esempio di riuso di un soffitto esistente per comporre la base dello spazio di sottotetto. Gli utenti esperti pianificano il loro lavoro in funzione del massimo riuso!

Un modello a bassa risoluzione di uno spazio di sottotetto sopra le stanze occupate mostrate nella figura 4.1, facente uso delle superfici esistenti del soffitto e avente il pattern della figura 4.2, ha le seguenti dimensioni critiche:

- altezza al colmo 4.35 m;
- faccia inferiore del soffitto 2.35 m;
- profondità dell'aggetto 0.6 m.

La seguente sequenza minimizzerà le digitazioni da tastiera e limiterà il rischio di errore. Altre sequenze sono possibili – così sperimenta con delle varianti, fino a che non avrai trovato una sequenza che va bene per te.

Entra nel menu “browse/edit/simulate -> composition -> geometry & attribution”, seleziona ciascuna delle zone esistenti, passa in rassegna il loro contenuto ed assicurati che le superfici del soffitto siano attribuite (per risparmiare tempo in passaggi successivi).

Poi, nel menu “geometry & attribution” seleziona “add/delete/copy”. Dopo avere deciso di aggiungere una zona, seleziona “input dimensions” e inserisci un nome come “roof_space” e una descrizione per chiarire agli altri lo scopo di questa zona.

Visto che molte delle superfici iniziali saranno ricavate dalle zone esistenti, usare le opzioni generali 3D per la forma iniziale fa risparmiare tempo.

La posizione iniziale X Y Z per la prima superficie non è adottabile, così accetta quello che è proposto nel dialogo, perché poi questa superficie sarà cancellata. Ignora l'avvertimento relativo al fatto che il volume della zona è zero.

Apparirà una immagine iniziale wireframe con una singola superficie (vedi figura 4.10). La tua prima operazione sarà quella di andare nel menu “surface list & edges” e selezionare “add/insert/copy surface”. Usa l'opzione “copy surface(s) from another zone” diverse volte, per formare la base della zona “roof_space”. Non importa in che ordine copi le superfici, purché il tuo pattern di lavoro eviti le duplicazioni e assicurati che tutte le superfici del soffitto siano copiate.

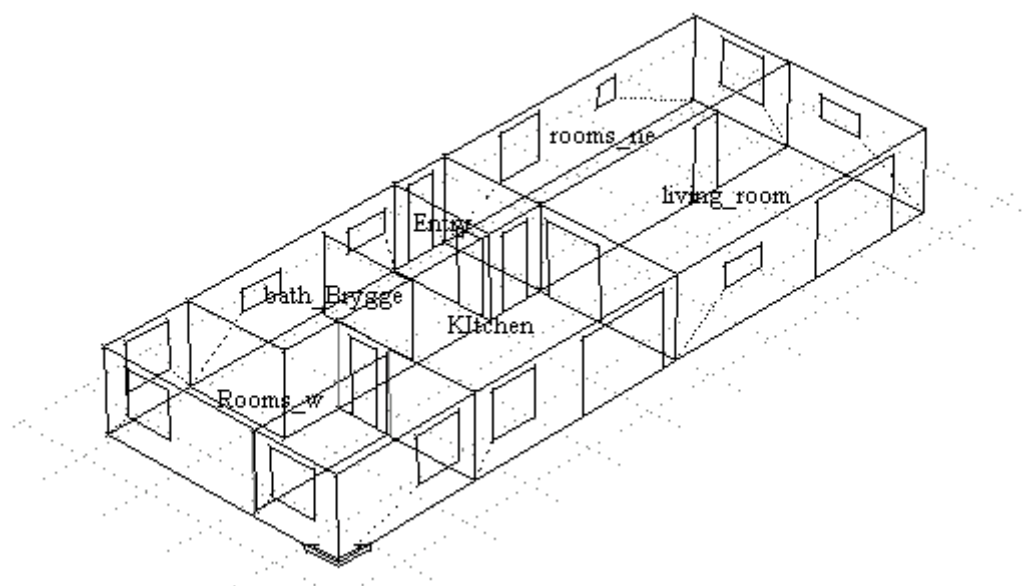


Figura 4.9. Stanze occupate nella casa (parte superiore su cui posizionare il tetto).

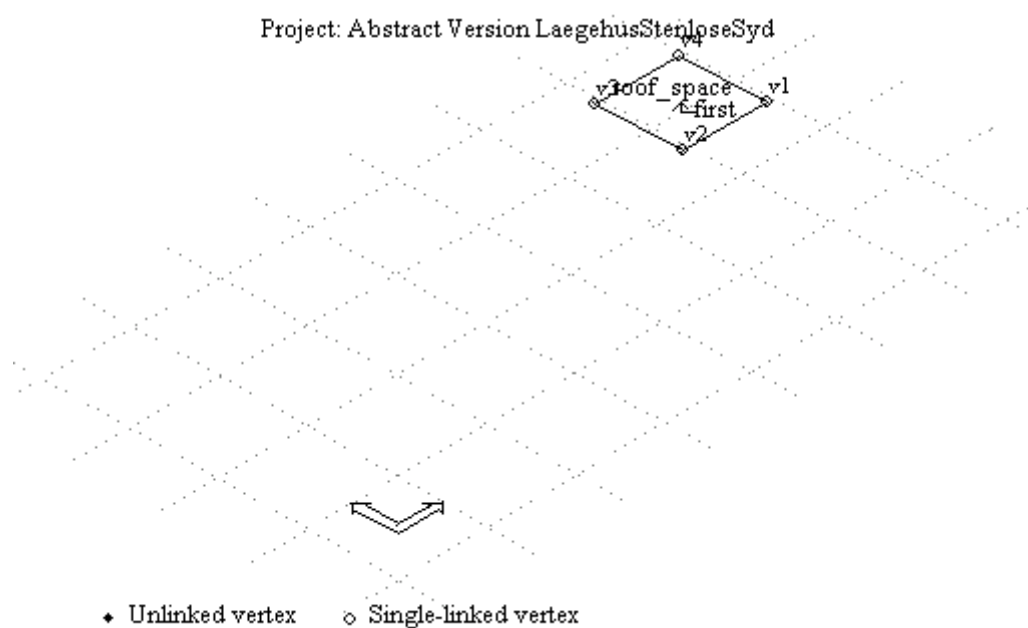


Figura 4.10. Superficie provvisoria iniziale in “roof_space”.

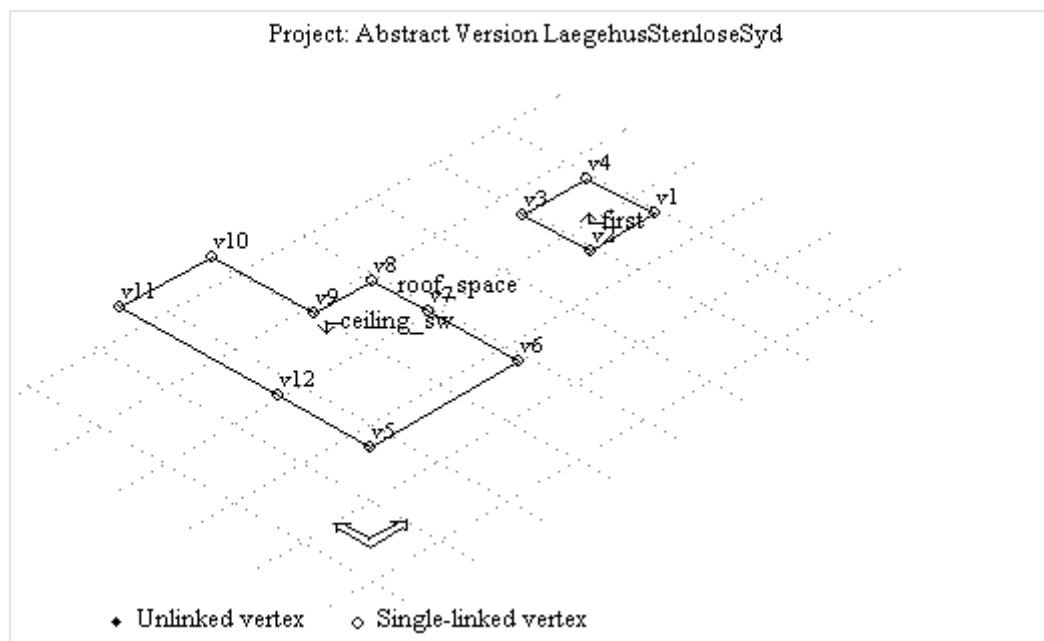


Figura 4.11. Dopo l'importazione e inversione di una superficie.

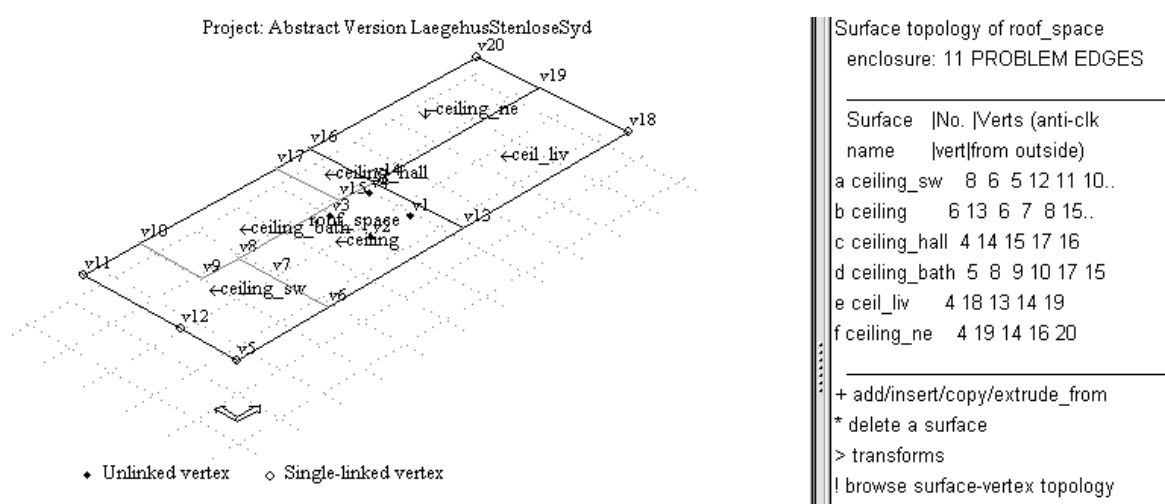


Figura 4.12. "roof_space" con superfici del soffitto importate.

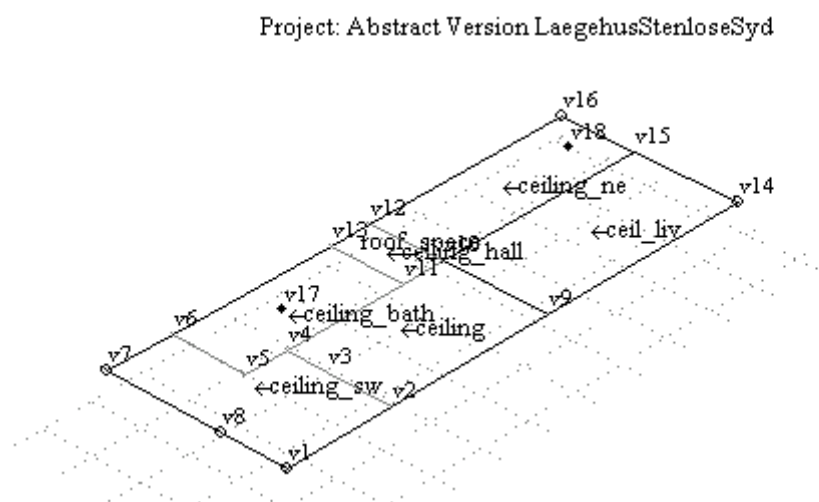


Figura 4.13. "roof_space" con due vertici al colmo.

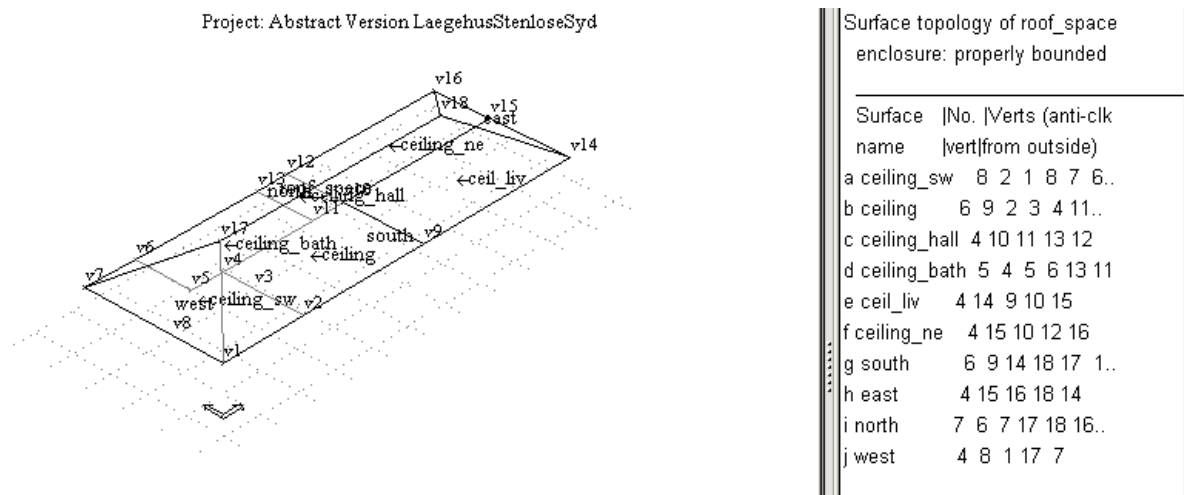


Figura 4.14. Zona con superfici del tetto.

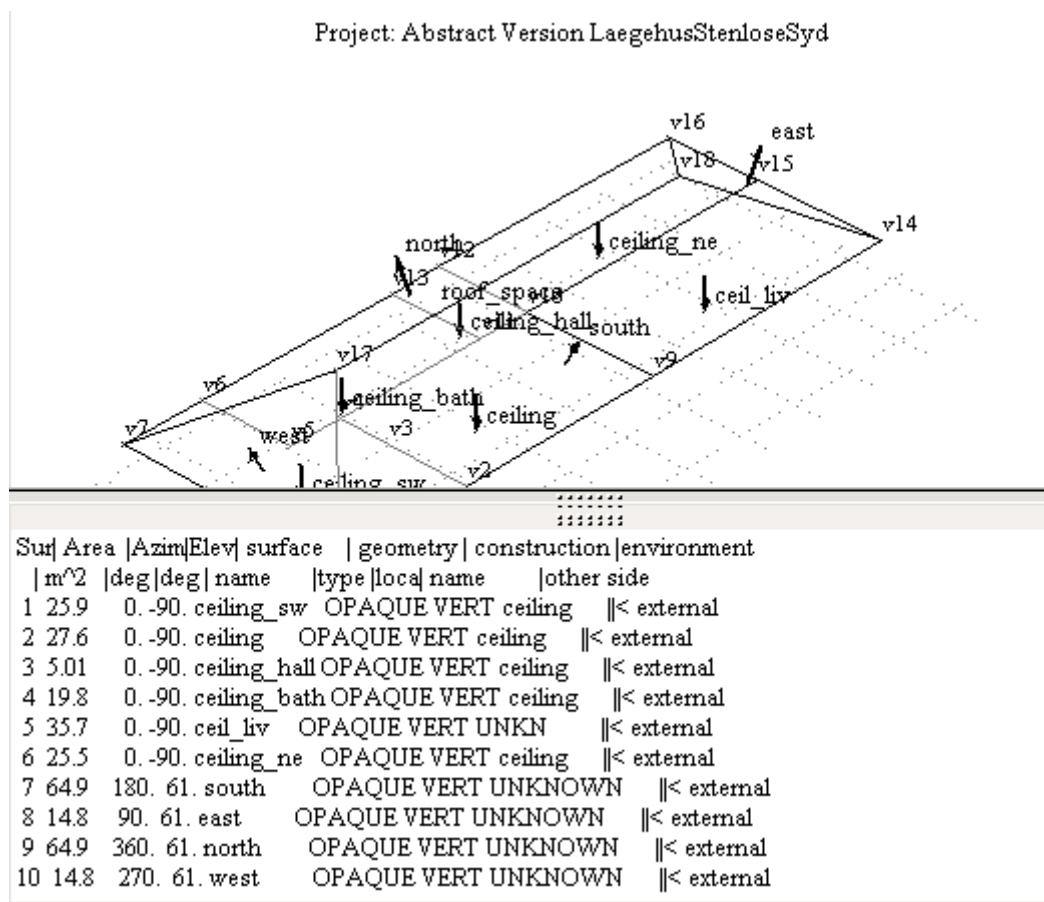


Figura 4.15. Attraverso il wireframe e il rapporto testuale si ottengono processi per l'assicurazione della qualità migliori.

Quando selezioni una superficie in un'altra zona ti sarà richiesto se ci sono delle trasformazioni da effettuare. La trasformazione chiave è "invert", che prende il poligono definito nell'altra zona e inverte l'ordine degli spigoli, così che la superficie sia rivolta nel modo corretto all'interno di "roof_space".

Per ciascuna superficie che viene copiata, la vista wireframe viene aggiornata per mostrare l'altra zona come aiuto per selezionare la superficie corretta. Il fatto che le superfici in questo elenco siano denominate con chiarezza aiuta. Ricordati di selezionare l'opzione "invert", come visto nella figura 4.15. Dopo di ciò, la prima copia dello spazio di sottotetto apparirà come in figura 4.10.

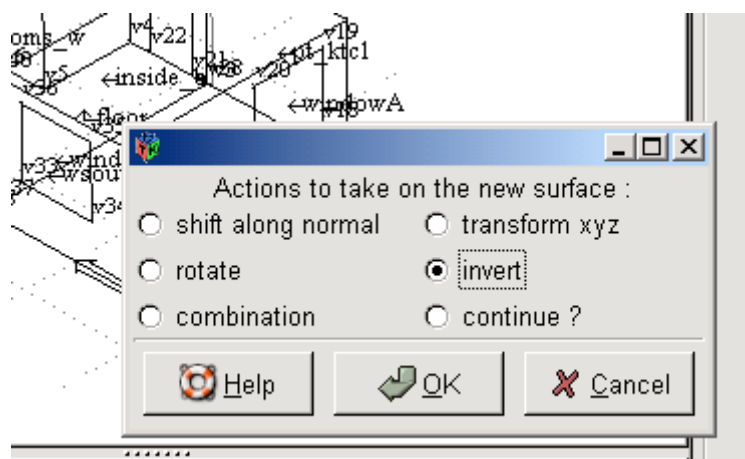


Figura 4.15. Il dialogo relativo a "invert".

Durante l'importazione, potresti trovare una superficie di origine con un nome duplicato. In tal caso ti sarà chiesto di specificare un nome unico. Suggerimento tattico: se segui una strategia di denominazione chiara, le operazioni successive andranno più in fretta. A un certo punto, ricordati di rimuovere la superficie provvisoria iniziale.

"roof_space" apparirà come in figura 4.11. Ciascun nome di superficie fornisce un indizio su che cosa c'è dall'altra parte del soffitto. Tipicamente, ciascuna superficie importata richiederà tra 5 e 10 secondi per un utente esperto; e se c'è un conflitto di denominazione, può richiedere 20 secondi per ciascuna importazione.

A questo punto ci sono un certo numero di passaggi che puoi fare per prevenire la propagazione di errori. Per esempio, l'immagine wireframe avrà cerchi aperti disegnati in corrispondenza di ogni vertice a cui sia fatto riferimento una volta – così agli spigoli ci si aspetta vertici segnalati con cerchi aperti. L'immagine wireframe avrà cerchi solidi in corrispondenza di vertici che non siano referenziati da nessuna superficie. Vedrai quattro cerchi di questo tipo nell'immagine wireframe – questi sono vertici "orfani" associati con la superficie provvisoria iniziale. Se esci dal menu "Surface topology", vai al menu "vertex coordinates" e rimuovi i vertici 1, 2, 3 e 4 alla rimozione risparmi tempo e riduci la confusione.

Mentre sei nel menu "Vertices" prendi nota dei valori Z. La posizione corrente delle superfici è a 2.35 m. Vogliamo che il colmo del tetto sia 2 m sopra questo punto. Il tetto è del tipo a padiglione e la sua dimensione da sud a nord è di 7.2 m, quindi il colmo inizierà a 3.6 m dagli spigoli est, ovest, sud e nord della facciata dell'edificio. Queste due coordinate quindi sono:

- punto del colmo a sinistra: X=3.6, Y=3.6, Z=4.35

- punto del colmo a destra: X=15.77, Y=3.6, Z=4.35

Per un tetto a capanna, per formare una coppia di pareti triangolari le coordinate X non sarebbero cambiate. Il passo successivo è quello di effettuare “+ add”, così da aggiungere due vertici alla zona “roof_space”. Il risultato dovrebbe apparire come in figura 4.13 (cerca i vertici v17 e v18).

Il passaggio successivo è quello di comporre le superfici sud, est, nord e ovest del tetto creando nuove superfici costruire a partire dai vertici esistenti.

In riferimento alla figura 4.14:

- la superficie sud dovrebbe includere i vertici 9 14 18 17 1 e 2;
- la superficie est dovrebbe includere i vertici 15 16 18 e 14;
- la superficie nord dovrebbe includere i vertici 6 7 17 18 16 12 e 13;
- la superficie ovest dovrebbe includere i vertici 8 1 17;

Ci sono dei pattern nelle definizioni precedenti. Quali sono?

- Ciascuna superficie è definita in ordine antiorario (guardando verso l'esterno);
- il primo spigolo è orizzontale e il secondo non è orizzontale;
- i vertici intermedi (per esempio, il 2, il 9, il 15 etc.) sono inclusi nell'elenco;

Il fatto che il primo spigolo sia orizzontale è richiesto dalla funzione di analisi “shading and insolation”.

Osserva le superfici in qualche modello degli esempi semplici (“simple exemplar models”) e vedrai questo pattern.

Con superfici dalla forma semplice c'è di solito solo uno spigolo lungo la base di una parete e per queste superfici vale la regola: *inizia dall'angolo in basso a sinistra e vai in senso antiorario*. Ma in questo caso, in considerazione del fatto che ci sono diversi spigoli in sequenza, la regola deve essere adattata. Se perdi di vista uno dei vertici intermedi (per esempio, il vertice 15 lungo la facciata est) ESP-r individuerà una mancanza di corrispondenza e ti avvertirà di controllare gli spigoli del poligono.

Se seguirai questi passaggi, l'interfaccia dovrebbe apparire come in figura 4.14. Un utente esperto avrà bisogno di 10 secondi per creare una nuova superficie dai vertici esistenti e si farà inoltre carico di controllare due volte che le sviste relative ai dati siano individuate presto e prima di passare all'operazione successiva. Fai pratica finché non ti trovi a tua agio con la tecnica!

Nota il quadro che dà il messaggio: “properly bounded” nella parte alta del menu. Questo segnala che tutti gli spigoli nella zona seguono le regole e l'ordine e che la zona è pienamente delimitata dai poligoni.

Un controllo ulteriore potrebbe essere fatto accendendo le frecce normali alle superfici nel disegno wireframe (nell'interfaccia X11 questo si trova nel bottone "wireframe" e nell'interfaccia GTK l'opzione è in una finestra di dialogo pop-up - come nella in figura 4.5).

Abbiamo quasi finito. Adesso è il momento giusto per confrontare l'informazione visiva nell'immagine wireframe con i dettagli del rapporto relativo a "zone & surface" (vedi figura 4.14). I pochi secondi necessari per generare questo rapporto ed esaminarlo confrontandolo con l'immagine wireframe tipicamente ci risparmieranno, in seguito, decine di minuti.

Dopo avere creato i poligoni ed attribuito loro un nome, la operazione successiva sarà quella di attribuire la composizione delle superfici. Una superficie copiata ha già attributi "ereditati". Le nuove superfici del tetto sono a questo punto parzialmente attribuite.

Ricorda che c'è un processo automatico che guarda le coordinate di ciascuna superficie per cercare adiacenze termofisiche. Questo può essere più veloce che attribuire ciascuna superficie in "roof_space" manualmente. Genera rapporto per l'assicurazione della qualità e controllane il contenuto prima di continuare.

5 Programmi orari

La forma e la composizione di un modello sono una parte del processo di simulazione. Molti utenti una volta completata la geometria di un modello pensano di avere quasi finito il lavoro. Lungi da ciò. Gli edifici sono quasi sempre posti in cui la gente va e viene e le luci vengono accese e spente e si trova ogni genere di apparecchiature elettriche.

Usualmente noi manchiamo sia di informazioni dettagliate, sia delle risorse per definire in modo esaustivo tali situazioni. Tuttavia, è nel nostro interesse definire le caratteristiche essenziali di ciò che succede in un edificio ed acquisire, dai pattern prestazionali che emergono, indizi sufficienti a farsi un'idea di quali potrebbero essere le circostanze nelle quali le prestazioni dell'edificio potrebbero essere insoddisfacenti.

ESP-r supporta le caratteristiche operative delle zone in termini di giorni tipici della settimana (*weekdays*, NdT) e di due separati tipi di giorni dei fine settimana (usualmente sabato e domenica). Attualmente si sta lavorando per implementare più tipi di giorni, ma ai fini di questo esercizio limitiamoci alle cose fondamentali. E' anche possibile definire valori unici per ciascun passo temporale della simulazione, ma non ci occupiamo ancora di questo.

I guadagni gratuiti (dovuti per esempio alle persone, alle luci e alle piccole apparecchiature) sono una caratteristica riferita alle operazioni di una specifica zona; e vi sono programmi orari riferiti ad essi. Poi vi sono programmi orari relativi alle infiltrazioni (formate da aria proveniente dall'esterno per effetto di ventole o di sorgenti non intenzionali, come le fessure nelle facciate) e alla ventilazione (che ha luogo a causa dell'aria proveniente da un'altra zona termica, ma c'è un numero di controlli limitato che è possibile imporre ai programmi orari di infiltrazione e ventilazione.

Cosa sono i guadagni gratuiti in ESP-r? La parte in basso delle figure 1.9 e 1.10 mostra gli attributi dei guadagni gratuiti – ciascuno ha un tipo di giorno (“Wkd/Sat/Sun”) (feriale/sabato/domenica, NdT) e una etichetta relativa al tipo di guadagno gratuito (“Occupant/Lights/Equipment”) (occupanti/luci/ attrezzature) un periodo (“start hour” e “end hour”) (ora di inizio e ora di fine, NdT), una proporzione tra calore sensibile e calore latente, e, per quanto riguarda la parte sensibile, la frazione di tipo radiante del guadagno termico e la frazione convettiva.

I default relativi alla frazione radiante e convettiva dovrebbero essere corretti per riflettere le specifiche proprietà dei dispositivi di illuminazione e degli occupanti.

Prima di creare un programma orario, sii conscio del fatto che i gruppi che lavorano frequentemente con un particolare tipo di edificio avranno probabilmente dati storici e modelli precedenti che potrebbero contenere dei pattern utili relativi all'occupazione (“occupancy”) e alle piccole apparecchiature (“small power”). Esistono varie tecniche per il riuso di questo tipo di informazioni e di questo ci si occuperà nella prossima sezione.

Per fare ulteriore pratica con la creazione di un programma orario di una zona, dai anche un'occhiata all'Esercizio 13 nel volume *Esercizi del Cookbook*.

E' stata data una breve descrizione dell'edificio corrente nella sezione *Come è usato l'edificio*, specificamente nelle figure 1.10 e 1.11. Rileggi quella sezione. Guarda anche la figura 53 per quanto riguarda i dati relativi alla reception. Prima di definire le caratteristiche operative della reception e della stanza delle visite all'interno del *project manager*, un po' di pianificazione (avevi indovinato) fa risparmiare tempo in prospettiva e riduce la probabilità di errori.

Nella reception abbiamo “one staff and up to 3 visitors with 10 W/m² lighting and 1 50 W” (un membro del personale e fino a tre visitatori, con 10 W/m² di luci e una fonte da 50 W”, NdT). Dalla figura risulta chiaro che l'occupazione cambia nel corso della giornata (aumentando a partire dalle 7.00, con una forte riduzione per il pranzo e quasi nessuna attività dopo le 17h00), ma le luci sono accese durante l'orario di ufficio e, parzialmente, per il personale delle pulizie (8h00-19h00). Nella stanza delle visite c'è un operatore, un cliente, 10 W/m² di luci e un computer da 100 W.

Perché darsi pena di variare l'occupazione durante il giorno? Per diverse ragioni – i carichi di picco continui nella realtà non accadono e un po' di diversificazione è più realistica. Ridurre il carico durante l'ora di pranzo ci consente di controllare se l'edificio è sensibile a brevi cambiamenti nei guadagni e se l'aumento dei carichi appena prima dell'orario di ufficio, e la diminuzione dei carichi dopo l'orario di ufficio, approssimano l'andamento dell'occupazione reale. I fabbisogni di picco sono sufficientemente lunghi da indicare se il calore tende ad accumularsi nei vani. Questi pattern metteranno anche alla prova il sistema ambientale e forse forniranno una indicazione precoce sulla relazione tra l'uso dell'edificio e i fabbisogni dei sistemi. E' un grande valore per qualche minuto di riflessione in fase di pianificazione.

Nella reception il guadagno termico sensibile di picco dovuto agli occupanti è di 400 W e nella stanza delle visite è di 200 W, pari a 100 W per persona. Il calore latente è circa la metà di quello sensibile. Questi assunti, se documentati, aiutano davvero a chiarificare i numeri archiviati nel file e in seguito possono velocizzare l'assicurazione della qualità.

Una delle prime domande che ti sarà fatta quando inizierai a definire le caratteristiche operative delle zone sarà il numero di periodi per ciascun tipo di giorno e il periodo di inizio di ciascun periodo.

Per i giorni feriali ci sono 8 periodi di occupazione, 3 periodi per le luci e 3 periodi per le piccole apparecchiature. Secondo le figure 1.9, i periodi di occupazione inizierebbero alle ore 0, 7, 8, 9, 12, 14, 17 e 21. Di sabato e domenica ci sono 0 periodi.

Nel *project manager* vai a “Model Management” – “browse/edit/simulate -> composition -> operational details”. Seleziona la zona “reception” e ti sarà presentata una scelta iniziale di file con l'opzione di esplorare un file esistente nel tuo modello (puoi usarla se hai diversi vani che adottano lo stesso pattern). Il nome del file è suggerito in base al nome della zona. Accetta il nome suggerito e poi ti verrà presentato un certo numero di opzioni a proposito di come definire i programmi orari (figura 5.1).

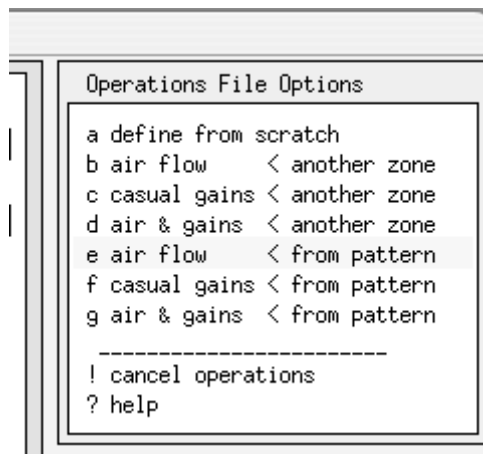


Figura 5.1. Opzioni per generare programmi orari.

Ai fini di questo esercizio, useremo l'opzione "start from scratch". Puoi anche importare pattern da altre zone esistenti nel tuo modello, così come file del tipo "operation" che siano stati inseriti in una cartella standard "pattern".

Ti sarà ricordato di pianificare i tuoi programmi orari (leggi il messaggio perché è una memoria utile). E poi per ciascuno dei tipi di giorni ti sarà chiesto il numero di periodi per l'occupazione, le luci e le piccole apparecchiature. Questo sarà seguito dalle finestre di dialogo che ti chiederanno l'ora di inizio di ciascuno dei periodi per ciascuno dei tipi di guadagno gratuito (ricava questa informazione dalle tue note).

Fai lo stesso con i sabati e le domeniche. Adesso è visualizzato il menu in figura 5.2.

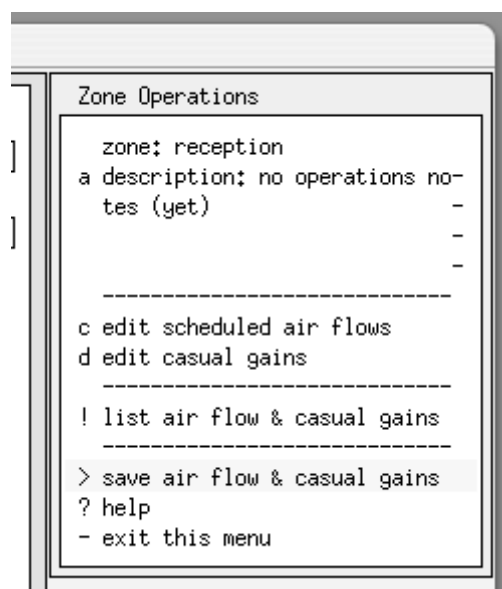


Figura 5.2. Apertura del menu "operations".

Riempi la descrizione relativa all'operazione della zona usando parole e frasi che chiarifichino cosa sta succedendo (nota che la finestra di editing dell'interfaccia X11 ha frecce "<", ">" che

consentono di scorrere il testo). Poi seleziona l'opzione "c" per riempire il resto dei dettagli riguardanti il periodo dei guadagni casuali.

Ti saranno presentati i dati del periodo che hai bisogno di inserire in base alle tue note.

Quando hai inserito i dati del periodo, avrai notato che hai una scelta di unità. Dalle note, l'effetto degli occupanti è inserito in Watt, e le luci, se usassimo quell'unità, corrisponderebbero a 3.75 W/m² (le note dicono 150 W e la superficie di pavimento è 40 m²). Le piccole apparecchiature ("small power", NdT) sono anch'esse segnate in Watt.

Dopo che avrai definito la proporzione del calore sensibile e del calore latente nei guadagni e accettato la proporzione di default tra componente radiativa e convettiva, dovresti vedere qualcosa simile alla figura 5.3.

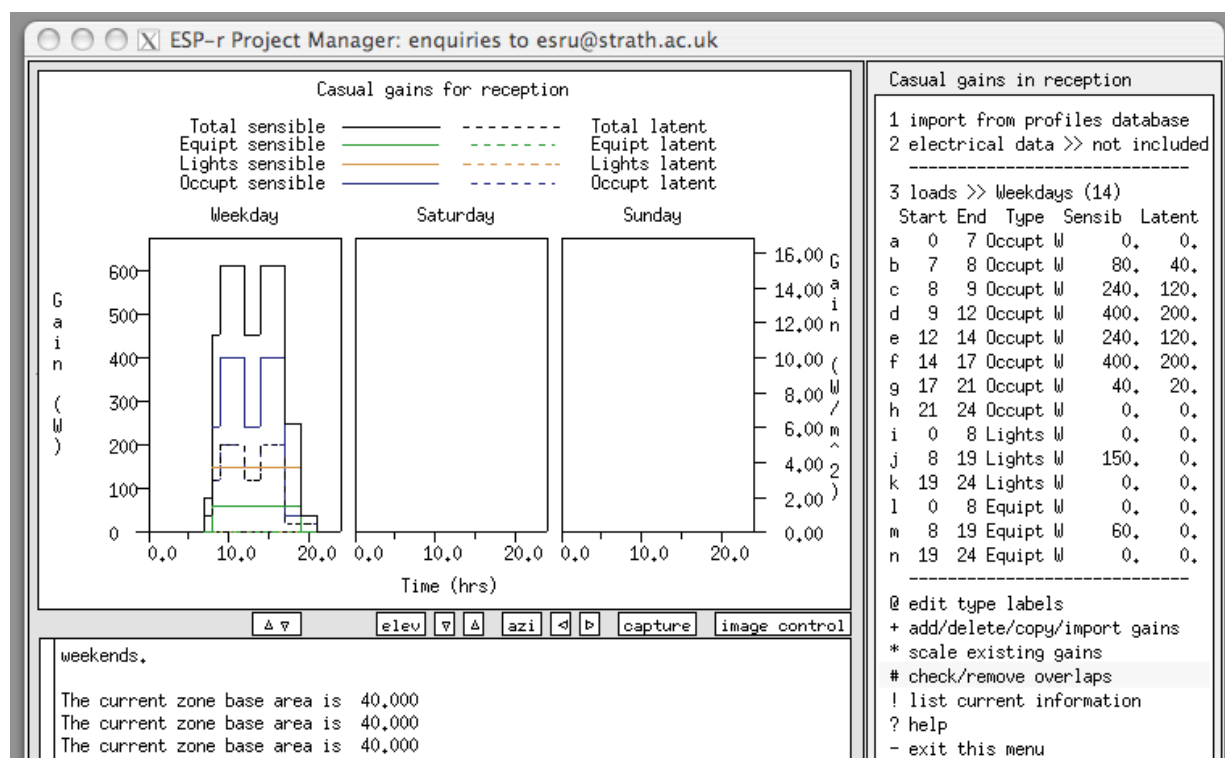


Figura 5.3. Guadagni gratuiti relativi ai giorni feriali.

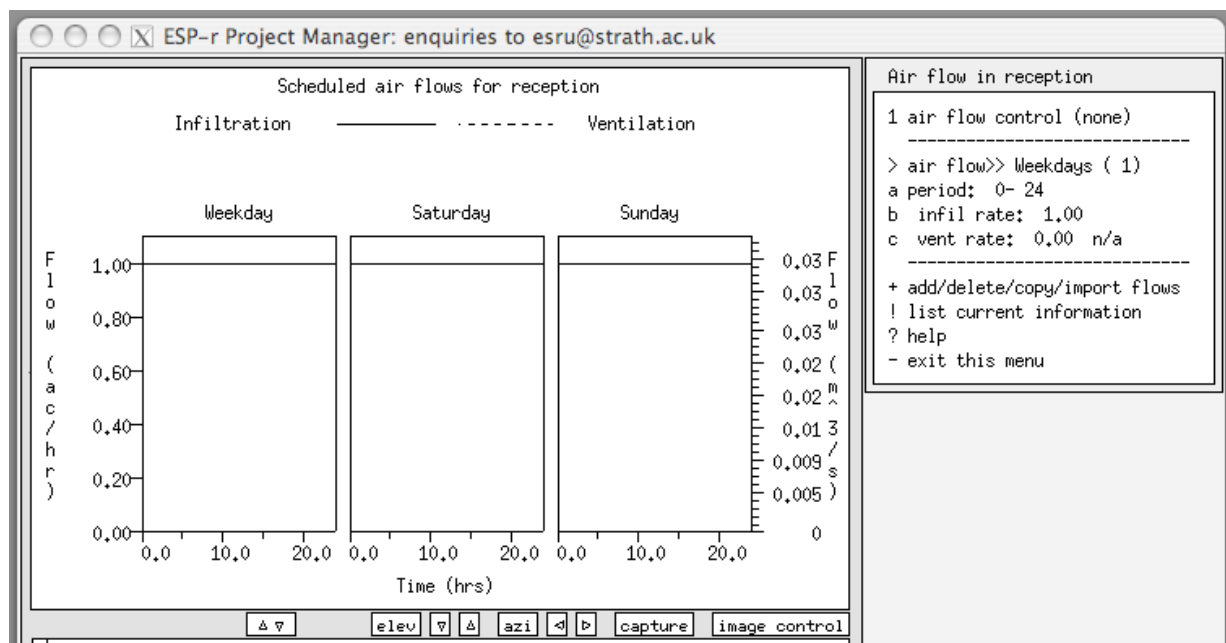


Figura 5.4. Programmi orari delle infiltrazioni relative ai giorni feriali.

Utilizzando le informazioni nelle tue note, potresti anche definire i guadagni gratuiti per la stanza delle visite.

5.1 Programmi orari relativi ai flussi d'aria

All'inizio del processo di progettazione i dettagli edilizi possono non supportare una descrizione dettagliata di come l'aria si muova negli edifici o di quanto a tenuta d'aria la facciata debba essere, così dal punto di vista ingegneristico si ricorre ad approssimazioni. La scheda delle informazioni di inquadramento del problema non fa nessuna menzione, così occorre fare una ipotesi iniziale. In un progetto reale si farebbero delle discussioni all'interno del gruppo di progettazione per quantificare questa cifra. In funzione del presente esercizio, ipotizziamo una facciata con infiltrazioni d'aria piuttosto consistenti ed immaginiamo che le porte tra la reception e la stanza delle visite siano chiuse.

Possiamo rappresentare questo con un periodo per ciascun giorno esteso per tutte le 24 ore, con un valore di 1 ac/h per le infiltrazioni e nessuna ventilazione (vedi figura 5.4). Usa l'opzione di flusso (flow) "add/delete/copy import" e seleziona "add for all day types". Più tardi potremmo decidere di abbassare le infiltrazioni per vedere se l'edificio è sensibile a un miglioramento della qualità della facciata.

Altre sezioni del *Cookbook* evidenziano opzioni per trattare le infiltrazioni attraverso reti di flusso di massa che possano ipotizzare le pressioni del vento sulle facciate e i moti convettivi di origine termica tra zone termiche, oppure attraverso domini CFD (*Computational Fluid Dynamics*).

5.2 Tabelle orarie per le operazioni di importazione

Creare da zero i programmi orari di utilizzo delle zone è lungo, così molti utenti raccolgono i loro migliori pattern di programmi orari legate all'utilizzo delle zone e le conservano nella cartella "pattern" situata all'interno dei modelli per l'apprendimento (*training models*, NdT).

Se hai già compilato i programmi orari per la stanza delle visite, ripeti il processo, ma cambia un po' il nome del file in modo tale da non rovinare il tuo lavoro precedente. Quando saranno mostrate le selezioni, nella figura 5.1 scegli "air and gains < from pattern" e ti verrà mostrata una lista di file. Selezionane uno (tieni in mente quale), guarda il sunto e rispondi alle domande a proposito dei flussi d'aria e poi a quelle dei guadagni gratuiti. Poiché il programma non ha idea del volume o della superficie associata con il pattern, ha bisogno di informazioni da te. Se l'autore del file da cui stai prendendo il pattern sapesse veramente il fatto suo, questa informazione sarebbe contenuta nella documentazione.

Tu avrai l'opportunità di editare la documentazione e questa è la tua possibilità per assicurarti che ciò che hai incluso nel modello è chiaramente definito, specialmente se hai bisogno di scalare qualcuno dei valori. La figura 5.5 è il risultato dell'importazione di un file di pattern. Tali pattern possono essere modificati facilmente. Nota che il valore di picco per gli occupanti, gli apparecchi di illuminazione e le piccole apparecchiature sono 100 W ciascuno. Scalare le piccole apparecchiature per l'uso nella tua zona corrente richiederebbe solo che tu selezionassi le opzioni di guadagno esistenti e fornissi un fattore di scala.

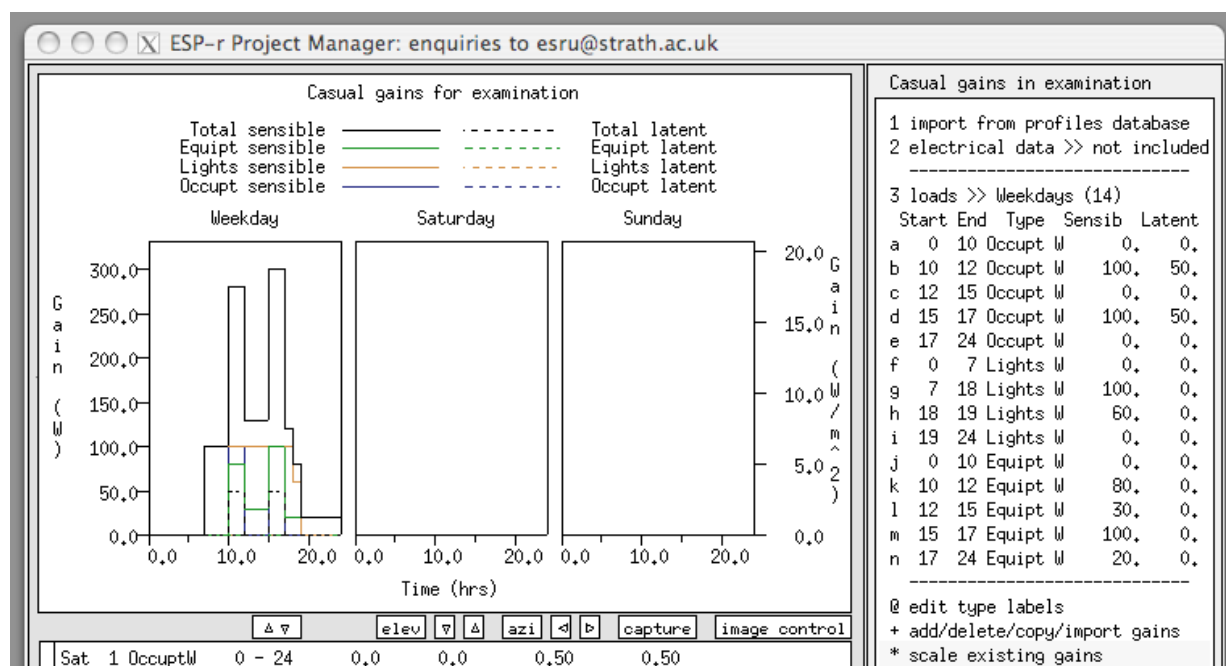


Figura 5.5. Dati relativi ai file dei pattern importati.

Una volta che un modello include la geometria di una zona, i file relativi ai dati termofisici e i programmi orari di utilizzo, è possibile lanciare una simulazione. Se pensi di essere a questo punto, puoi dare un'occhiata all'Esercizio 15 nel volume *Esercizi del Cookbook* e vedere se puoi analizzare le prestazioni del tuo modello. Se non ancora hai definito dei sistemi

ambientali, l'analisi sarà basata sull'ipotesi di un modello in evoluzione libera (*free floating, NdT*).

6 Dati climatici

A meno di non trovare dei modi per focalizzare e vincolare i nostri modelli e l'analisi che portiamo avanti, le operazioni di simulazione rischiano di richiedere più risorse informatiche e umane di quante disponiamo. In questa sezione l'obiettivo è quello di individuare un modo di veicolare informazioni più in fretta (e senza esaurirci) resistendo all'impulso di lanciare lunghe analisi nelle prime battute del processo di progettazione.

ESP-r ha un certo numero di funzioni che ci permettono di scalare i nostri modelli e le analisi. Così otteniamo, per esempio, informazioni sui fabbisogni annuali per il riscaldamento e il raffrescamento per un intero edificio senza simulare tutti i giorni dell'anno o tutti i piani di un edificio per uffici.

Per molti tipi di edifici c'è una forte correlazione tra previsione relativa a una o due settimane in ciascuna stagione e i fabbisogni stagionali. Se possiamo stabilire che questo sia il caso per un certo edificio, ottenere le prestazioni scalando da periodi brevi a periodi lunghi diventa un'opzione possibile.

Le serie di dati in ESP-r possono essere accompagnate da informazioni sulle stagioni (parte finale dell'inverno, primavera, estate, autunno, parte iniziale dell'inverno per l'emisfero settentrionale e parte finale dell'estate, autunno, inverno, primavera e parte iniziale dell'estate nell'emisfero sud), così come periodi tipici di analisi.

Le stagioni sono in parte basate su convenzioni locali e in parte su considerazioni scientifiche. La demarcazione possibile tra stagioni è basata su input dalla comunità di simulazione. Ci sono molti approcci possibili per ricavare un tipico periodo di analisi dal file dei dati climatici e poi collocarlo dove è facile reperirlo.

6.1 Importazione di dati climatici

Per capire meglio come queste funzioni, la nostra nuova operazione è quella di installare un nuovo file climatico, specificare i giorni di simulazione in ciascuna stagione e poi usare le funzioni "clm" per scoprire i periodi di analisi tipici in ciascuna stagione. Dopo di ciò, deriveremo un fattore di scala per i fabbisogni per il riscaldamento, per il raffrescamento, per gli apparecchi di illuminazione, per le piccole apparecchiature, etc. da usare nel nostro modello.

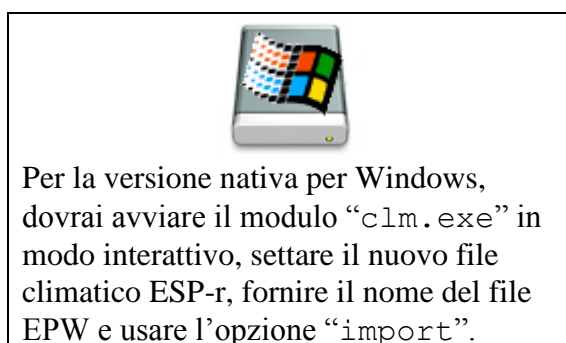
Effettua il download di un nuovo set di dati climatici dal sito del DoE (*Department of Energy* statunitense, n.d.t.)

"<http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata.cfm>". Il sito mette a disposizione file climatici relative a località statunitensi e canadesi, ma anche internazionali. Scegliamo una località internazionale: Ginevra, Svizzera. Il file per

questa località è “CHE_Geneva_IWEC.zip”. Scaricalo e salvalo in una posizione appropriata e scompatta il file zippato. Uno dei file sarà “CHE_Geneva_IWEC.epw”. La maggior parte dei file EPW correnti può essere importata direttamente nel modulo “clm” di ESP-r.



Questo crea un nuovo file climatico in formato ESP-r, CHE_Geneva_IWEC. A volte compare il messaggio “error reading line 1” quando si effettua la conversione, ma questo generalmente non pregiudica la riuscita della conversione stessa. La linea di comando data al modulo “clm” include il nome del nuovo file binario che deve essere creato dopo la *key word* “-file”. Le parole “-act epw2bin silent” danno l’istruzione di intraprendere la conversione senza ulteriori interazioni.



Per verificare che la conversione abbia funzionato, richiama il modulo “clm” con il nuovo file o usa il browser dei file per localizzare il nuovo file.

```
clm -file CHE_Geneva_IWEC
```

Se la conversione è riuscita, dovresti vedere le linee:

```
Climate data: GENEVA CHE  
46.2N 8.9W: 1984 DN
```

nell’area del feedback di testo dell’interfaccia. Per sicurezza, prova a lanciare la rappresentazione delle temperature e della radiazione solare.

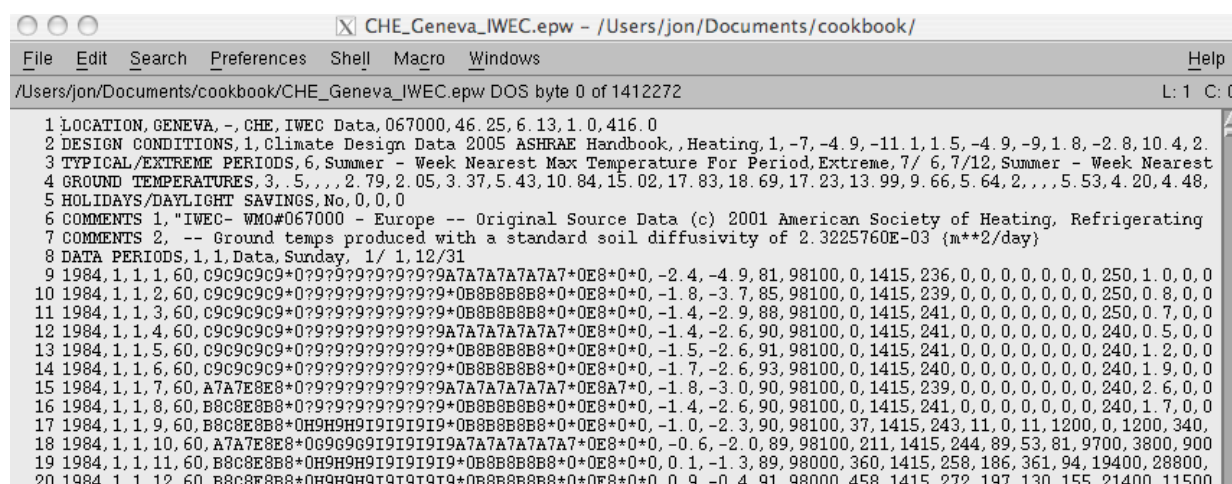
Se c'è un problema con il file, aprilo in un editor di testo (nella figura 6.1 è usato “nedit”). Ci potrebbero essere diversi cambiamenti che potremmo volere effettuare nel file.

La riga 6 include un carattere “#” prima del numero “WMD” e questo dovrebbe essere rimpiazzato da un carattere “spazio”. La riga 6 è anche lunga 702 caratteri e ESP-r può solo leggere righe di testo che siano più corte di 248 caratteri. Dopo avere letto la nota dell'ASHRAE, modificala accorciandola. L'ultima possibilità è che qualche file EPW abbia una linea vuota alla fine del file (line 8769). Rimuovi questa linea se presente e salva il file. Ulteriori istruzioni per lavorare nei file EPW si trovano nel codice sorgente di ESP-r nella cartella “climate”.

6.2 Definizione delle stagioni e dei periodi tipici

La nostra operazione successiva è quella di definire i giorni associati con ciascuna stagione. Ci sono un certo numero di approcci adottabili e noi useremo una combinazione di approcci riguardanti le temperature nel corso dell'anno e la radiazione solare.

Nel modulo “climate” scegli “graphical analysis”, dal menu “options”. Poi scegli “dry bulb temperature” e “draw graph” per ottenere una schermata simile a quella in figura 6.2.



```
1 LOCATION, GENEVA, -, CHE, IWEC Data, 067000, 46.25, 6.13, 1.0, 416.0
2 DESIGN CONDITIONS, 1, Climate Design Data 2005 ASHRAE Handbook, Heating, 1, -7, -4.9, -11.1, 1.5, -4.9, -9, 1.8, -2.8, 10.4, 2.
3 TYPICAL/EXTREME PERIODS, 6, Summer - Week Nearest Max Temperature For Period, Extreme, 7/ 6, 7/12, Summer - Week Nearest
4 GROUND TEMPERATURES, 3, .5, ., ., 2.79, 2.05, 3.37, 5.43, 10.84, 15.02, 17.83, 18.69, 17.23, 13.99, 9.66, 5.64, 2, ., ., 5.53, 4.20, 4.48,
5 HOLIDAYS/DAYLIGHT SAVINGS, No, 0, 0, 0
6 COMMENTS 1, "IWEC- WMO#067000 - Europe -- Original Source Data (c) 2001 American Society of Heating, Refrigerating
7 COMMENTS 2, -- Ground temps produced with a standard soil diffusivity of 2.3225760E-03 {m**2/day}
8 DATA PERIODS, 1, 1, Data, Sunday, 1/ 1, 12/31
9 1984, 1, 1, 1, 60, C9C9C9C9*0?9?9?9?9?9?9?9A7A7A7A7*0E8*0*0, -2.4, -4.9, 81, 98100, 0, 1415, 236, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 250, 1, 0, 0, 0
10 1984, 1, 1, 2, 60, C9C9C9C9*0?9?9?9?9?9?9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, -1.8, -3.7, 85, 98100, 0, 1415, 239, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 250, 0, 8, 0, 0
11 1984, 1, 1, 3, 60, C9C9C9C9*0?9?9?9?9?9?9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, -1.4, -2.9, 88, 98100, 0, 1415, 241, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 250, 0, 7, 0, 0
12 1984, 1, 1, 4, 60, C9C9C9C9*0?9?9?9?9?9?9*0A7A7A7A7*0E8*0*0, -1.4, -2.6, 90, 98100, 0, 1415, 241, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 240, 0, 5, 0, 0
13 1984, 1, 1, 5, 60, C9C9C9C9*0?9?9?9?9?9?9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, -1.5, -2.6, 91, 98100, 0, 1415, 241, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 240, 1, 2, 0, 0
14 1984, 1, 1, 6, 60, C9C9C9C9*0?9?9?9?9?9?9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, -1.7, -2.6, 93, 98100, 0, 1415, 240, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 240, 1, 9, 0, 0
15 1984, 1, 1, 7, 60, A7A7E8E8*0?9?9?9?9?9?9*0A7A7A7A7*0E8A7*0, -1.8, -3.0, 90, 98100, 0, 1415, 239, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 240, 2, 6, 0, 0
16 1984, 1, 1, 8, 60, B8C8E8B8*0?9?9?9?9?9?9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, -1.4, -2.6, 90, 98100, 0, 1415, 241, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 240, 1, 7, 0, 0
17 1984, 1, 1, 9, 60, B8C8E8B8*0H9H9H9I9I9I9I9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, -1.0, -2.3, 90, 98100, 37, 1415, 243, 11, 0, 11, 1200, 0, 1200, 340,
18 1984, 1, 1, 10, 60, A7A7E8E8*0G9G9G9I9I9I9I9*0A7A7A7A7*0E8*0*0, -0.6, -2.0, 89, 98100, 211, 1415, 244, 89, 53, 81, 9700, 3800, 900
19 1984, 1, 1, 11, 60, B8C8E8B8*0H9H9H9I9I9I9I9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, 0.1, -1.3, 89, 98000, 360, 1415, 258, 186, 361, 94, 19400, 28800,
20 1984, 1, 1, 12, 60, B8C8E8B8*0H9H9H9I9I9I9I9*0B8B8B8B8*0*0E8*0*0, 0.9, -0.4, 91, 98000, 458, 1415, 272, 197, 130, 155, 21400, 11500
```

Figura 6.1. Modificare un file EPW.

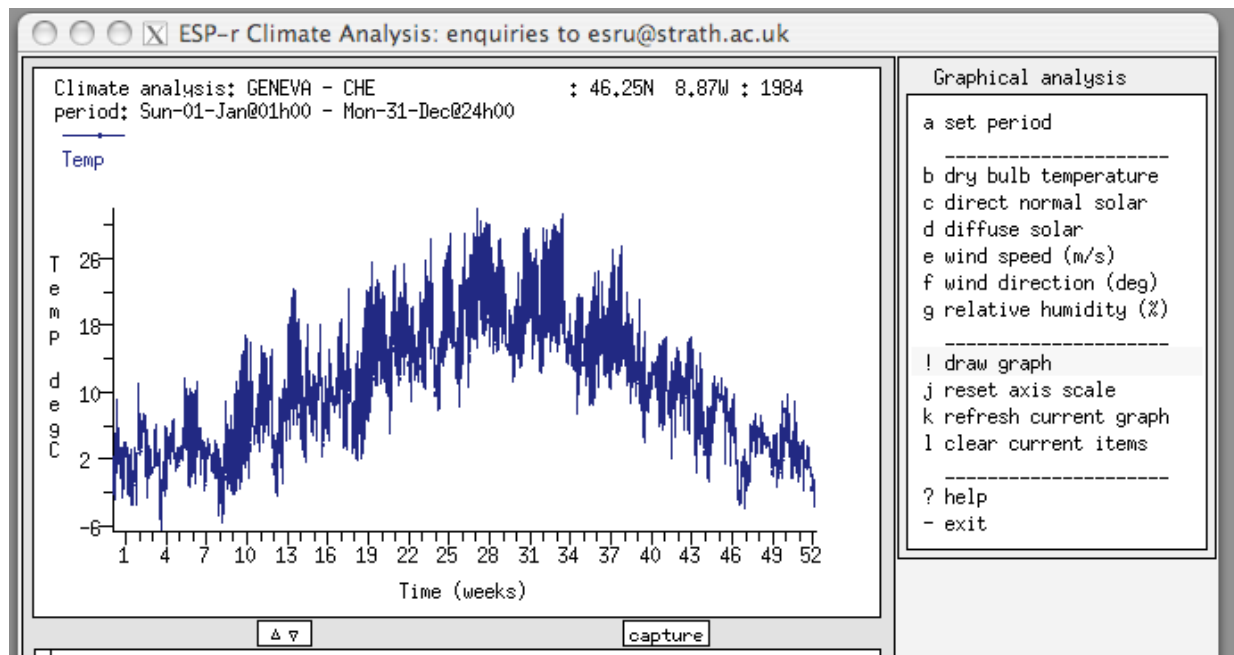


Figura 6.2. Temperature annuali a bulbo secco.

L'asse orizzontale del grafico rappresenta le settimane. Ci sono temperature estremamente basse nelle settimane 4, 9, 46 e 52. C'è un periodo freddo tardivo nella settimana 12. Nella settimana 14 si raggiungono 22 °C. Il periodo più caldo è tra la settimana 26 e quella 32.

Un altro modo di vedere l'informazione climatica è di osservare i gradi giorno settimanali per il riscaldamento e il raffrescamento. Per fare questo, seleziona "synoptic analysis", poi scegli "dry bulb temperature", poi "degree days" e poi "weekly". Prendi le temperature di soglia (*setpoint*) per il riscaldamento e il raffrescamento. Questo produrrà una tabella come quella in figura 6.3.

```

Climate data: GENEVA - CHE
46.2N 8.9W: 1984 DN
Degree day analysis: heating base at 17.0 & cooling 21.0 Deg C
Week (starting) Heat dd Cool dd
                        avg/day total avg/day total
Week: 1 (Sun-01-Jan) 15.43 108.02 0.00 0.00
Week: 2 (Sun-08-Jan) 15.85 110.93 0.00 0.00
Week: 3 (Sun-15-Jan) 14.01 98.08 0.00 0.00
Week: 4 (Sun-22-Jan) 15.80 110.60 0.00 0.00
Week: 5 (Sun-29-Jan) 14.29 100.02 0.00 0.00
Week: 6 (Sun-05-Feb) 13.02 91.16 0.00 0.00
Week: 7 (Sun-12-Feb) 13.93 97.52 0.00 0.00
Week: 8 (Sun-19-Feb) 15.83 110.82 0.00 0.00
Week: 9 (Sun-26-Feb) 15.90 95.42 0.00 0.00
Week:10 (Sun-04-Mar) 12.75 89.26 0.00 0.00
Week:11 (Sun-11-Mar) 9.83 68.81 0.00 0.00
Week:12 (Sun-18-Mar) 8.05 56.34 0.00 0.00
Week:13 (Sun-25-Mar) 12.30 86.08 0.00 0.00
Week:14 (Sun-01-Apr) 5.25 36.78 0.03 0.18
Week:15 (Sun-08-Apr) 7.94 55.60 0.00 0.00
Week:16 (Sun-15-Apr) 8.18 57.28 0.00 0.00
Week:17 (Sun-22-Apr) 7.21 50.46 0.00 0.00
Week:18 (Sun-29-Apr) 6.53 45.73 0.01 0.08
Week (starting) Heat dd Cool dd
                        avg/day total avg/day total
Week:19 (Sun-06-May) 8.25 57.75 0.02 0.13
Week:20 (Sun-13-May) 2.53 17.73 0.31 2.15
Week:21 (Sun-20-May) 3.30 23.07 0.12 0.84
Week:22 (Sun-27-May) 1.16 8.15 0.31 2.18
Week:23 (Sun-03-Jun) 2.70 18.89 0.01 0.08
Week:24 (Sun-10-Jun) 0.95 6.66 0.69 4.81
Week:25 (Sun-17-Jun) 3.25 22.75 0.63 4.38
Week:26 (Sun-24-Jun) 1.55 10.87 0.82 5.76
Week:27 (Sun-01-Jul) 0.63 4.39 1.45 10.16
Week:28 (Sun-08-Jul) 0.03 0.24 3.33 23.33
Week:29 (Sun-15-Jul) 0.16 1.14 1.70 11.90
Week:30 (Sun-22-Jul) 1.08 7.55 0.32 2.27
Week:31 (Sun-29-Jul) 0.82 5.71 1.60 11.17
Week:32 (Sun-05-Aug) 0.39 2.75 1.58 11.05

```

Figura 6.3. Gradi giorno per il riscaldamento e il raffrescamento.

I gradi giorno medi sono circa 15.0 per le prime nove settimane e poi scendono a circa 8.0 (eccetto che per la settimana 13). Le settimane dalla 27 alla 34 hanno gradi giorno per il raffrescamento tra 10 e 23. Questo corrisponde al pattern mostrato nel grafico. Se noi per l'inverno ponessimo un limite massimo di 12 per i gradi giorno per il riscaldamento e di circa 10 per l'estate, la definizione della stagione risulterebbe semplice.

Prima di specificare realmente le date, si noti che il primo gennaio è domenica e che di conseguenza l'inizio di ogni settimana successiva sarà domenica.

Quando cercheremo delle settimane tipiche, esse quindi inizieranno con la domenica. Alcuni professionisti preferiscono effettuare simulazioni con inizio di lunedì e fine di domenica. Se volessimo adottare questa impostazione, dovremo cambiare l'anno nel set di dati climatici, in modo tale che cominci con un lunedì (questo avviene per esempio nell'anno 2001).

La possibilità di effettuare questo cambiamento si trova nell'opzione di menu "edit site data" nel menu "clm" principale. Una volta inserito il cambiamento, ritorna all'analisi sinottica e chiedi la tavola dei gradi giorno settimanali.

Utilizzando i limiti massimi che si sono detti, le stagioni risultano essere le seguenti:

- inverno inizio anno: 1 gennaio - 11 marzo;
- primavera 12 marzo - 24 giugno;
- estate 25 giugno - 26 agosto;
- autunno 27 agosto - 18 novembre;
- inverno fine anno 19 novembre - 31 dicembre.

Per registrare questa informazione vai all'opzione "manage climatelist" sul menu principale. Ti verranno presentate le opzioni mostrate nella figura 6.4.

Vi sono mostrate le date di default iniziali riferite alle varie stagioni e i periodi tipici che dovrai riaggiornare. Se il menu "string item" e il quello "aid" non sono vuoti, allora inizia cambiando il menu "selection" e il testo di documentazione.

Per esempio, il menu "aide memoir" potrebbe essere il Geneva CHE prodotto dall' US DoE (*Department Of Energy* statunitense, NdT). L'opzione di menu "c" è il percorso completo e il nome del file climatico a cui ESP-r accederà dopo che sarà installato nella opportuna posizione. In questo caso, il file con cui abbiamo lavorato si trova all'indirizzo "/usr/esru/esp-r/climate/CHE_Geneva_IWEC". L'opzione di menu "d" dice a ESP-r se è ONLINE o OFFLINE. Mettilo su ONLINE. Se è OFFLINE, questo file non sarà visto da altri.

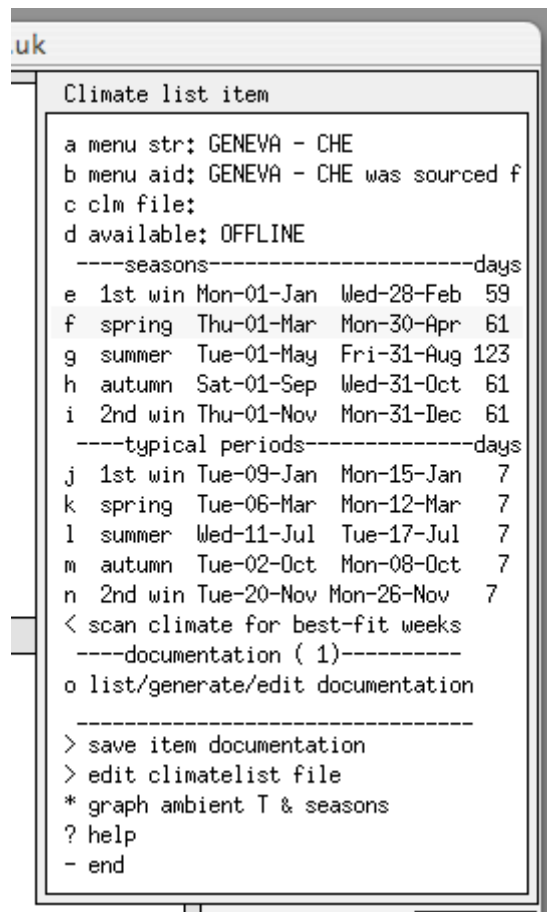


Figura 6.4. Menu per la creazione di un'entità nella lista dei file climatici.

La sezione del menu sotto “seasons” ci consente di modificare l’inizio e la fine di ciascuna stagione. Dopo avere editato ciascuna stagione possiamo usare l’opzione “scan climate for best-fit weeks” per cercare delle settimane che siano più vicine alla condizione media stagionale.

Nota che in questo caso ciascuna stagione inizia con lo stesso giorno della settimana. Ma si potrebbe anche definire una stagione che non inizi con lo stesso giorno della settimana.

I criteri per il riscaldamento e il raffreddamento sono basati su una combinazione di gradi giorno per il riscaldamento e per il raffreddamento e sulla radiazione solare. Per esempio, i gradi giorno medi stagionali per il riscaldamento e il raffreddamento (102 e 0 per la parte dell’inverno all’inizio dell’anno) così come la radiazione solare (11.05). Il programma poi cercherà la settimana con la minore deviazione standard, dopo la conferma del peso che vogliamo dare ai GG per il riscaldamento, ai GG per il raffreddamento e alla radiazione. Questi fattori all’inizio sono ponderati con un fattore di 1.0 per dare luogo a una ponderazione omogenea (ma puoi cambiarli se vuoi). Il programma in questo caso trova la deviazione più piccola (0.14) per la settimana che inizia con lunedì 19 febbraio. Questo metodo può risultare soddisfacente per una stima dei consumi nel corso di una stagione, anche se è meno accurato per la determinazione delle situazioni di picco.

Usa l’opzione “scan climate for best-bit weeks” per cercare le settimane tipiche. Dopo avere confermato ciascuno dei suggerimenti stagionali e selezionato il grafico

“ambient T” e l’opzione “seasons”, l’interfaccia dovrebbe risultare come quella nella figura 6.5.

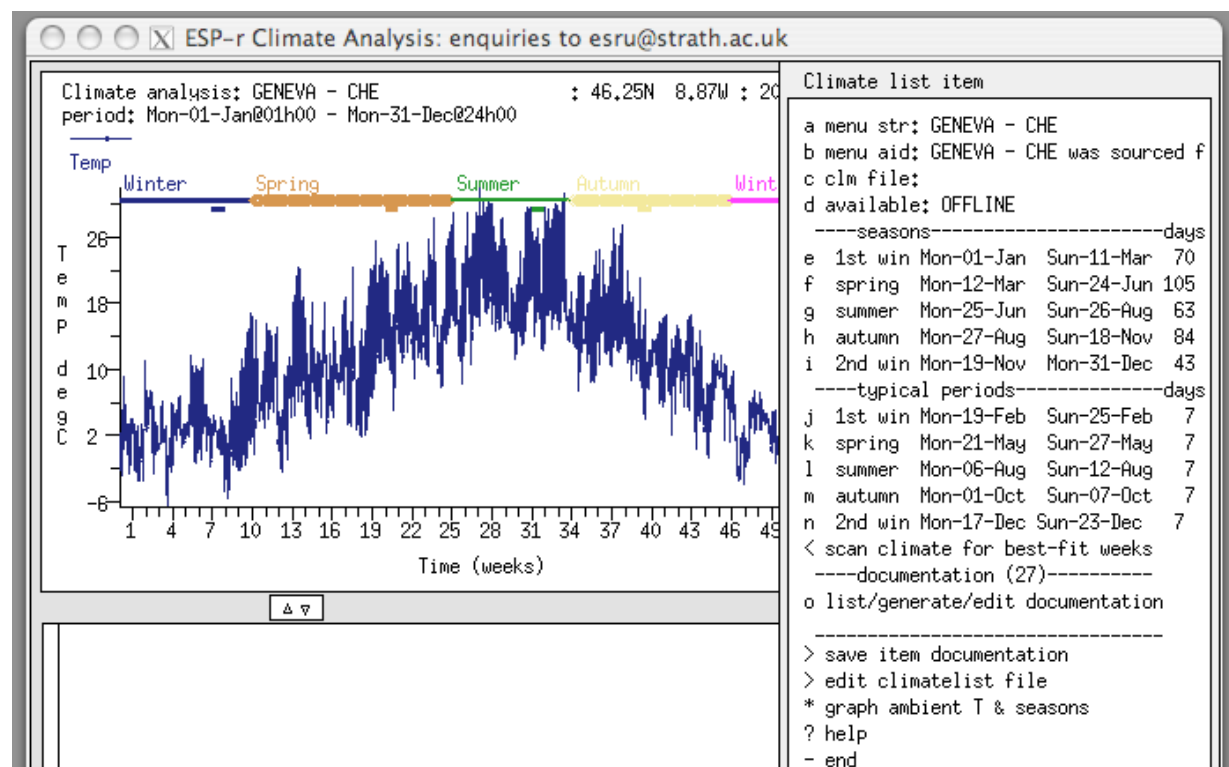


Figura 6.5. Stagioni dell’anno

6.3 Elementi nella lista dei climi

Le operazioni finali sono quelle di registrare queste informazioni attraverso l’opzione “list/generate/edit documentation”, l’opzione “initialise” e poi usare l’opzione “save” per scrivere i dati in un file.

Questa darà un nome basato sul file climatico originale con una estensione .block. Il blocco di testo che verrà generato è listato qui di seguito. Deve essere incollato nel cosiddetto file “climatelist”. C’è un’opzione “edit”. Apri inoltre il file blocco di testo, controllane gli elementi e aggiungi il testo che vuoi sia mostrato agli utenti (da “*help_start” a “*help_end”).

Inserisci il testo (con attenzione) tra gli “*help_end” e “*item line” esistenti e salvalo. Non dimenticare di copiare il file climatico appena creato alla cartella standard “climate”. La prossima volta che ESP-r verrà usato, il nuovo file climatico dovrebbe essere disponibile e le settimane tipiche dovrebbero essere registrate.

Prima di chiudere il modulo “clm”, è utile salvare i dati climatici per ESP-r in un file in formato testo ASCII. Fallo attraverso l’opzione “text file” sul menu principale. Accetta il nome di default “CHE_Geneva_IWEC”. Il file climatico “CHE_Geneva_IWEC” dovrebbe essere collocato nella cartella standard (per esempio, /usr/esru/esp-r/climate); e la versione ASCII del file “CHE_Geneva_IWEC.a” dovrebbe essere tenuta,

in previsione del caso in cui il file climatico binario si rovini. Ancora, su certi sistemi, puoi dover chiedere al personale che amministra il sistema di copiare il file all'indirizzo locale `"/usr/esru/esp-r/climate"` (od ovunque si trovi il file *climatelist*).

```

“
*item
*name GENEVA - CHE
*aide GENEVA - CHE was sourced from US DoE
*dbfl
*avail OFFLINE
*winter_s 1 1 11 3 19 11 31 12
*spring_s 12 3 24 6 27 8 18 11
*summer_s 25 6 26 8
*winter_t 19 2 25 2 17 12 23 12
*spring_t 21 5 27 5 1 10 7 10
*summer_t 6 8 12 8
*help_start
Climate is GENEVA - CHE
Location: 46.25N 8.87W : 2001
Month Minimum Time Maximum Time Mean
Jan -6.8 @ 4h00 Fri 26 11.1 @16h00 Sun 14 1.1
Feb -5.8 @ 7h00 Tue 27 11.7 @16h00 Wed 7 2.4
Mar -2.7 @ 7h00 Tue 27 16.8 @16h00 Sat 10 5.9
Apr 1.4 @ 7h00 Wed 11 22.4 @16h00 Wed 4 10.1
May 1.6 @ 4h00 Tue 8 25.5 @16h00 Tue 15 13.4
Jun 7.7 @ 1h00 Tue 19 29.0 @16h00 Mon 25 16.7
Jul 10.5 @ 4h00 Thu 5 32.1 @16h00 Mon 9 20.3
Aug 7.1 @ 4h00 Thu 30 31.4 @13h00 Wed 22 19.9
Sep 8.3 @ 7h00 Fri 7 27.6 @16h00 Sat 22 15.7
Oct 0.1 @ 7h00 Wed 31 21.1 @13h00 Mon 1 10.6
Nov -4.1 @ 7h00 Sun 25 14.7 @16h00 Fri 2 4.7
Dec -4.0 @22h00 Mon 31 9.8 @13h00 Mon 17 2.8
Annual -6.8 @ 4h00 26 Jan 32.1 @16h00 9 Jul 10.4
---Seasons & typical periods---
Winter season is Mon 1 Jan - Sun 11 Mar
Typical winter week begins Mon 19 Feb
Spring season is Mon 12 Mar - Sun 24 Jun
Typical spring week begins Mon 21 May
Summer season is Mon 25 Jun - Sun 26 Aug
Typical summer week begins Mon 6 Aug
Autumn season is Mon 27 Aug - Sun 18 Nov
Typical autumn week begins Mon 1 Oct
Winter season is Mon 19 Nov - Mon 31 Dec
Typical winter week begins Mon 17 Dec
*help_end
“

```

Capitolo 7

CONTROLLI AMBIENTALI DELLE ZONE

7 Controlli ambientali delle zone

7.1 Introduzione

Come detto all'inizio del *Cookbook*, l'uso della simulazione può testare le convinzioni del gruppo progettuale. La progettazione dei controlli ambientali è particolarmente densa di convinzioni.

Per esempio:

- Alcuni architetti ed ingegneri operano sotto l'assunto che gli edifici richiedano continuamente un intervento meccanico. Questo assunto corrisponde al vero?
- Molti metodi di progettazione si focalizzano su condizioni estreme e ignorano che cosa accade le altre volte. Qual'è il costo di questo?
- Alcuni metodi di progettazione assumono che i cambiamenti dettati dall'*ingegneria basata sulle cifre* abbiano poco o nessun impatto sulla risposta ai sistemi e al controllo o ai costi di gestione o al comfort. E' un assunto a basso rischio?

L'approccio del *Cookbook* limita il costo della progettazione assicurando che tali questioni siano affrontate il prima possibile. Esso fornisce inoltre opportunità per individuare pattern che portano ad avanzamenti sostanziali.



Comprendi le opzioni per controllare un edificio osservando come funziona senza intervento meccanico.

Focalizzati sulla gestione sul versante del fabbisogno esplorando opzioni architettoniche e regimi operativi alternativi.

Focalizzati sulle stagioni di transizione e sui controlli ambientali che hanno gestito in modo efficiente carichi termici parziali e i fabbisogni intermittenti.

Scopri i pattern riguardanti l'edificio e esplora in quale modo gli interventi che mitigano gli estremi climatici possano

essere integrati con i risultati prodotti nella fase precedente del metodo.
Ricontrolla le opzioni di gestione dalla parte della domanda e itera il processo come richiesto.

7.2.1 Rappresentazioni astratte

In ESP-r i sistemi di controllo ambientale possono essere rappresentati come controlli idealizzati di zone e come reti di componenti di sistema (spesso chiamati “plant system” (sistema impiantistico, NdT) nell’interfaccia). La scelta di quale approccio seguire dipende dalla fase del processo progettuale, dal livello di dettaglio necessario per analizzare le prestazioni del sistema e dalla quantità di informazioni disponibili. E poi c’è anche la questione tempo. Il settaggio di controlli basati su componenti di sistema richiede più tempo e può essere più difficile da calibrare.

Il primo passo per comprendere come ESP-r tratta i controlli ideali è comprendere il gergo che viene utilizzato. L’interfaccia non presenta una lista di entità, come per esempio “riscaldamento perimetrale a trincea a pavimento” (*perimeter trench floor heating*, NdT). Quelle che vedi sono scelte riguardanti:

- ciò che è rilevato: per esempio temperatura, umidità, radiazione, flusso;
- dov’è il sensore per tale rilevazione: per esempio, un nodo nell’aria di una zona, l’interno di un elemento costruttivo, l’interno di un componente del sistema;
- quale logica di controllo è applicata al segnale inviato dal sensore in differenti momenti del giorno;
- quale azione è intrapresa, per esempio immissione (*injection*, NdT) o l’estrazione di un flusso;
- dov’è un punto di interazione, per esempio un nodo nell’aria di una zona, l’interno di un elemento costruttivo, l’interno di un componente del sistema.

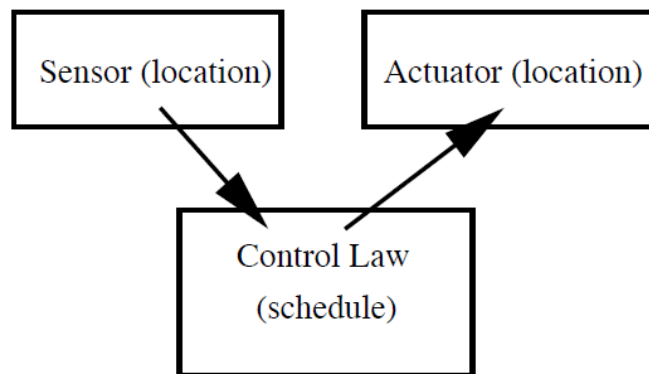


Figura 7.1. Sensore – legge - attuatore.

Tutti insieme questi formano un ciclo di controllo. I cicli di controllo di zona in ESP-r sono astratti. Gli ingegneri esperti di controlli lo vedranno come idealizzato perché in questi sistemi di controllo non ci sono ritardi di tempo, benché ci siano dei ritardi nella risposta dovuti all'accumulo del calore etc.

- L'immissione e l'estrazione del calore sono basate su gamme di potenza fornite dall'utente piuttosto che curve di prestazione e tassi di flusso di combustibile;
- non ci sono attributi come la spaziatura delle lamelle in una unità a ventola; invece si definiscono la collocazione e la proporzione convettiva e radiativa associata all'attuatore;
- la prestazione è in termini di flusso aggiunto o estratto al punto di attuazione. L'uso di elettricità parassita e l'efficienza ai carichi parziali è un'operazione post-processo.

Ci sono controllori (*controllers*, entità di controllo, NdT) che sono utilizzati per identificare dei pattern di fabbisogno. Altri controlli rappresentano scenari del mondo reale, come impianti con tempi di ciclo ridottissimi o livelli di potenza multipli.

Tipicamente, per l'edificio sono specificati un certo numero di cicli di controllo di zona, ciascuno con un indice unico. Questi cicli sono collegati a una o più zone dell'edificio. I cicli di controllo delle zone possono esibire una risposta quasi in tempo reale. Con un passo temporale (*time-step*, NdT) di un minuto, la risposta di un controllore Proporzionale Integrato Derivativo (*PID - Proportional plus Integral plus Derivative control*, NdT) a un cambiamento di *step* nel fabbisogno può mostrare molti degli artifici che si osserverebbero in un apparecchio di controllo reale. Un sistema di controllo che sia criticamente sottodimensionato può fornire indizi utili a proposito del fatto che l'edificio sia capace di assorbire brevi variazioni di picco nelle condizioni al contorno o nei pattern di uso dell'edificio.

In edifici dove il movimento dell'aria è importante, i modelli possono richiedere un misto di controlli di zona e controlli di flussi d'aria. Questo vale specialmente per edifici con sistemi ibridi di ventilazione.

L'approccio astratto di ESP-r inizialmente è stato progettato per la flessibilità e la possibilità di rappresentare le caratteristiche prestazionali di un certo numero di sistemi di controllo ambientale nelle fasi iniziali di progettazione. In un contesto europeo, dove ci sono un certo numero di approcci standard per il controllo ambientale, questa flessibilità era una necessità pragmatica.

Se si desse un'occhiata al codice sorgente degli strumenti dei software di simulazione che non fanno uso di componenti discreti per la rappresentazione di controlli ambientali, si vedrebbe che le loro descrizioni tipo dei componenti sono tradotte in istruzioni che sono grosso modo equivalenti ai cicli di controllo dei sensori, alla logica di controllo e agli attuatori utilizzati nei controlli di ESP-r relativi alle zone.

Ti viene chiesto di definire manualmente quali altri strumenti desumono da descrizioni di alto livello. Quindi in cosa consiste questo processo e in che cosa differisce da un approccio basato su componenti (vedi Capitolo 13)?

7.2.2 Un esempio astratto

Immagina di volere testare l'**idea** di un sistema di riscaldamento a pavimento capace di fornire circa 40 W/m² al centro dello strato superiore della soletta durante le ore di ufficio e che rilevi la temperatura dell'aria nella stanza come in figura 7.2. La tua altra opzione potrebbe essere quella di utilizzare radiatori nel vano. Benché la caldaia e il termostato possano essere gli stessi, le due scelte richiedono componenti differenti e controlli differenti. Noi potremmo definire reti di componenti per le due soluzioni o rappresentare le loro caratteristiche generali attraverso definizioni del tipo *sensore-legge-attuatore*.

L'approccio basato su componenti è complicato dalle dozzine di possibili combinazioni di caldaie, pompe e schemi del circuito di riscaldamento ed è appesantito dalla necessità di assegnare ciascuno dei componenti. In una fase iniziale di progettazione, i dettagli sono una *distrazione* da ciò che è essenziale per una decisione di alto livello. Un approccio astratto ci consente di *ritardare il nostro investimento nel dettaglio*. Ci concede più tempo per comprendere i pattern di fabbisogno e quindi per prendere decisioni più informate durante la fase di progettazione dettagliata.

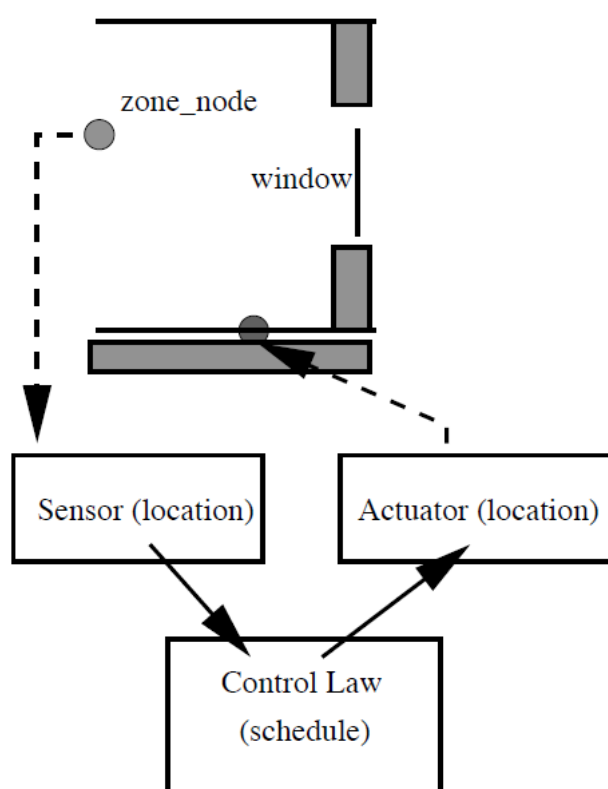


Figura 7.2. Rappresentazione di un sistema di riscaldamento a pavimento astratto.

I dati necessari a un ciclo di controllo sono come in figura 7.3. Nel caso del riscaldamento a pavimento, la collocazione del sensore è in corrispondenza del nodo d'aria della zona, e il programma orario è di tipo *free-float* (fluttuazione termica libera, senza controllo, NdT) all'inizio e alla fine del giorno, con un periodo di salita della temperatura al mattino prima del periodo di occupazione. La legge di controllo nel periodo dell'occupazione potrebbe essere

data da un controllore semplice con 4 kW di potenza per il riscaldamento e con un livello di temperatura di soglia (*setpoint*) di 20 °C. L'attuatore si trova in uno strato specifico della superficie del solaio della zona.

Durante la simulazione, saranno immessi 4 kW finché la temperatura dell'aria nel vano raggiungerà 20 °C e poi verrà immesso un flusso ridotto per mantenere la temperatura di *setpoint*.

Benché sia astratto, questa descrizione ha molte delle caratteristiche di un sistema di riscaldamento a pavimento.

Sia il tempo di ritardo di fase, sia l'alterazione ambientale a livello radiante sono incluse nella simulazione. Se la risposta non sarà ottimale, un cambiamento delle leggi di controllo consentirà di valutare le varianti di progetto. Per esempio, se la risposta sarà lenta, la posizione dello strato in cui avviene l'immissione di calore potrà essere cambiata ridefinendo la posizione dell'attuatore.

Una volta che siano state valutate le caratteristiche richieste del sistema di riscaldamento, allora queste possono essere usate nella fase di progettazione dettagliata, se le risorse e gli obiettivi lo consentono.

Lo svantaggio di questo approccio astratto è che alcuni criteri di prestazione non sono disponibili e che alcune risposte termofisiche sono semplificate. Per esempio, il tempo richiesto da un sistema reale per cambiare la temperatura del fluido nel sistema è assente. Il passo temporale minimo per un controllo di zona è un minuto, quindi i sistemi che rispondono in tempi che sono nell'ordine di secondi non sono ben rappresentati. Alcuni regimi di controllo non possono essere rappresentati del tutto – per esempio, un soffitto raffrescato dovrebbe essere controllato sia in base alla temperatura da ottenersi, sia evitando la condensazione del vapore acqueo. Alcune combinazioni di controllo che si trovano nei sistemi per la gestione energetica degli edifici (*BEMS, Building Energy Management Systems, NdT*) sono difficili se non impossibili da rappresentare.

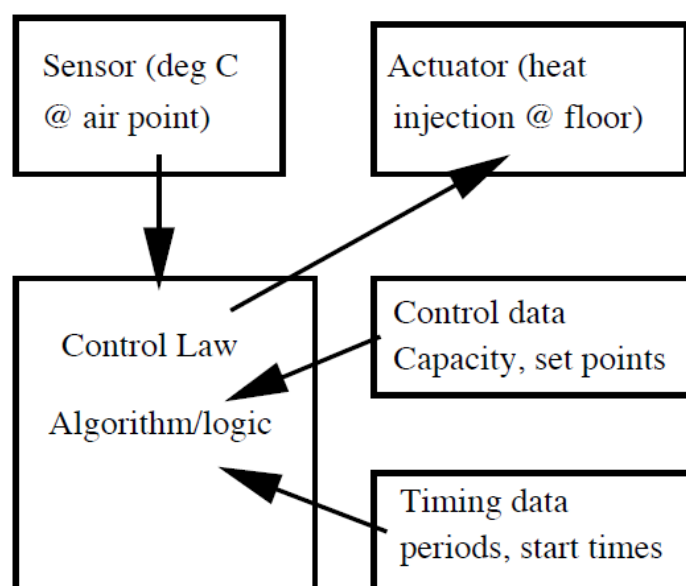


Figura 7.3. Requisiti relativi ai dati.



Il ritardare i dettagli fino a che i pattern dei fabbisogni non siano chiari e l'interazione con un controllo ambientale astratto possono aiutarci a fare *delle scelte informate* sui tipi di sistemi e componenti.

Gli approcci convenzionali ci forzano a essere specifici prima di avere compreso i pattern di fabbisogno ed erogazione di calore. La valutazione attraverso rappresentazioni astratte aumenta le possibilità che i controlli ambientali siano adeguati agli edifici e viceversa.

I lettori che lavorino con altri ambienti di simulazione potrebbero avere altre opzioni di scelta per approcciare i controlli ambientali. Si tratta quasi sempre di opzioni finalizzate a ritardare le scelte di dettaglio.

7.3 Leggi di controllo delle zone

Quello che segue è un sommario delle leggi di controllo più usate.

- “*basic control*” è un controllore ideale che manterrà un livello di temperatura di soglia (*setpoint*) specificato, se avrà potenza sufficiente. Questo si usa spesso per identificare i pattern di fabbisogno. Gli attributi di questo controllo sono: potenza di riscaldamento massima e minima, potenza di raffreddamento massima e minima, livello di temperatura di soglia (*setpoint*) per il riscaldamento e *setpoint* per il raffreddamento. Il controllo dell'umidità è opzionale ed è ottenuto attraverso l'immissione di umidità o la deumidificazione a un tasso massimo, in g/s (grammi al secondo). C'è un'opzione mirata ad allentare il controllo della temperatura per mantenere il controllo dell'umidità.

- “*free float*” disabilita il controllo per il periodo. Per questo controllo non ci sono attributi.

- “*fixed injection or extraction*” implementa un controllo con un tasso fisso di riscaldamento o raffreddamento se la logica richiede uno stato ON (acceso, NdT). Molti sistemi per il riscaldamento o il raffreddamento non sono in grado di aggiustare la loro operatività e rispondere a condizioni transienti con una azione di controllo di tipo ON/OFF. Questo controllore è sensibile al passo temporale di simulazione (che dovrebbe essere modificato per rappresentare la risposta del dispositivo). Gli attributi di questo controllo sono: calore immesso, temperatura di *setpoint* per il riscaldamento, calore estratto, temperatura di *setpoint* per il raffreddamento.

- “*basic proportional control*” è un controllore proporzionale che opera nell'ambito dell'intervallo di regolazione (*throttling range*, NdT) e opzionalmente, implementa un

controllo di tipo Proporzionale Integrale (*PI: Proportional plus Integral control*, NdT) con un'azione temporale integrale o un controllo di tipo Proporzionale Derivativo (*PD: Proportional plus Derivative control*, NdT) (pericoloso) con un tempo di azione derivato o una specificazione Proporzionale Integrale Derivativo (*PID: Proportional plus Integral plus Derivative control*, NdT) completa.⁶

Questo controllo può risultare instabile come un controllore reale mal tarato. Gli attributi in questo caso sono: potenza di riscaldamento massima e minima, temperatura di *setpoint* e banda del *throttling range* per il riscaldamento, potenza di raffreddamento massima e minima, temperatura di *setpoint* e banda dell'escursione tra massimo e minimo per il raffreddamento. I tempi integrali e derivati sono opzionali.

- "*linkage with plant component*" è un controllore di zona che è utilizzato in congiunzione con una rete di componenti impiantistici per identificare interazioni tra la rete impiantistica e le zone. Gli attributi di questo controllo sono: componente nella rete, nodo del componente e tipo di accoppiamento. Se il flusso d'aria delle componenti di sistema interagiscono con una zona, allora il componente a monte e il componente a valle vengono identificati.

- "*multi-stage with hysteresis*" implementa un controllore basato su livelli (stadi) per cui se la temperatura di soglia (*setpoint*) non è raggiunta, viene messa in gioco una potenza aggiuntiva. Ci sono tre livelli per il riscaldamento e tre livelli per il raffreddamento. Gli attributi includono una temperatura di *setpoint* per il riscaldamento, una per il raffreddamento e una differenza di temperatura per i cambiamenti di potenza per il riscaldamento ed il raffreddamento.

- "*separate ON/OFF flux*" è un controllore che implementa una logica del tipo *riscaldamento- acceso-sotto-il-valore* e *riscaldamento-spento-sopra-il-valore* e del tipo *raffreddamento- acceso-sopra-il-valore* e *raffreddamento-spento-sotto-il-valore*. Questo approssima la classica risposta di un termostato. Gli attributi sono: potenza di riscaldamento e di raffreddamento, temperatura di *setpoint* per il riscaldamento e per il raffreddamento.

- "*temperature match (ideal)*" implementa un controllore che si propone di aggiornare la temperatura che è in evoluzione in un'altra posizione o una temperature pesata in diverse posizioni. Questo è utile in studi di validazione o calibrazione, dove i limiti registrati devono corrispondere gli uni con gli altri. Per rappresentare uno spazio di sottotetto ben ventilato, per esempio, un controllo può scaldare o raffreddare lo spazio di sottotetto per seguire la temperature ambiente correnti. Un altro possibile esempio è quello della forzatura di una zona astratta al contorno allo scopo di modellare lo spazio di sottotetto, così da farla corrispondere alla temperatura corrente di uno spazio di sottotetto completamente definito in altre parti di un modello. Gli attributi sono: potenza di riscaldamento e raffreddamento massima e minima, numero di sensori a cui prestare attenzione e loro posizione.

- "*temperature match (ON/OFF)*" implementa un controllore che si propone di far corrispondere una temperatura in un'altra posizione attraverso un'azione di tipo ON/OFF (acceso/spento, NdT). Gli attributi sono simili a quelli del controllore precedente.

⁶ Per i non-esperti in impianti e controlli: un'introduzione ai vari tipi di controlli qui citati può essere trovata on-line, per esempio all'indirizzo http://www.ddc-online.org/intro/intro_chapt02.aspx, NdT.

- “*optimal start*” implementa un controllore del tipo “partenza ottimale per il riscaldamento” che si propone di raggiungere una temperatura ottimale in un tempo specificato. Questo controllore funziona provando uno scenario, e se questo fallisce, facendo ripartire la simulazione all’inizio della giornata e provando con un nuovo scenario. Esso può essere operato con un tempo di partenza di 4.00 ore, con un tempo di partenza definito dall’utente o con un tempo di partenza testato iterativamente. Gli attributi sono: potenza di riscaldamento e temperatura di *setpoint*, tempo di arrivo desiderato, minima differenza di tempo e minima differenza di temperatura per la valutazione.

- “*multi-sensor*” è concepito per implementare un controllo in una posizione basata su azioni svolte in un’altra posizione. Un esempio di questo è la rappresentazione di un sistema HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) come una scatola di miscelazione controllata tra una gamma di temperature per controllare le condizioni in un’altra zona collegata ad essa attraverso una rete di flussi d’aria. Un altro uso di questo controllo è quello di rappresentare in modo astratto un sistema di riscaldamento a pavimento come una zona termica sottile da un punto di vista geometrico, nella quale è immesso calore per controllare la temperatura di uno spazio occupato. Gli attributi di questo controllore sono: potenza massima e minima di riscaldamento e raffrescamento, temperatura di *setpoint* per il riscaldamento, temperatura di *setpoint* per il raffrescamento e numero di sensori ausiliari, con loro posizione.

- “*slave capacity*” implementa una comune strategia di controllo residenziale dove un termostato in una parte di un edificio controlla l’operazione del sistema HVAC nelle altre stanze. Tipicamente, tali controlli, se non accuratamente bilanciati, risulteranno non soddisfacenti in alcune delle zone servite. Per implementare un controllo del tipo *master-slave* (comandante e comandato, NdT) in un edificio sono necessari diversi cicli. Un ciclo rappresenta il controllo *master* e c’è un ciclo di controllo *slave* per ciascuna delle zone comandate. Gli attributi del controllore sono: indice del ciclo di controllo che rappresenta il controllore master, potenza di riscaldamento di tipo *master* e potenza di raffrescamento di tipo *slave*.

- “*variable supply temperature*” implementa un controllore per un volume costante di tasso di fornitura d’aria a temperatura variabile per mantenere il livello di temperatura di soglia (*setpoint*) relativo a un vano. Questo controllore è astratto (non è parte di una rete di flusso d’aria esplicita). Dettagli sulle prestazioni sono disponibili se è invocata l’opzione di simulazione “*trace*”. Gli attributi sono: temperatura massima di erogazione, temperatura minima di erogazione, tasso di flusso d’aria, temperatura di *setpoint* per il riscaldamento del vano, temperatura di *setpoint* per il raffrescamento del vano.

- “*VAV with CAV heating*” implementa un controllore VAV o a portata variabile (*Variable Air Volume*, NdT) per il raffrescamento e CAV o a portata fissa (*Constant Air Volume*, NdT) per il riscaldamento. Questo controllore è astratto (non è parte di una rete di flusso d’aria esplicita). Il controllore assume una temperatura di immissione costante e usa un post-riscaldamento (*terminal reheat*, NdT). I dettagli sono disponibili attraverso la funzione di simulazione *trace*. Gli attributi sono: potenza di post-riscaldamento, temperatura di immissione dell’aria, temperatura di *setpoint* del vano, tasso di flusso d’aria massimo, tasso di flusso d’aria minimo.

7.4 Esplorazione delle questioni relative ai controlli

La distribuzione di ESP-r include esempi di modelli (in ESP-r chiamati *exemplars*, NdT) che implementano vari regimi di controlli di zona. I modelli di esempio sono un buon punto di partenza per esplorare l'uso di controlli di zona e per comprendere le interazioni tra gli edifici e i controlli ambientali.

Dopo avere selezionato un modello di esempio e averne studiato la documentazione, esegui le analisi riferite ai differenti periodi dell'anno per indagare la risposta temporale dell'edificio e dei controlli.

Ricorda, un modello di esempio contiene una *espressione* degli attributi di un ciclo di controllo. Gli attributi possono essere aggiustati per meglio approssimare le caratteristiche dei controlli ambientali. Qualche volta le prestazioni si comprendono meglio cambiando la descrizione del controllo e guardando come evolvono le prestazioni previste.



Esplora i controlli con modelli semplici prima di implementarli in modelli a scala reale o usarli in progetti di consulenza o ricerca. Investi tempo nell'analizzare i risultati nel modulo "results analysis". Esamina delle misure di performance e delle forme di rapporto finale. Coloro che hanno esperienza cercheranno una conferma delle loro aspettative, o cercheranno di capire se il modello necessita di una calibratura o non è adatto allo scopo.

Le pratiche operative nei gruppi di simulazione dovrebbero assicurare che ciascun possibile controllo sia testato e che siano prese delle note sul suo uso, così che esse siano disponibili per un esame nella fase di progettazione.

7.4.1 Controllo di base (ideale)

Diamo un'occhiata agli strumenti di controllo delle zone disponibili attraverso un modello di esempio che utilizza una combinazione di *free-float* (libera fluttuazione termica, NdT) e controllori di base. Il file di configurazione del modello è

“cellular_bc/cfg/cellular_bc.cfg”, che nell’elenco dei modelli di esempio è nel menu “technical features” come primo elemento.

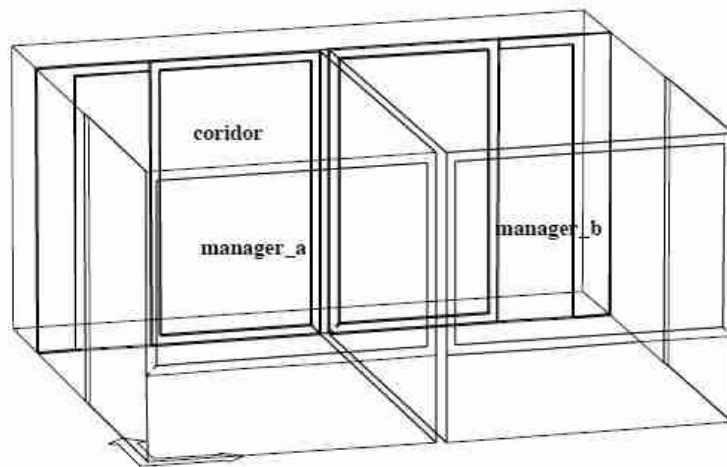


Figura 7.4. Sistema di ventilazione meccanica di base.

L’intento di questo controllo ambientale è quello di riscaldare ciascuna stanza a 19 °C durante l’orario di ufficio e a 15 °C negli altri momenti dei giorni feriali. Di sabato il programma orario è diverso e dopo le ore 17.00 la temperatura può fluttuare liberamente. Di domenica è previsto solo un riscaldamento di protezione dal gelo per mantenere una temperatura a 10 °C e un controllo mirato a evitare il surriscaldamento, che raffresca la stanza se la temperatura supera i 30 °C. Ci sono 2500 W di potenza termica sensibile per il riscaldamento, 2500 W di potenza termica sensibile per il raffrescamento e non c’è un controllore dell’umidità.

Il ciclo di controllo che implementa questa specifica ha un certo numero di attributi. Questi sono contenuti nel file del modello e, sia le relazioni relative ai contenuti dell’interfaccia sia quelle relative ai contenuti del modello, usano un formato standard di rapporto per descrivere i cicli di controllo (vedi il frammento di relazione che segue):

“

The model includes ideal controls as follows:

Control description:

Ideal control for dual office model. Weekdays normal office hours, saturday reduced occupied hours, sunday stand-by only. One person per office, 100W lighting and 150W small power.

Zones control includes 1 functions.

this is a base case set of assumptions

The sensor for function 1 senses the temperature of the current zone.

The actuator for function 1 is air point of the current zone

The function day types are Weekdays, Saturdays & Sundays

Weekday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 3 periods.

Per	Start	Sensing	Actuating	Control law	Data
1	0.00 db temp	> flux	basic control		

basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 15.00C cooling setpoint 26.00C.

2	6.00 db temp	> flux	basic control		
---	--------------	--------	---------------	--	--

basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 19.00C cooling setpoint 24.00C.


```

3 18.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 15.00C cooling setpoint
26.00C.
Saturday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 3 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
1 0.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 15.00C cooling setpoint
26.00C.
2 9.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 19.00C cooling setpoint
24.00C.
3 17.00 db temp > flux free floating
Sunday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 1 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
1 0.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W. Heating setpoint 10.00C cooling setpoint
30.00C.

Zone to control loop linkages:
zone ( 1) manager_a << control 1
zone ( 2) manager_b << control 1
zone ( 3) corridor << control 1
“

```

La relazione sui contenuti effettua l'analisi dei dati associati con ciascun ciclo di controllo e la esprime come una breve frase. Per contenere la lunghezza di ciascuna frase sono necessarie alcune abbreviazioni. L'uso di abbreviazioni si verifica anche nell'interfaccia – non c'è abbastanza spazio per mostrare molte parole, così il menu presenta numeri e rimanda le frasi più lunghe nell'area del feedback di testo.

Ciascun ciclo di controllo è diviso in sezioni che descrivono il sensore e l'attuatore, così come i dati per ciascun periodo in ciascun tipo di giorno. Potrete notare che c'è ripetizione nelle informazioni sulla potenza in ciascun periodo. La struttura dei dati consente a *tutti gli attributi* di essere modificati in ciascun periodo, benché nella maggior parte dei modelli cambino solo i *setpoint*. Nota che nei sabati l'ultimo periodo del giorno utilizza una differente legge di controllo per segnalare un cambiamento dalle condizioni controllate a quelle di fluttuazione termica libera.

L'ultimo elemento nella relazione è il legame tra i cicli di controllo definiti e le zone del modello. In questo caso, viene definito un ciclo di controllo e *il pattern che esso rappresenta* è utilizzato in tutte le zone del modello. Nota che la descrizione del sensore e dell'attuatore nel ciclo di controllo di cui sopra usa la frase “*nella zona corrente*”.

La colonna nella figura 7.5 riferita al “day type” consente all'utente di implementare differenti azioni di controllo basate sul concetto dei giorni tipo (*day types*). Una stanza di emergenza di ospedale è un classico esempio di *un singolo giorno tipo*. Ma spesso è appropriato trattare i week end differentemente dai giorni feriali ed ESP-r offre questa opzione. I giorni tipo possono essere usati per definire, per esempio, un differente pattern di controllo per ciascun giorno della settimana; ma fare questo per un periodo più lungo di circa dieci giorni è poco pratico.

Si sta lavorando per collegare il concetto di giorni tipo al calendario del modello. Un giorno del tipo *holiday* (vacanza, NdT) potrebbe allora essere assegnato a giorni specifici del calendario.

Per esplorare come questo controllo di base appaia nell'interfaccia, vai a "browse/edit/simulate -> controls -> zones": l'interfaccia corrisponderà alla figura 7.5

Ci sono elementi di menu per descrivere i controlli inclusi, che collegano controlli specifici a zone specifiche nel modello e gestiscono i controlli (*add/delete* etc.), che verificano i controlli e che salvano le definizioni dei controlli a un file. Come con altre funzioni di ESP-r, la documentazione è una parte integrante del modello. Le pratiche operative dovrebbero obbligare alla documentazione per contestualizzare le numerose tabelle di numeri che sono parte costituente della definizione dei controlli.

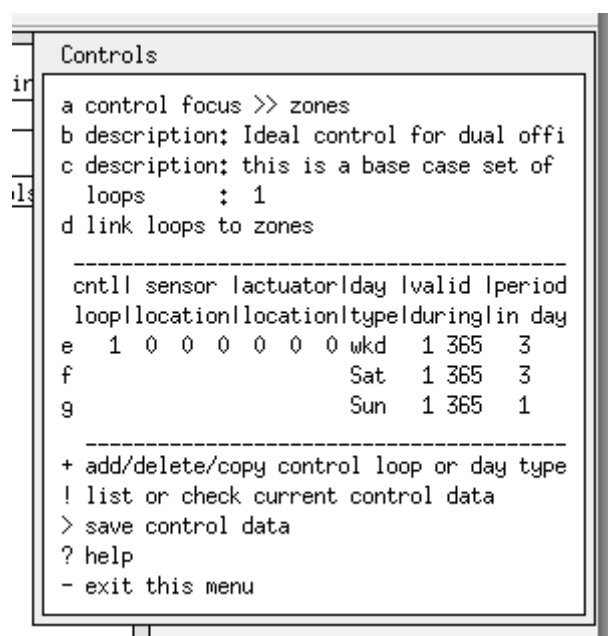


Figura 7.5. Menu iniziale relativo ai controlli di zona.

C'è una sezione centrale del menu che consente l'accesso alle specifiche di ciascun ciclo di controllo. A prima vista è difficile venire a capo dei numeri e delle abbreviazioni. I tre numeri sotto alle colonne relative alla posizione del sensore e alla posizione dell'attuatore definiscono la posizione specifica basata sulle selezioni dell'utente. Selezionare la legge di controllo porta avanti la scelta dei dettagli relativi al sensore, all'attuatore, al periodo di validità e ai dati relativi al periodo.

Ciascun ciclo di controllo ha una posizione definita per il sensore (benché alcune leggi di controllo supplementino questa definizione) e una posizione per l'attuatore. Ci sono un certo numero di scelte per il sensore relativo a un ciclo di controllo di zona (mostrato in figura 7.6). Una volta che selezioni la scelta e che rispondi a qualche domanda, vengono generati i tre indici.

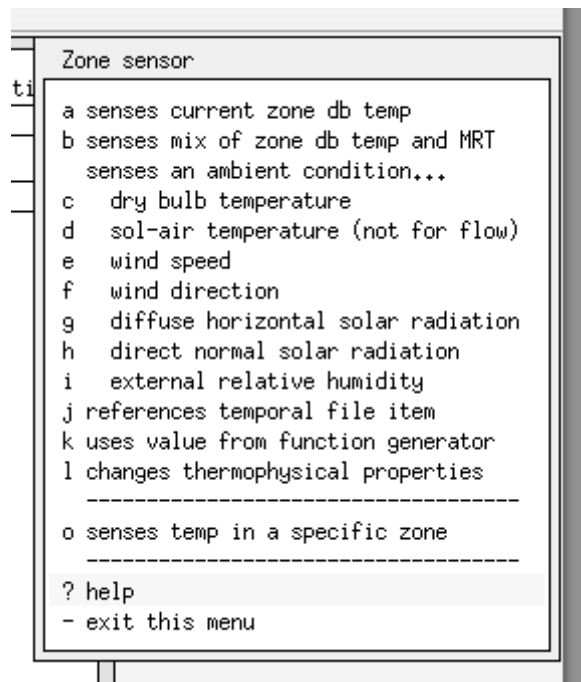


Figura 7.6. Scelte relative ai sensori.

Ci sono due opzioni di scelta che devono essere chiarite – “senses current zone db temp” e “senses temp in a specific zone”. Alcuni controlli sono generici e possono essere oggetto di riferimento da parte di molte zone, nel qual caso si usa la prima scelta. Se hai un controllo che rileva le condizioni in corrispondenza di una specifica superficie, allora c’è bisogno della seconda. Ci sono anche alcune leggi di controllo che necessitano che sia identificata una zona specifica per la posizione del sensore e una zona specifica per la posizione dell’attuatore.

Alcuni modelli saranno in grado di usare cicli di controllo generici e altri modelli necessiteranno cicli di controllo separati con specifiche informazioni relative alla posizione dei sensori e degli attuatori.

E puoi anche definire cicli di controllo che non siano legati ad alcuna zona nel modello, ma che siano disponibili come alternative alle quali collegarsi in un secondo momento.

L’elemento dell’elenco “references temporal file” ti consente di associare un sensore ai dati basati su passo temporale da un esperimento.

Per l’attuatore di un ciclo di controllo ideale le scelte sono di meno. A differenza di altri domini che potrebbero per esempio controllare due fasi di flusso o la posizione di un regolatore di flusso, un controllo di zona aggiunge o rimuove flussi da un nodo all’interno di una matrice per la soluzione della simulazione, come mostrato nella figura 7.7.

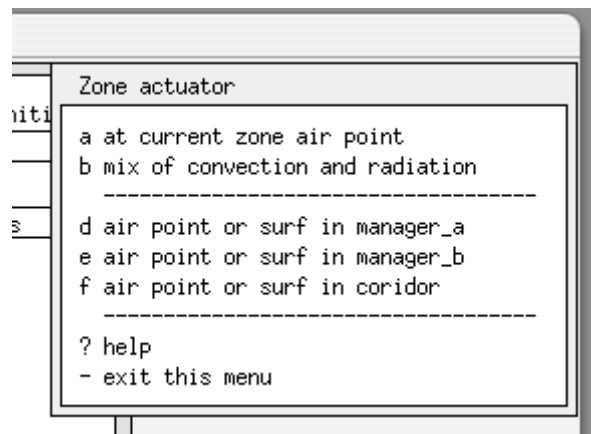


Figura 7.7. Scelte relative all'attuatore.

I periodi temporali (figure 7.8 e 7.9) sono definiti in base al loro periodo di inizio e alla legge di controllo da utilizzare nel corso della loro durata. La logica di controllo è usata fino a quando non inizia un ulteriore periodo o fino alla fine del giorno (secondo quale di queste due cose si verifica prima). Alcune leggi di controllo hanno pochi attributi e altre hanno fino a venti attributi.

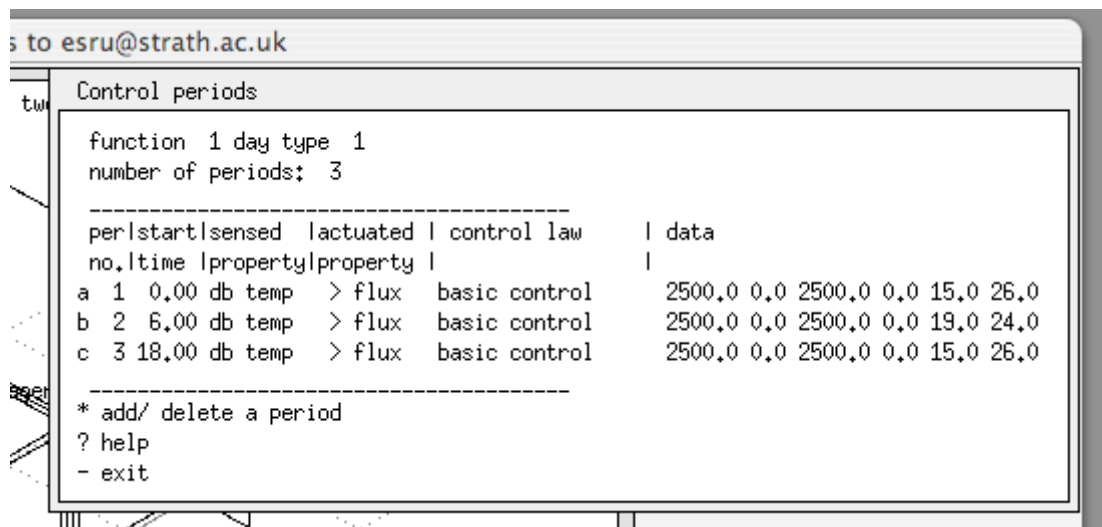


Figura 7.8. Periodi di controllo.

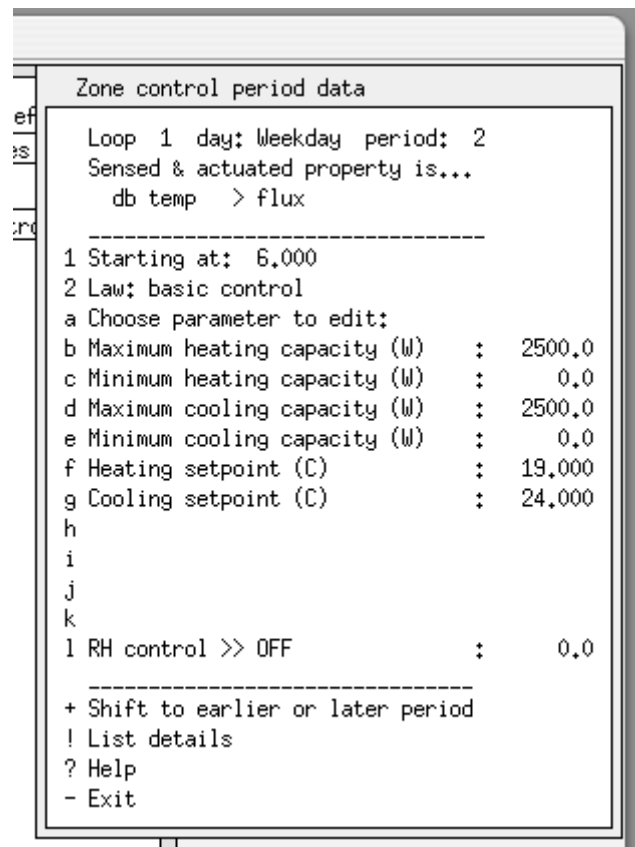


Figura 7.9. Dettagli relativi ai periodi di controllo.

7.4.2 Interpretazione delle previsioni relative ai controlli

Le prestazioni invernali di questo modello dovrebbero indicare che i vani sono controllati durante l'orario di ufficio e che di notte in situazione di libera fluttuazione termica è mantenuta una temperatura di mantenimento (*set-back temperature*, NdT) dal tardo pomeriggio di sabato all'inizio della mattina di lunedì. La maggior parte di queste attese sono confermate nei dati relativi alle prestazioni in figura 7.10.

Si noti che la temperatura di *setpoint* nei due uffici è mantenuta o superata nella maggior parte dei giorni e che la temperatura notturna scende a quella di *set-back*. Il corridoio è più caldo del *setpoint* per il riscaldamento e raggiunge persino il *setpoint* per il raffrescamento per alcune ore.

Ci sono due deviazioni nel controllo che necessitano di essere spiegate. Perché al mercoledì è sufficientemente caldo nel vano da raggiungere la temperatura di *setpoint* per il raffrescamento e perché alla domenica la condizione di libera fluttuazione termica dovrebbe coincidere con le temperature più calde previste, oltre che con le temperature più fredde previste?

Lib: cellular_bc_win1.res: Results for cellular_bc winter
 Period: Mon-06-Feb@00h15(1967) to Sun-12-Feb@23h45(1967) : sim@30m, output@30m
 Zones: manager_a manager_b coridor
 Winter performance of basic control

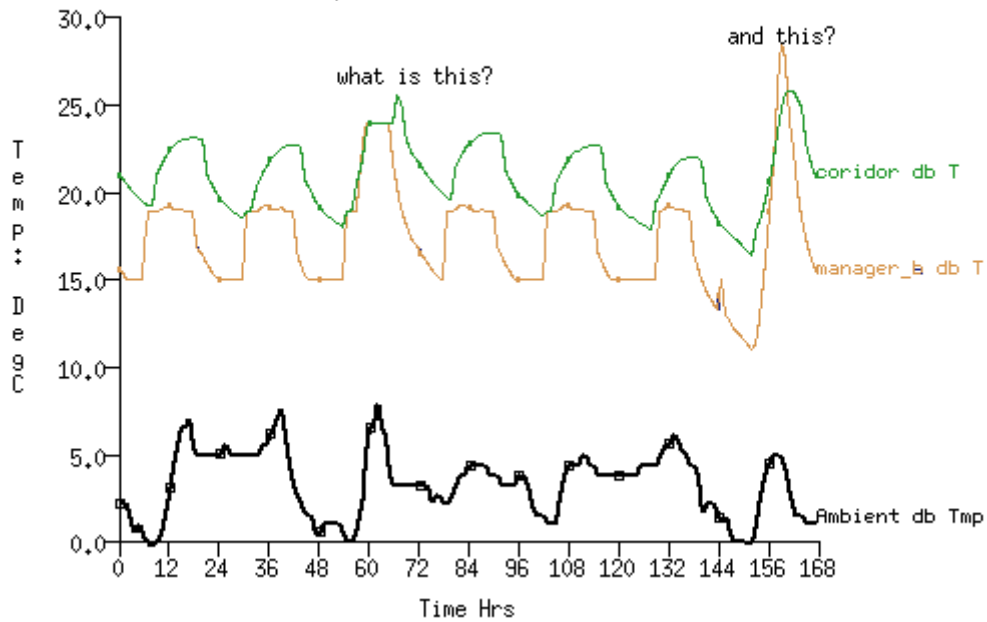


Figura 7.10. Previsioni sulle prestazioni invernali.

Lib: cellular_bc_win1.res: Results for cellular_bc winter
 Period: Mon-06-Feb@00h15(1967) to Sun-12-Feb@23h45(1967) : sim@30m, output@30m
 Zones: manager_a manager_b coridor
 Winter solar and environmental control loads

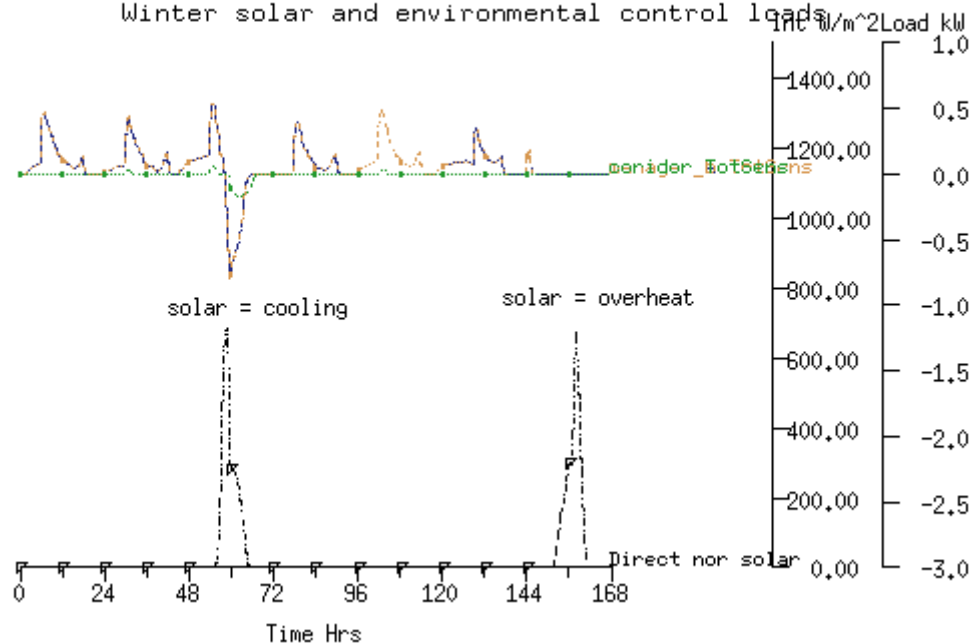


Figure 7.11. Previsioni sulle prestazioni estive.

Lib: cellular_bc_spr.res: Results for cellular_bc
 Period: Mon-17-Apr@00h15(1967) to Sun-23-Apr@23h45(1967) : sim@30m, output@30m
 Zones: manager_a manager_b coridor
 Spring performance predictions

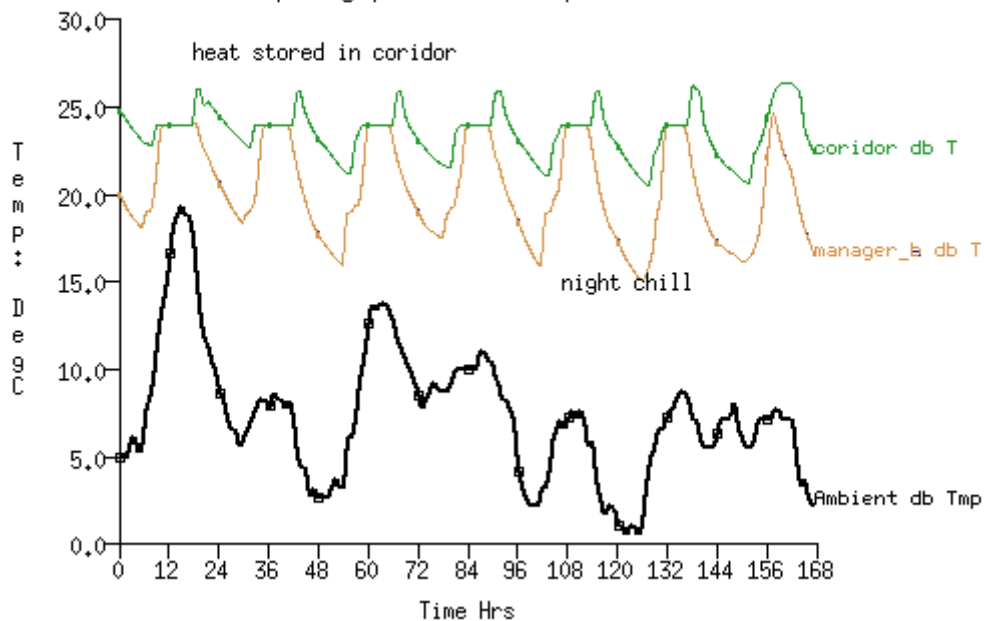


Figura 7.12. Statistiche sulle condizioni di picco invernali ed estive.

Lib: cellular_bc_spr.res: Results for cellular_bc
 Period: Mon-17-Apr@00h15(1967) to Sun-23-Apr@23h45(1967) : sim@30m, output@30m
 Zones: manager_a manager_b coridor
 Spring switching between heating and cooling

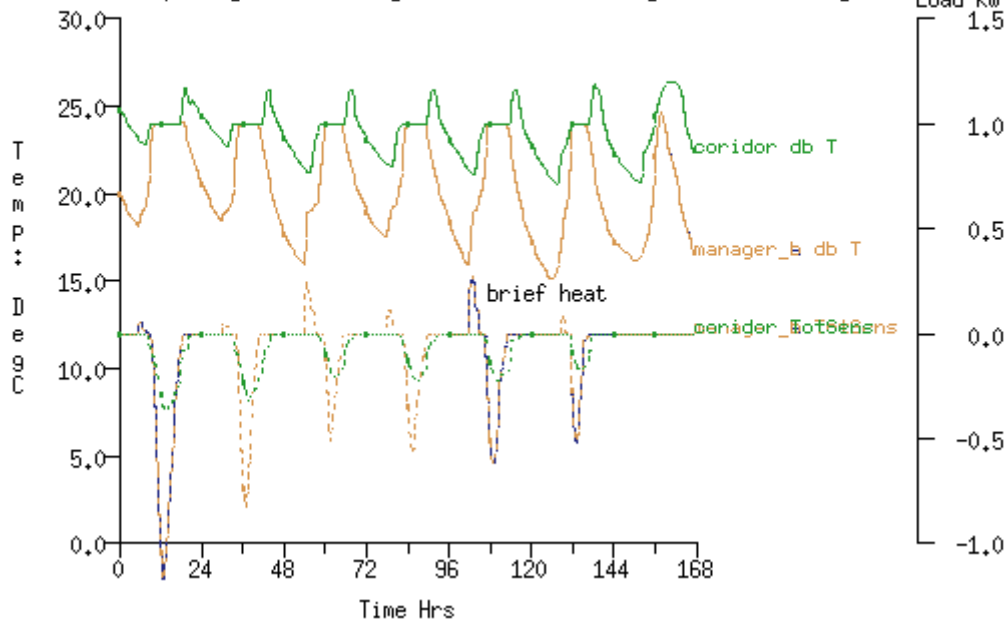


Figura 7.13. Quantità di calore fornita in inverno e in estate.

Strategie riguardanti il “Che altro posso guardare” sono considerate nel Capitolo 10 .
 Essenzialmente, noi cerchiamo *qualcosa* che avvenga nello stesso momento per causare quello

stato termofisico che stiamo cercando di spiegare. Coloro che hanno esperienza avranno già opinioni risultanti dalla lista dei *soliti sospetti*.

Nel caso di questo modello, la costruzione leggera e la grande superficie vetrata suggerirebbero che uno dei soliti sospetti per il surriscaldamento sia la radiazione solare. Il grafico nella figura 7.11 mostra che si verifica un picco di irraggiamento solare in corrispondenza del mercoledì e della domenica.

Se vogliamo valutare la potenza richiesta in questi vani, possiamo usare il rapporto “Summary Statistics -> heat/cool/humidify” riprodotto nella figura 7.12.

L'informazione in questo rapporto dovrebbe essere usata assieme al grafico in figura 7.10 nel considerare la potenza necessaria. La statistica fornisce un valore e un periodo in cui essa si verifica. Come nel caso della maggior parte degli edifici, le condizioni di picco si verificano in momenti differenti in vani differenti. Il totale è un totale *diversificato* basato sul picco simultaneo anziché sulla sommatoria dei picchi individuali.

Il grafico è importante, perché la forma della risposta dei controlli ambientali ci consente di interpretare meglio la statistica, così come di formare presto un'idea sulle più probabili scelte relative agli impianti o alle strategie architettoniche. Il pattern relativo al riscaldamento è caratterizzato da un picco all'inizio del mattino, rapidamente decrescente. Anche il pattern relativo al raffrescamento è caratterizzato da un picco iniziale che decresce nel corso di diverse ore.

In questo caso non c'è una domanda sostenuta né di riscaldamento, né di raffrescamento. Il grafico indica un classico pattern per cui esistono diverse soluzioni classiche.

L'altro rapporto che potrebbe essere di interesse è relativo al fabbisogno energetico integrato, che si trova nel rapporto “Enquire about -> energy delivered” (figura 7.13).

In questo rapporto, il riscaldamento e il raffrescamento sono espressi in kWh e nel numero di ore in cui il riscaldamento e il raffrescamento sono stati attivi. Coloro che hanno esperienza saranno in cerca di opzioni per fronteggiare un uso intermittente del sistema. Ci sono costi di pausa (*stand-by*, NdT) e di avviamento che devono essere presi in considerazione. Dove il tasso medio di erogazione di energia è considerevolmente differente da quello di picco, esistono un certo numero di soluzioni classiche che il professionista esperto vorrà iniziare a considerare.

Se riportiamo la nostra attenzione a una tipica settimana di primavera, troviamo che nella figura 7.14 ci sono alcune ore dove è necessario il riscaldamento (brevemente, mercoledì mattina e venerdì mattina) e, dipendentemente dalla temperatura esterna, ben poche ore in cui è necessario il raffrescamento nei vani.

Il grafico in figura 7.14 indica che ci sono solo fuggevoli fabbisogni per il riscaldamento e che c'è un tempo breve tra la necessità di riscaldamento e quella di raffrescamento.

Questo pone alcune questioni al gruppo di progettazione. Un professionista esperto potrebbe prendere in considerazione vari scenari alternativi per la primavera:

- disabilitare il riscaldamento, eccezion fatta che per la protezione dal gelo, nei giorni sopra 5 °C;

- cambiare l'area delle vetrazioni per limitare la quantità di radiazione facente ingresso nel vano;
- aggiungere un sistema di schermatura esterno per ridurre la quantità di radiazione in arrivo sulla facciata;
- aggiungere massa termica all'interno del vano per ridurre le escursioni termiche.

Anche il pattern della temperatura nel corridoio è istruttivo. L'aumento della temperatura dopo il periodo di controllo indica che c'è eccesso di calore immagazzinato nella “materia” del corridoio. Il giorno successivo ai giorni caldi (diciamo sopra 15 °C) la temperatura del corridoio si trova appena sotto quella del raffrescamento. E' probabile che questo pattern si verifichi anche in estate e che quindi si renda necessario il raffrescamento fin dall'apertura dell'ufficio.

Una volta che esiste un modello, il costo marginale del testare delle idee tende a essere basso. Lanciare simulazioni mirate richiede solo alcuni minuti. Anche l'uso del modulo “*results analysis*” richiede solo alcuni minuti per generare e acquisire una sequenza di grafici. Questi pattern di prestazione possono essere un feedback prezioso per il processo progettuale.

Nei capitoli iniziali del *Cookbook*, il processo di pianificazione includeva una rassegna dei pattern climatici; se i periodi selezionati sono inclusi nel modello, diventa facile ri-lanciare simulazioni man mano che il progetto e il modello evolvono. I professionisti di esperienza usano queste tecniche per supportare esplorazioni interattive delle possibilità progettuali.

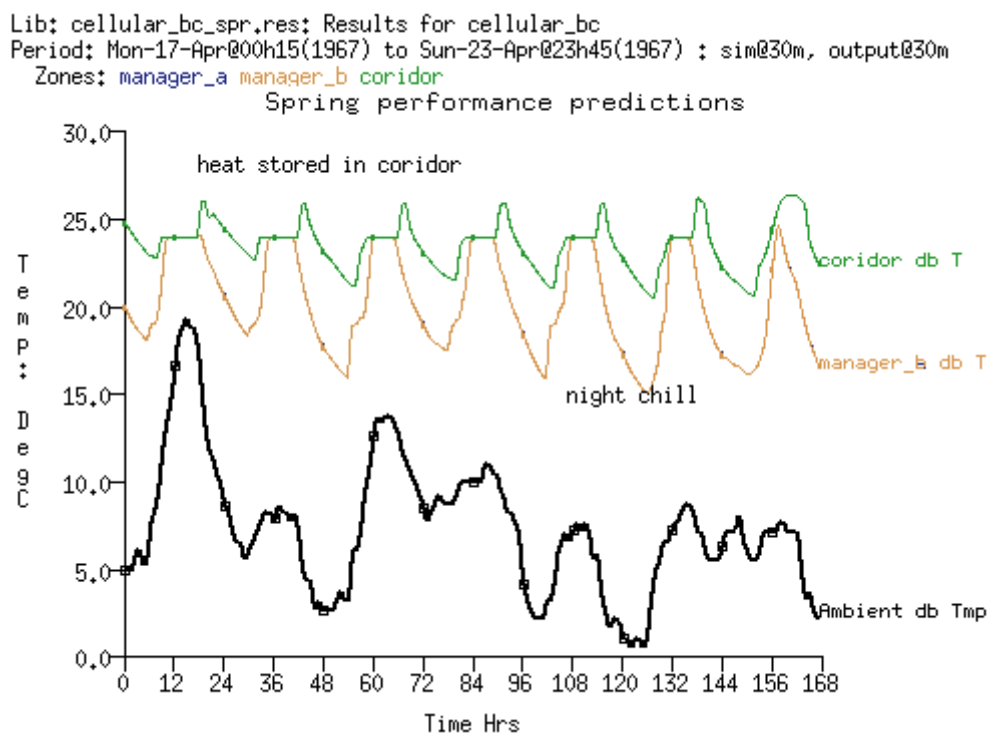


Figura 7.14. Previsioni sulle prestazioni primaverili.

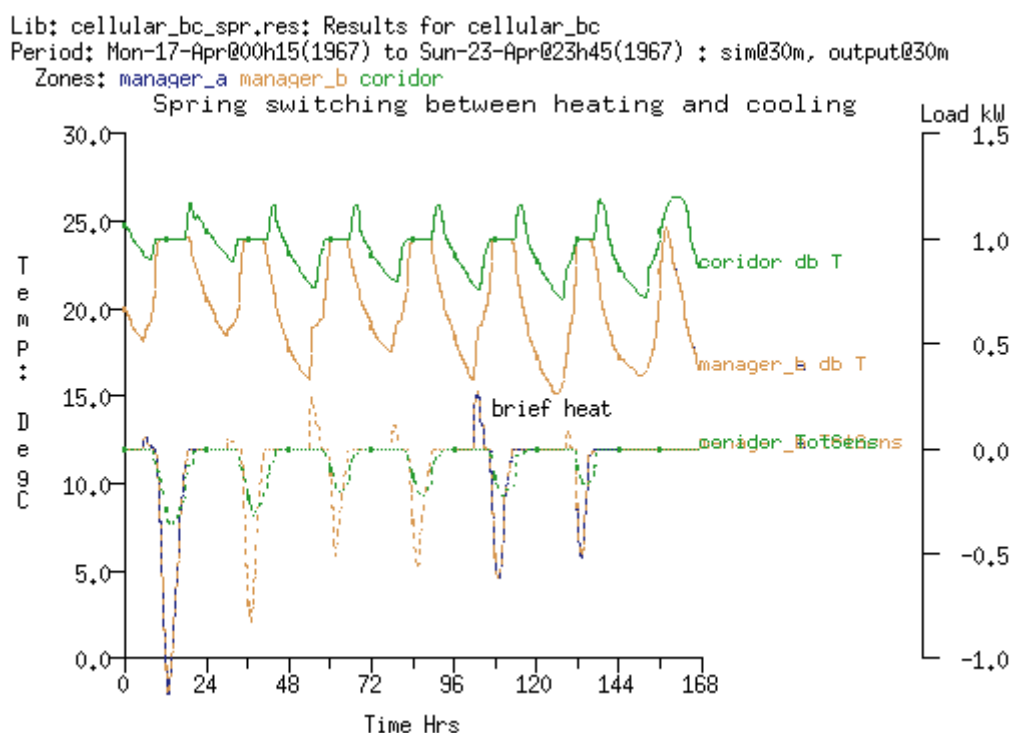


Figure 7.15. Passaggio dal riscaldamento al raffreddamento nel periodo primaverile.

7.5 Controlli riguardanti le zone al contorno

Una delle strategie del *Cookbook* è l'uso di modelli mirati. Modelli che rappresentano una parte di un edificio possono essere basati su solide condizioni al contorno. Un caso classico è quello di un edificio per uffici con un soffitto sospeso che agisce come una zona termica a sé che ha guadagni termici propri prodotti da condotti, tubazioni e sistemi di illuminazione. Sotto al livello occupato è probabile che ci sia un altro spazio dello stesso tipo.

La temperatura degli spazi del controsoffitto tenderà a differenziarsi dalla temperatura dello spazio occupato. Quindi la condizione standard al contorno di tipo “dynamic (similar)” offerta da ESP-r è meno accurata rispetto a quella fornita da una zona completamente modellizzata.

Infatti, se la domanda progettuale si focalizza sul se un ricambio notturno dell'aria dello spazio del controsoffitto potrebbe fornire un utile raffreddamento strutturale, la condizione al contorno sopra il controsoffitto risulta critica.

Una tecnica per ridurre il numero di zone completamente definite è quella di definire rappresentazioni astratte dello spazio di controsoffitto inferiore e dello spazio superiore occupato, come in figura 7.16.

Se lo spazio occupato e il vuoto di controsoffitto sopra di esso sono ben rappresentati, possiamo utilizzare una legge di controllo per forzare lo spazio di controsoffitto inferiore a seguire la temperatura dello spazio di controsoffitto completamente rappresentato. Possiamo definire un altro controllo che prenda le temperature dei vani “manager_a” e “manager_b” e che ponga

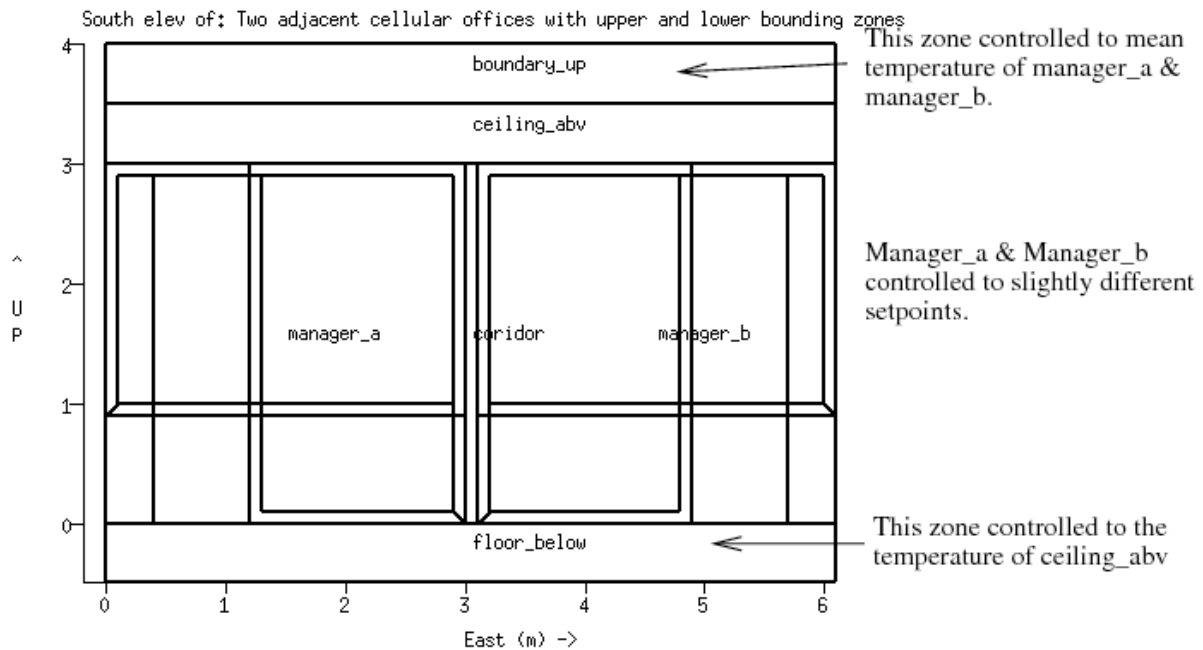
le condizioni affinché lo spazio occupato modellizzato a bassa risoluzione segua le temperature previste dello spazio occupato completamente definito.

Questo approccio è il seguente:

- crea un controllore di base (ideale) per il vano occupato “manager_a”, che è lo stesso usato nell'esempio precedente;
- crea una variante del controllore “manager_”a per il “manager_b” che usi una banda neutra (*deadband*, NdT) più piccola;
- crea una legge di controllo per “floor_below” (solaio inferiore, NdT) che usi un controllore ideale per la comparazione della temperatura che presti attenzione alla temperatura corrente in “ceiling_above” e forzi “floor_below” alla stessa temperatura;
- crea una legge di controllo per “boundary_up” che usi un controllore ideale per la comparazione della temperatura che curi la temperatura corrente in “manager_a” e “manager_b” e forzi “boundary_up” alla stessa temperatura.

Per dimostrare la corrispondenza di temperatura, la temperatura in “boundary_up” è mostrata nella figura 7.17 come la media delle temperature correnti in “manager_a” e “manager_b”.

L'uso della temperatura media di diverse stanze per la condizione al contorno sopra la lastra di solaio è un approccio. Se ci sono differenze sostanziali nella temperatura attesa, può essere necessario creare più zone al contorno. Per quelli che stiano cercando di spingersi oltre i confini della simulazione, questa flessibilità può essere utile.



Classic issue in simulation: definition of dynamic boundary conditions while limiting model complexity. Approach is to create simple thermal zones above and below the focus of the simulation. In this model the suspended ceiling (ceiling_abv) is free floating and the bounding zone (floor_below) is controlled to track its temperature. Boundary_up is controlled to the mean of manager_a & manager_b. This model could easily support questions about a night purge in ceiling_abv and the structural slab would have appropriate boundary conditions.

Figura7.16. Logica di controllo delle condizioni al contorno.

Il rapporto sintetico (*summary report*, NdT) relativo alle leggi di controllo è riportato qui di seguito:

“

Control description:

Ideal control for dual office model. Weekdays normal office hours, saturday reduced occupied hours, sunday stand-by only. One person per office, 100W lighting and 150W small power. Tighter setpoints for manager_b (so the mean control in boundary_up works).

Zones control includes4 functions.

The floor_below zone is controlled to the temperature of the suspended ceiling zone (to act as a boundary). The boundary_up zone is controlled to the mean temperature of manager_a and manager_b.

The sensor for function 1 senses the temperature of the current zone.

The actuator for function 1 is air point of the current zone

The function day types are Weekdays, Saturdays & Sundays

Weekday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 3 periods.

Per	Start	Sensing	Actuating	Control law	Data
1	0.00	db temp	> flux	basic control	

basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 15.00C cool setpoint 26.00C.

Per	Start	Sensing	Actuating	Control law	Data
2	6.00	db temp	> flux	basic control	

basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 19.00C cool setpoint 24.00C.

Per	Start	Sensing	Actuating	Control law	Data
3	18.00	db temp	> flux	basic control	

basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 15.00C cool setpoint 26.00C.

Saturday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 3 periods.

Per	Start	Sensing	Actuating	Control law	Data
1	0.00	db temp	> flux	basic control	

```

basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 15.00C cool setpoint 26.00C.
  2 9.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 19.00C cool setpoint 24.00C.
  3 17.00 db temp > flux free floating
Sunday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 1 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1 0.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 10.00C cool setpoint 30.00C.

The sensor for function 2 senses dry bulb temperature in floor_below.
The actuator for function 2 is the air point in floor_below.
There have been 1 day types defined.
Day type 1 is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 1 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1 0.00 db temp > flux senses dry bulb tem
match temperature (ideal): max heat cp 2000.W min heat cp 0.W max cool cp 2000.W min
heat cp 0.W Aux sensors 1. mean value @senses dry bulb T in ceiling_abv. scale 1.00
offset 0.00

The sensor for function 3 senses dry bulb temperature in boundary_up.
The actuator for function 3 is the air point in boundary_up.
There have been 1 day types defined.
Day type 1 is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 1 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1 0.00 db temp > flux senses dry bulb tem
match temperature (ideal): max heat cp 2000.W min heat cp 0.W max cool cp 2000.W min
heat cp 0.W Aux sensors 2. mean value @senses dry bulb T in manager_a. & senses dry bulb
T in manager_b.

The sensor for function 4 senses the temperature of the current zone.
The actuator for function 4 is air point of the current zone
The function day types are Weekdays, Saturdays & Sundays
Weekday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 3 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1 0.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 16.00C cool setpoint 26.00C.
  2 6.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 20.00C cool setpoint 23.00C.
  3 18.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 16.00C cool setpoint 26.00C.
Saturday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 3 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1 0.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 15.00C cool setpoint 26.00C.
  2 9.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 19.00C cool setpoint 24.00C.
  3 17.00 db temp > flux free floating
Sunday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1967 with 1 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1 0.00 db temp > flux basic control
basic control: max heating capacity 2500.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2500.0W min cooling capacity 0.0W. Heat setpoint 10.00C cool setpoint 30.00C.

Zone to control loop linkages:
zone ( 1) manager_a << control 1
zone ( 2) manager_b << control 4
zone ( 3) coridor << control 1
zone ( 4) floor_below<< control 2
zone ( 5) ceiling_abv<< control 0
zone ( 6) boundary_up<< control 3

```

Lib: cellular_bounded_win1b Set: 2: Cellular_bounded tighter setoints b
 Period: Sun-05-Feb@00h07(1967) to Mon-06-Feb@23h52(1967) : sim@15m, output@15m
 Zones: manager_a manager_b boundary_up
 Office temperatures and forced mean temperature of boundary_up

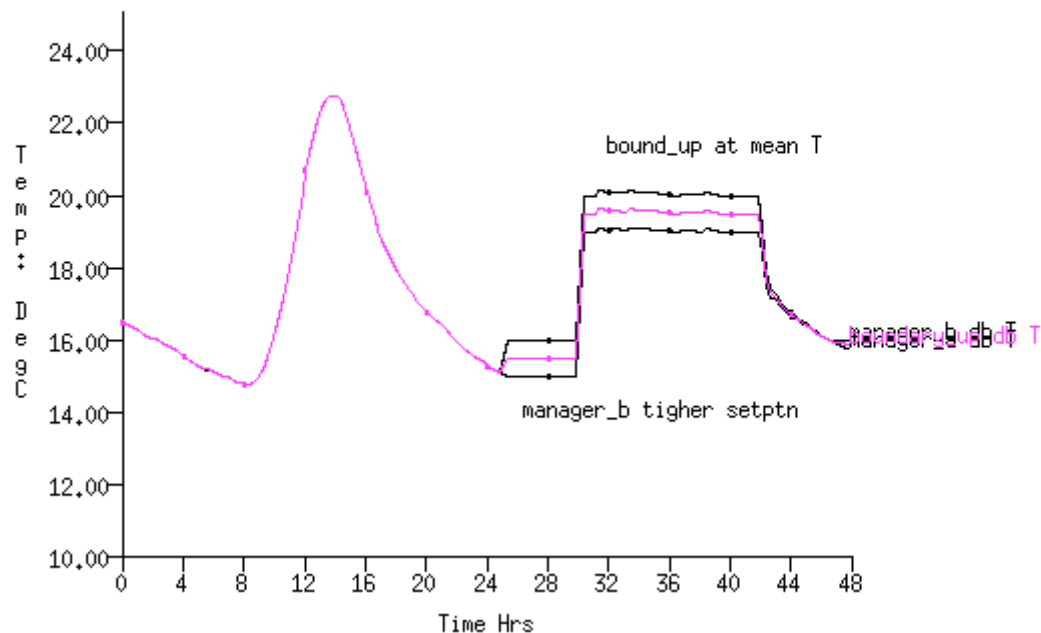


Figura 7.17. Temperature medie nella zona “boundary_up”.

In sintesi, la flessibilità dei cicli di controllo di zona ha sia costi, sia vantaggi. Al momento non ci sono *procedure guidate* che consentano di automatizzare il processo, e quindi alcune operazioni risultano noiose. Sono necessari cura ed attenzione per il dettaglio per assicurare che la logica di controllo funzioni bene in una varietà di regimi operativi.

Il vantaggio dell'approccio flessibile è che la procedura può supportare l'esplorazione preliminare di nuove idee progettuali. Può anche ridurre la complessità di altri aspetti del modello e supportare la scalatura di previsioni ricavate da modelli mirati. Ritardando la necessità di definire i requisiti per dettagli specifici si può anche consentire un'esplorazione più larga delle idee progettuali durante le fasi progettuali iniziali.

8 Risoluzione termofisica

In ESP-r ci sono elementi essenziali della descrizione del modello che devono necessariamente esistere affinché il simulatore sia invocato. Queste riguardano la forma e la composizione del modello, i programmi orari relativi all'occupazione, all'illuminazione e alle piccole apparecchiature ed opzionalmente sistemi di controllo ambientale.

La linea che ha seguito ESP-r è stata a lungo:

la funzionalità segue la descrizione.

Questo capitolo discute delle funzionalità opzionali per modificare la risoluzione termofisica di un modello, così che, per esempio, lo scambio radiativo sia rappresentato esplicitamente o lo scambio convettivo sia valutato attraverso un approccio di calcolo diverso.

Ci sono talmente tante scelte disponibili negli strumenti di simulazione. Queste sono tipicamente invocate includendo termini descrittivi aggiuntivi nel modello e/o direttive aggiuntive nel motore di calcolo. Esse sono spesso trattate come funzioni opzionali, perché il loro uso ha delle implicazioni sulle risorse (sul tempo di calcolo da parte del computer e sul tempo di lavoro da parte degli operatori).

L'utente ha bisogno di capire *la funzionalità* di queste funzioni. Questo capitolo fornirà una panoramica su delle funzionalità opzionali in ESP-r. E, poiché questo è il *Cookbook*, ci apprestiamo a bilanciare la funzionalità con *metodi* per decidere quando è necessaria una maggiore risoluzione termofisica, con *tecniche* per determinare le risorse necessarie, per poi ritornare a *metodi* per avvantaggiarsi dell'informazione aggiuntiva.

ESP-r, come altri strumenti di simulazione, è sovra-funzionale. E' anche uno strumento generalista che può essere forzato a portare avanti qualcosa simile alla magia o a finire per riempire gli hard-disk con nessun o scarso beneficio del gruppo di simulazione. I professionisti guidati dalle caratteristiche degli strumenti schiacciano pulsanti perché esistono. I lettori del *Cookbook* potrebbero essere più inclini alla selettività nel loro schiacciare pulsanti.

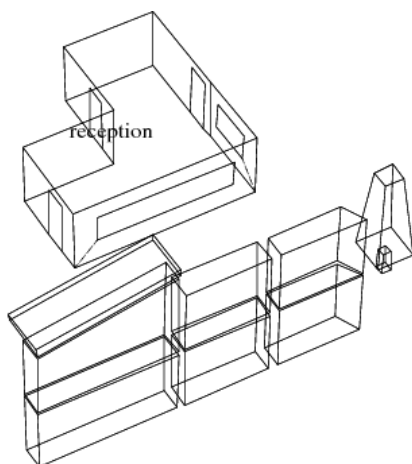
8.1 Ombreggiamento e insolazione

Una estensione termofisica di ESP-r è di rimpiazzare l'assunzione di default che la radiazione solare entra nelle stanze ed è distribuita diffusamente nella zona sulla base dell'area e delle caratteristiche di assorbimento solare delle superfici, con una distribuzione temporale basata sul calcolo dell'inclinazione dei raggi. Questi sono chiamati calcoli dell'insolazione (*insolation*) e sono sulle direttive dell'utente (custodite nel file relativo alla geometria della zona – *geometry file*) e portati avanti dal modulo *ish*.

Un'altra estensione è quella di aggiustare la valutazione della radiazione che cade sulla facciata edilizia per prendere in conto le ostruzioni solari. Le ostruzioni solari inizialmente erano limitate a corpi rettangolari (definiti con una origine, la rotazione attorno all'asse Z e le

dimensione di lunghezza, larghezza e altezza). Questo tipo base è stato esteso per consentire un secondo asse di rotazione (una direttiva di angolo di tilt) e per consentire una modifica delle coordinate degli 8 angoli della forma a box iniziale.

Il modello di esempio `training/simple/cfg/bld_simple_shd.cfg` include un certo numero di tipi di ostruzioni solari che assieme rappresentano un edificio adiacente e un albero (fig. 8.1).



Project: L-shaped reception, external shading with various obstructions

Figura 8.1: Stanza con ostruzioni solari.

L'interfaccia per definire le direttive solari si trova nei meni "zone geometry" in `solar dist.` & `calc directives` e `solar obstruction`.

Qualsiasi zona che abbia superfici affacciate verso l'esterno può prevedere un calcolo di insolazione e qualsiasi zona che abbia delle ostruzioni solari definite può prevedere calcoli sull'ombreggiamento (shading). Il menu in oggetto è descritto nella figura 8.2.

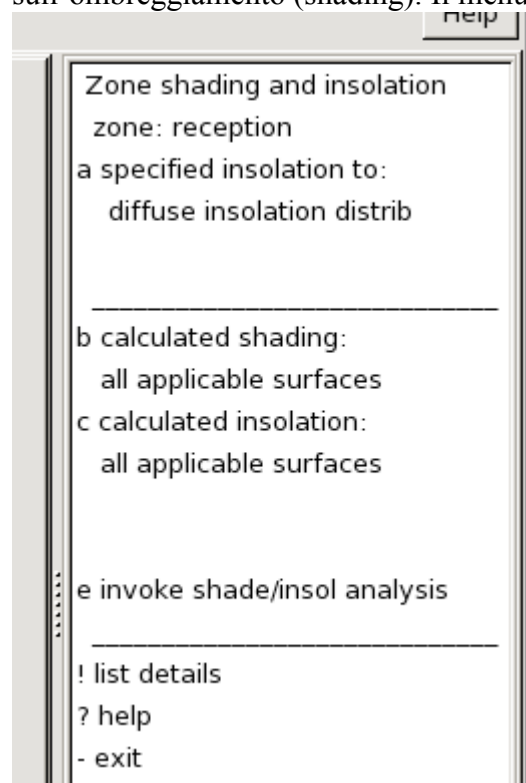


Figure 8.2: Direttive di insolazione e ombreggiamento.

La sezione mediana del menu delle direttive di shading istruisce che i calcoli sull'ombreggiamento e l'insolazione siano fatti per tutte le superfici a cui si possano applicare per quella zona. Queste sono superfici che si conformano alle regole standard – solo superfici rivolte verso l'esterno, e le fonti di insolazione devono essere costituite da superfici trasparenti che guardino verso l'esterno. Ci sono molti posti nell'interfaccia dove può essere richiesta una analisi di ombreggiamento e insolazione. La prima è all'interno del menu delle direttive; la seconda è in `Zone composition -> options -> shading & insolation`.

I calcoli sull'ombreggiamento dipendono dalla composizione della zona, dalla localizzazione del modello, e se una di queste due cose cambia, all'utente viene offerta l'opzione di ricalcolare ombreggiamento e insolazione.

Diamo un'occhiata alle ostruzioni solari che sono incluse in figura 8.1 via il `solar obstructions` menu (figura 8.3).

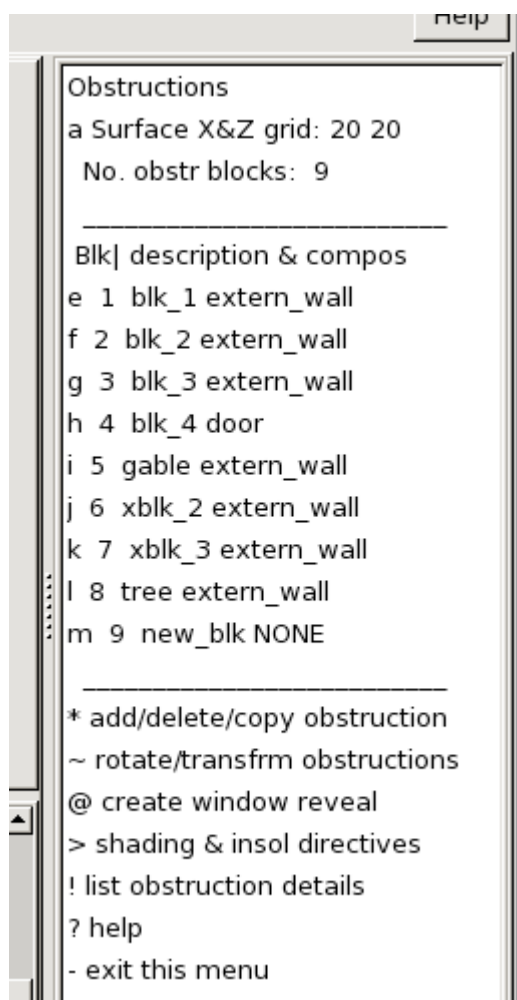


Figure 8.3: Menu relativo alle ostruzioni solari.

La parte superiore del menu fissa la risoluzione dei calcoli solari.

Il valore di default è una griglia di 20 x 20 punti piazzati su ciascuna superficie sulla facciata. Alcune superfici complesse, per esempio un telaio sottile attorno a una finestra, potrebbero necessitare di una griglia più fitta affinché l'ombreggiamento sia calcolato in modo corretto.

La porzione centrale del menu include una lista di ostruzioni solari.

Ciascuna ha un breve nome di identificazione (che deve essere unico nella zone) e una composizione materica.

Il nome della composizione utilizzato se il modello è esportato a uno strumento di simulazione visiva come Radiance. La parte inferiore del menu supporta funzioni di gestione e dà accesso diretto a menu delle direttive di ombreggiamento.

I dati che definiscono le ostruzioni solari di base sono disponibili selezionando un'ostruzione. I dati per *blk_1* sono mostrati nella figura 8.4.

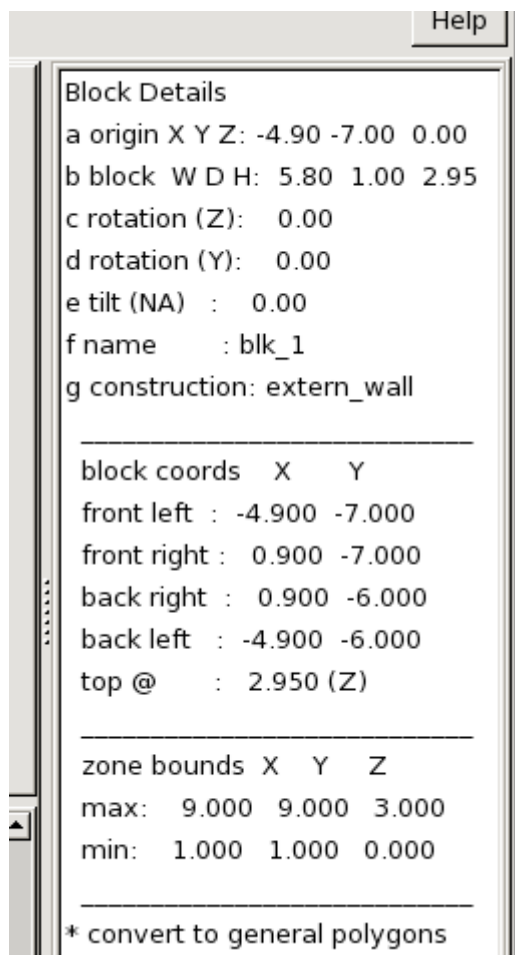


Figura 8.4: Dettagli del menu relativo a una ostruzione semplice.

Ci sono varie opzioni per modificare l'origine e la dimensione del blocco. E' anche possibile applicare una o due rotazioni al blocco. L'opzione *convert to general polygons* permette di customizzare ulteriormente un blocco di ostruzione esistente per rappresentare forme più complesse.

Un esempio di forma complessa è il blocco chiamato *tree* che è iniziato come una forma semplice e al quale poi è stata modificata la posizione degli angoli superiori (vedi figura 8.5).

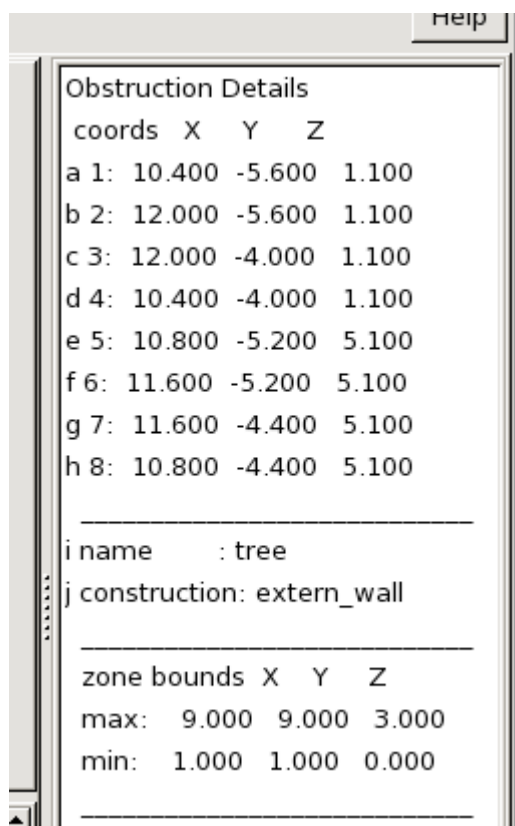


Figure 8.5: Menu riferito all'ostruzione a forma di albero.

8.2 Previsioni di ombreggiamento

Una volta che le ostruzioni solari e le direttive di ombreggiamento sono state definite, possono essere intrapresi i calcoli relativi alla zona. Queste sono portate avanti dal modulo *ish* come mostrato in figura 8.6.

Le selezioni primarie sono `calculate shading` e `shading synopsis` o `shadow image` per l'ombreggiamento e `calculate insolation` e `insolation synopsis` per l'insolazione. Se sposti la selezione del tipo di cielo a un cielo non isotropico il tempo di calcolo aumenta parecchio. Versioni recenti di ESP-r supportano anche il calcolo dell'ombreggiamento della radiazione diffusa.

Se richiedi un calcolo di ombreggiamento, ti è richiesto di specificare il periodo di riferimento (tipicamente, da mese uno a mese dodici).

Nell'interfaccia X11 vedrai qualche feedback man mano che il calcolo procede, ma nell'interfaccia GTK il processo è in gran parte silente fino a che è completato (le schermate con GTK si rigenerano meno spesso). Poi potrai scegliere una ricapitolazione dell'ombreggiamento (vedi figura 8.7).

Dopo che è stato calcolato l'ombreggiamento, può essere invocata l'insolazione (che ha bisogno dei dati derivati dall'analisi dell'ombreggiamento). Anche i calcoli sull'insolazione sono basati su griglia sulle superfici del modello e indagano, per ciascuna sorgente di insolazione, la percentuale di radiazione diretta in ingresso che cade su ciascuna delle superfici del vano.

Questa informazione è registrata nel file delle previsioni di shading per l'uso nelle simulazioni. Si può richiedere una ricapitolazione del pattern dell'insolazione (vedi figura 8.8). La prima colonna è il tempo, la seconda è l'ombreggiamento calcolato, La terza include i nomi delle

superfici che in quel momento erano soleggiate e la quarta fornisce la percentuale di radiazione associata.

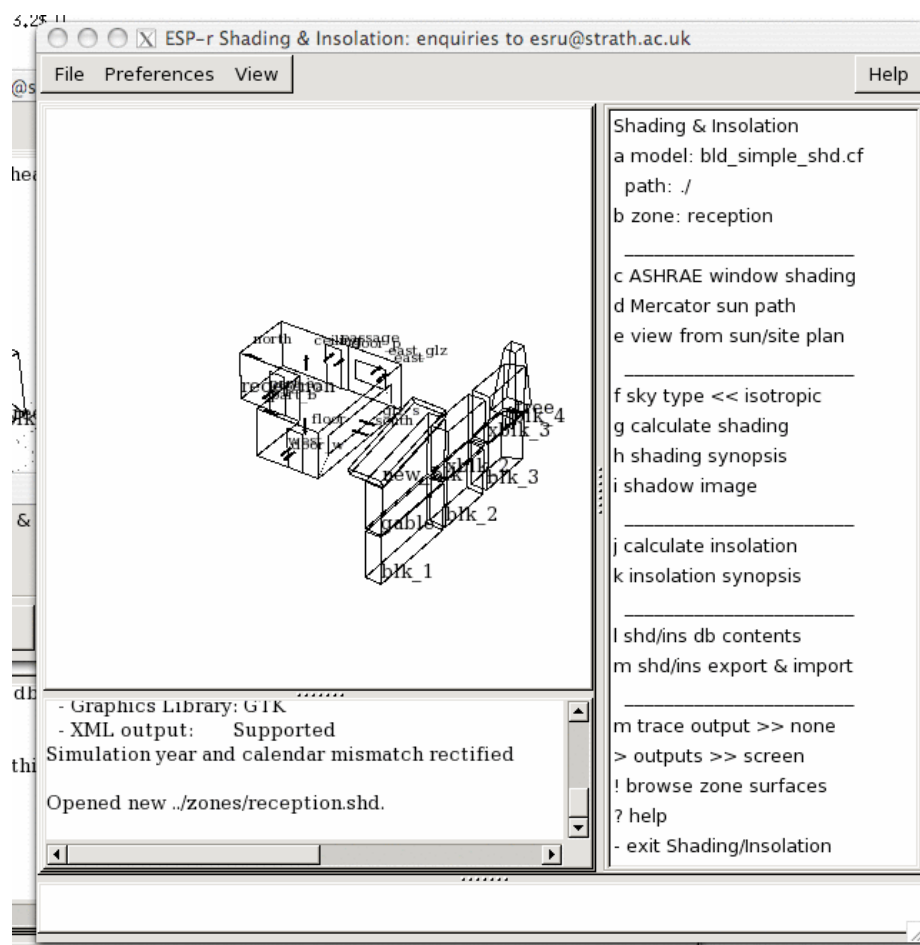


Figura 8.6: Modulo di ombreggiamento.

Puoi anche confermare visivamente il pattern di shading richiedendo una assonometria solare a uno specifico momento del giorno e dell'anno (figura 8.7).

La schermata che segue è relativa alle 10h00 in un tipico giorno di gennaio. Ciò che si vede è ciò che il sole vede. Quello che non si può vedere è l'ombra. Questo tipo di vista è disponibile anche dal *Project Manager*.

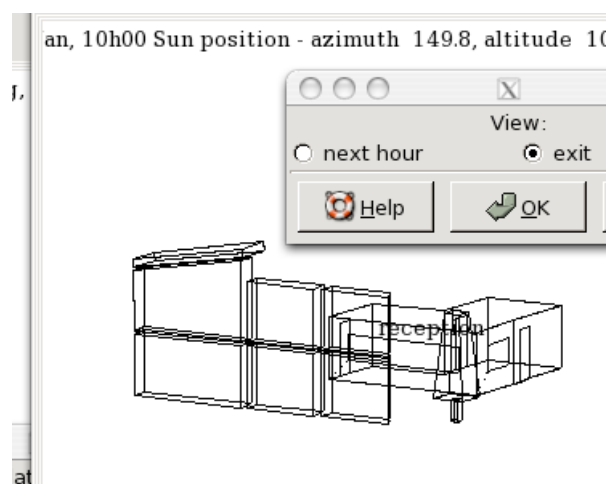


Figura 8.7: Assonometria solare.

File Preferences View					
Zone transitional shading file receptionJan used.					
External surface shading for 17 Jan.					
Surface 1 (south)					
Hour	Direct Shading	Diffuse Shading	Solar Azimuth	Solar Altitude	
8:00	Before sun-rise				
9:00	29.1%	27.9%	135.7	6.2	
10:00	68.7%	27.9%	148.7	11.9	
11:00	73.8%	27.9%	162.6	15.7	
12:00	89.8%	27.9%	177.1	17.3	
13:00	100.0%	27.9%	191.7	16.6	
14:00	100.0%	27.9%	205.9	13.6	
15:00	100.0%	27.9%	219.2	8.6	
16:00	60.7%	27.9%	231.6	2.0	
17:00	After sun-set				
Averages for sun-up hours:			Direct =	77.8%	
			Diffuse =	27.9%	
Surface 2 (east)					
Hour	Direct Shading	Diffuse Shading	Solar Azimuth	Solar Altitude	
8:00	Before sun-rise				
9:00	0.0%	3.5%	135.7	6.2	
10:00	0.0%	3.5%	148.7	11.9	
11:00	99.1%	3.5%	162.6	15.7	
12:00	0.0%	3.5%	177.1	17.3	
13:00	100.0%	3.5%	191.7	16.6	
14:00	100.0%	3.5%	205.9	13.6	
15:00	100.0%	3.5%	219.2	8.6	
16:00	100.0%	3.5%	231.6	2.0	
17:00	After sun-set				
Averages for sun-up hours:			Direct =	62.4%	
			Diffuse =	3.5%	
Surface 4 (north)					
Hour	Direct Shading	Diffuse Shading	Solar Azimuth	Solar Altitude	
8:00	Before sun-rise				
9:00	100.0%	0.0%	135.7	6.2	
10:00	100.0%	0.0%	148.7	11.9	
11:00	100.0%	0.0%	162.6	15.7	
12:00	100.0%	0.0%	177.1	17.3	

Figura 8.8: Ricapitolazione di dati relativi all'ombreggiamento.

8.3 Fattori di vista relativi alla radiazione termica

Benché molto utenti siano familiari con l'idea di trasmissione convettiva del calore tra l'aria in una stanza e le superfici che racchiudono lo spazio della stanza stessa, la trasmissione per irraggiamento della radiazione termica tende a catturare molta meno attenzione. Alcuni professionisti ritengono che lo scambio termico di tipo radiativo sia di importanza minima negli edifici ben termoisolati.

Coloro che lavorino con edifici o sistemi in cui lo scambio radiante sia considerato importante troveranno la discussione seguente di interesse. In primo luogo, la trasmissione radiante tra le superfici è parte di ogni valutazione di simulazione operata da ESP-r. E' parte del bilancio energetico di ciascuna superficie a ogni time-step della simulazione.

Molti strumenti di simulazione trattano lo scambio radiativo della radiazione termica esplicitamente, ma queste caratteristiche sono in gran parte nascoste all'utente. In ESP-r ci sono delle possibilità di interazione dell'utente e opzioni che consentono una valutazione dettagliata del comfort.

L'assunzione di default in ESP-r è che lo scambio radiativo a onde lunghe (infrarosso lontano, termico, NdT) tra le superfici nelle stanze sia distribuito in modo diffuso sulla base dell'emissività delle superfici stesse e della loro area. Questo assunto è appropriato per gli spazi molto compatti o dove il comfort non sia un criterio di valutazione.

Quando le morfologie delle zone differiscono da semplici forme rettangolari l'assunto della distribuzione diffusa diventa meno valido. Se sono utilizzati sistemi di riscaldamento radiante, l'assunto di default è inappropriato, come nel caso in cui l'interesse fosse quello della valutazione dettagliata del comfort termico. A volte possiamo semplicemente volere più informazione. Per esempio, se è presente una massa termica esplicita nel vano o se la radiazione solare cade su parti di costruzione leggere, potremmo vedere se questo genera ripercussioni su altre superfici.

L'approccio riassumibile con l'affermazione "la funzionalità segue la descrizione", utilizzato anche altrove in ESP-r, si applica alla risoluzione di calcolo degli scambi radiativi all'interno delle stanze. Se l'assunto di default non è appropriato per il modello, può richiedere un calcolo esplicito mirato a stabilire quanto ciascuna superficie veda le altre superfici nella stanza (e a gestire questi valori in seguito).

I calcoli dei fattori di vista sono compiuti in un modulo di utilità che utilizza calcoli di *ray-tracing*. I risultati di questi calcoli sono registrati in file dei fattori di vista relativi alla zona (tipicamente segnalati dal postfisso *.vwf*). Durante le simulazioni, la temperatura corrente di ciascuna superficie in una zona è usata in combinazione con i fattori di vista calcolati o ponderati sulla base dell'area per valutare il trasferimento radiante che ha luogo nella stanza. La quantità di risorse messa in gioco dal calcolo è approssimativamente in linea con il numero delle superfici nella zona. Un parallelepipedo costituito da otto superfici richiederà pochi secondi di calcolo, mentre una stanza costruita con un numero di superfici pari al limite massimo corrente relativo alle superfici consentite richiederà alcuni minuti di calcoli. Come si può sapere se questi calcoli sono giustificati? Un approccio sarebbe quello di creare un esperimento virtuale utilizzando stanze identiche con e senza fattori di vista e investire un po' di tempo per ragionare sulle differenze nei tempi di previsione che derivano dai due casi.

In progetti in cui il comfort termico sia di particolare interesse, ESP-r fornisce funzioni per definire sensori radianti a forma di blocco in una stanza e calcolare quanto il sensore "vede" le altre superfici della stanza stessa. Questa informazione è usata nel modulo di analisi dei risultati per generare valori di asimmetria radiante.

Per dimostrare i calcoli relativi ai fattori di vista delle superfici e la definizione di sensori radianti, esaminiamo ora il modello per una simulazione per una stanza privata in un'ospedale. Per la stanza erano sotto esame due ipotesi basate sull'utilizzo di pannelli radianti, tra loro in competizione. Si sosteneva una soluzione fosse meno costosa da installare (si trattava di

un'unità rettangolare in corrispondenza della facciata) e che l'altra fornisse più comfort per il dottore e il paziente (per effetto del calore radiante meglio distribuito nella stanza e della temperatura più bassa richiesta).

Model: Model of patient room to explore overheating

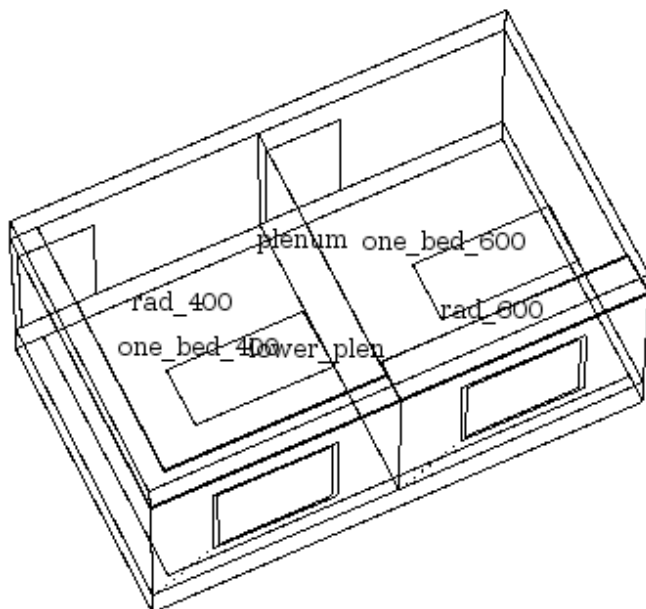


Figure 8.8: Modello della stanza con pannelli radianti.

Il modello (figura 8.8) era stato progettato come un classico esperimento consentente una comparazione tra due situazioni.

La risoluzione del modello era dettata dalle caratteristiche termofisiche delle entità nelle stanze e dello loro possibili interazioni. Il modello era anche dettato dal bisogno che lo si completasse mentre il cliente era disponibile per fornire dettagli; così, l'estensione del modello iniziale è stata considerata accuratamente.

Le misure di prestazione critiche erano in questo caso costituite dal comfort per un dottore posizionato in piedi vicino alla finestra e per un paziente che si trovava nel letto, e anche dalla frequenza di accensione dei pannelli e la loro capacità di controllare le temperature nella stanza durante giorni moderatamente freddi. Per supportare ciò, in ciascuna stanza sono stati definiti due sensori radianti – uno nella posizione della testa del paziente e l'altro nella posizione del dottore in piedi vicino alla finestra (figura 8.9).

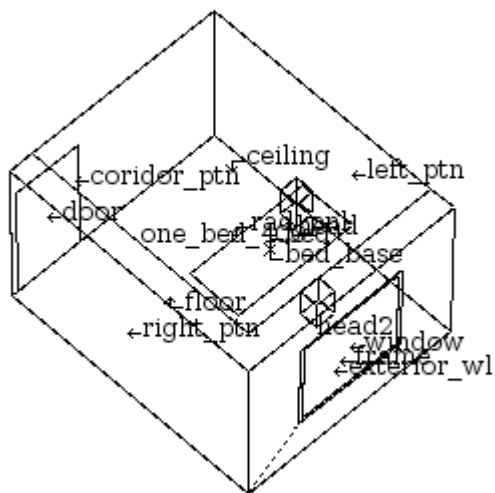


Figure 8.9: Posizionamento dei sensori radianti.

In ciascuna delle due stanze il letto era rappresentato come una massa interna, i pannelli radianti erano rappresentati come zone sottili e le intercapedini del controsoffitto sopra e sotto la stanza erano rappresentate come vani. Tra i programmi orari relativi a ciascuna zona era stata prevista una differenziazione; in particolare, era stato preso in conto l'output termico dell'illuminazione clinica durante le visite del dottore.

Si era inoltre assunto che la corsia adiacente si trovasse alla stessa temperatura degli spazi oggetto di indagine. La temperatura dell'intercapedine del controsoffitto superiore era critica, perché era probabile la dispersione per infiltrazione dal pannello producesse come risultato un'intercapedine più calda.

Questo approccio avrebbe consentito di studiare l'effetto di cambiamenti nello spessore dell'isolamento superiore. L'intercapedine del controsoffitto inferiore era mantenuta, in modo controllato, alla stessa temperatura dell'intercapedine del controsoffitto superiore per formare una condizione al contorno rappresentativa nella stanza dei pazienti.

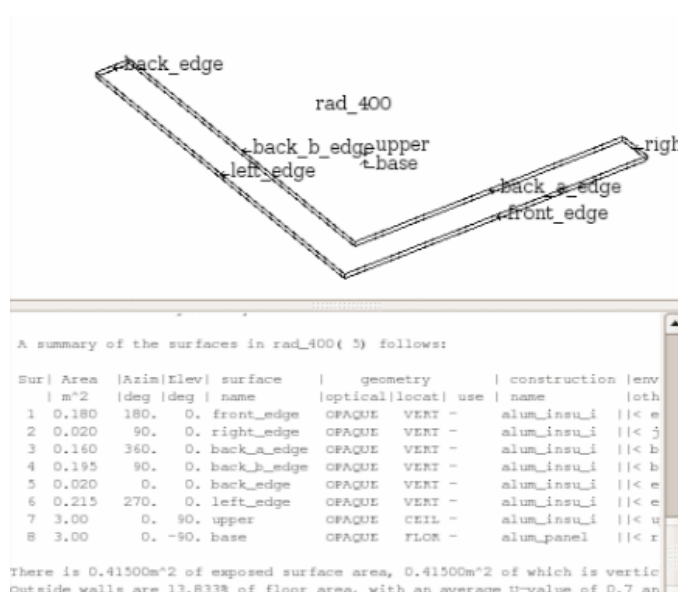


Figura 8.10: Pannello radiante modellato come una zona sottile.

L'approccio basato sulla zona sottile (figura 8.10) tratta un dispositivo di generazione del calore esplicitamente come una zona anziché come un componente di sistema.

In breve, si è creata una zona che rappresenta il pannello radiante; la cui faccia inferiore è metallica e la cui faccia superiore è costituita da un pannello metallico termoisolato. Per la zona sottile sono fissati alti coefficienti di trasmissione del calore, così che il calore fornito all'aria sia ben trasferito alle superfici. Questo approccio della modellazione esplicita del sistema è stato adottato perché predisporre i componenti di sistema avrebbe richiesto più tempo; e perché potenzialmente una più semplice immissione di calore nel soffitto non avrebbe potuto essere adottata, in quanto sarebbe stata localizzata tra due zone (una limitazione irritante e persistente).

Per questa verifica si è constatato che questo approccio rappresentava la temperatura attesa del pannello e il tempo di risposta atteso, mentre la forma del pannello funzionava bene nella susseguente valutazione dettagliata del comfort.

La stanza del paziente di sinistra include in pannello radiante a forma di "L" largo 400 mm, e la stanza del paziente di destra utilizza un pannello da 600 mm, posizionato in corrispondenza della facciata.

I pannelli erano controllati attraverso un controllore multisensore che regolava la temperatura della stanza a 21° C, consentendo alla temperatura della zona sottile di salire a 74° C.

Per tenere conto del tempo di risposta del circuito di riscaldamento, il time-step della simulazione è stato settato a un minuto.

Prima di completare il modello, ne è stata svolta una verifica di calibrazione, per tarare l'immissione di calore così che essa desse luogo a una corrispondenza delle temperature delle superfici del pannello attese.

Per la stanza dei pazienti sono stati calcolati i fattori di vista delle superfici relativi alla radiazione a onde lunghe. Non è stato considerato necessario calcolare i fattori di vista all'interno delle zone costituite dai pannelli radianti (lo scambio termico tenderebbe lì a limitare le differenze di temperatura).

L'interfaccia del programma dopo che i calcoli sono stati completati è mostrata nella figura 8.11.

Le selezioni principali per la maggior parte degli utenti sarebbero: `Calculate zone or MRT view-factors`, e se ci fosse qualche pannello radiante poi `Add a MRT sensor`, che richiede l'origine e la dimensione dei sensori. Si noti che i sensori esistenti non sono disegnati nella vista a fil di ferro, a meno che tu davvero abbia selezionato tale componente per effettuare modifiche.

Le opzioni a cui potresti essere interessato sono `grid division` e `patch division`, che definiscono la densità della griglia che è utilizzata nei calcoli.

Il default è 10 e con questo valore il tempo di calcolo è vincolato.

Se la zona ha superfici piccole e piccole dimensioni il valore di default può non essere adeguato. Ti sarà notificato che questo è il caso se alcune superfici avranno fattori di vista che danno una somma che è un valore non vicino a 1. Se il caso è questo, potrai resettare la griglia e le divisioni delle zone di superficie e ritentare.

Ricorda di chiedere tutti e due i calcoli prima di uscire dall'applicazione di utilità.

Quando ritorni al *Project Manager* ti verrà chiesto se vuoi utilizzare i valori appena calcolati.

Il modello complessivo era pronto durante la visita agli uffici dei committenti e le previsioni e la messa a punto fine sono stati portati avanti con l'interazione del cliente. Le valutazioni indicano che entrambe le soluzioni di progetto producevano livelli di comfort sostanzialmente simili sia per i dottori, sia per i pazienti (vedi figure 8.13 e 8.14).

C'era un rischio leggermente accresciuto di discomfort per asimmetria radiante per il caso del pannello da 600 mm. Era anche chiaro, però, che il pannello da 600mm veniva acceso più spesso e tendeva a lavorare ad una temperatura maggiore del pannello da 400 mm.

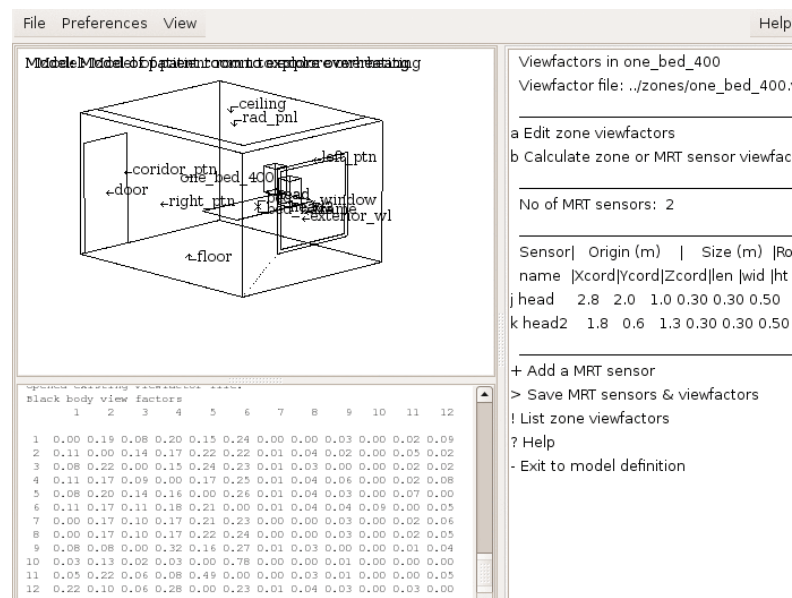


Figure 8.11: Interfaccia del *Project Manager* per i fattori di vista.

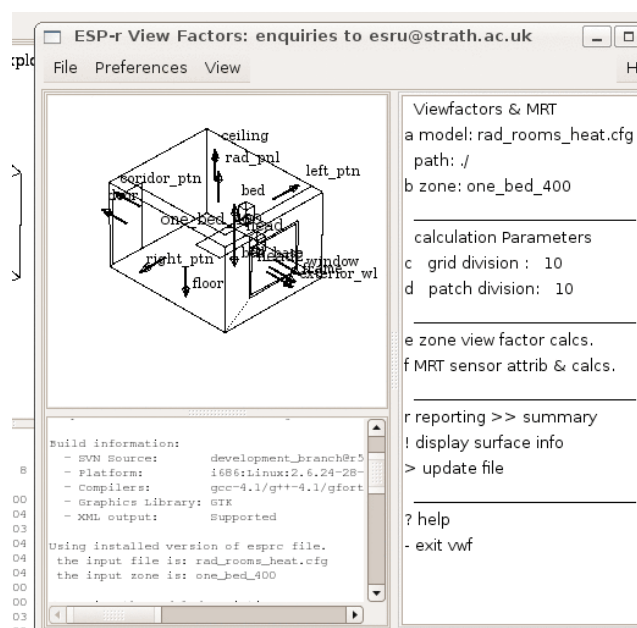


Figure 8.12: Interfaccia per il calcolo dei fattori di vista.

Un'altra cosa che si è trovata è che spesso non era necessario un fluido di lavoro a una temperatura compresa tra 70-74 °C e che il comfort nel vano poteva essere spesso mantenuto con temperature del pannello di 40-60 °C.

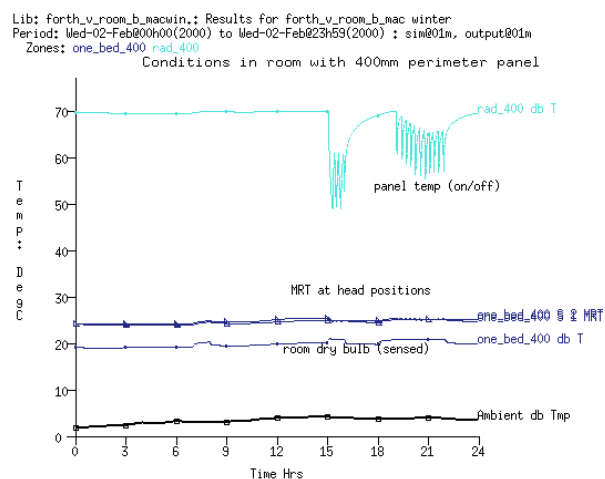


Figure 8.13: Temperature previste per la zona di sinistra.

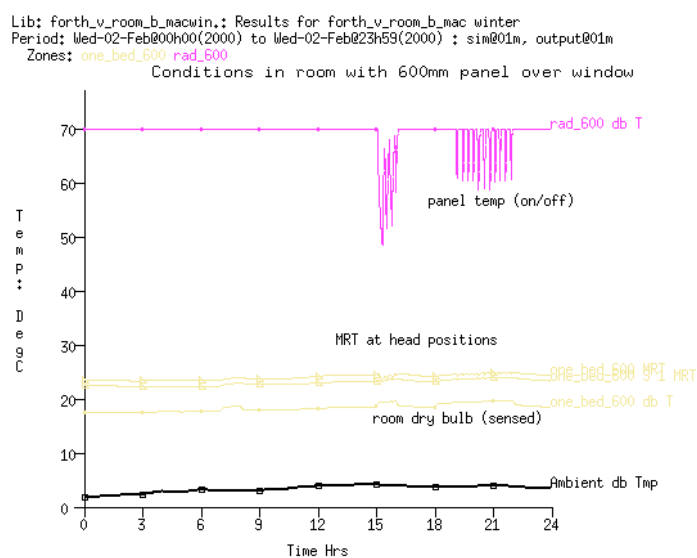


Figure 8.14: Temperature previste per la zona di destra.

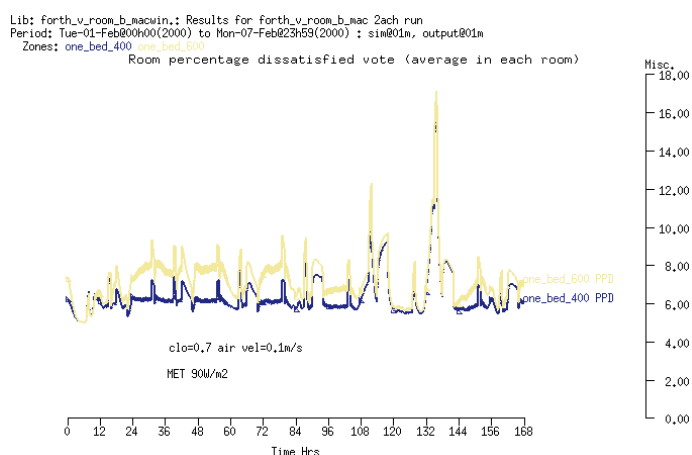


Figure 8.15: Percentuale di insoddisfatti prevista per le due zone.

8.4 Regimi di trasferimento convettivo del calore

Questa sezione sarà completata successivamente.

Capitolo 9

PREPARAZIONE ALLA SIMULAZIONE

9 Preparazione alla simulazione

In ESP-r la descrizione del modello può includere anche un certo numero istruzioni sulla natura delle analisi numeriche da svolgere e su dove conservare le previsioni sulle prestazioni per ciascuno dei domini di analisi. Tali informazioni sono inserite nel modello per una serie di ragioni:

- possibilità di registrare le decisioni prese nella fase di pianificazione;
- chiarificazione delle pratiche operative;
- supporto per le attività di automazione e produzione;
- attivazione della possibilità che le previsioni prestazionali siano rigenerate in un secondo tempo;
- l'informazione inserita in un modello è più al sicuro di quella scritta su pezzi di carta.

L'idea di un set di *istruzioni per la simulazione* nacque perché a un utente molto competente di ESP-r era stato chiesto da un cliente di ri-lanciare delle simulazioni fatte con ESP-r per estrarre alcune informazioni aggiuntive. Fu trovato l'archivio del modello, furono esplorate le note sul progetto e la simulazione fu lanciata nuovamente. Poi le cose diventarono complicate e frustranti. Le previsioni non si accordavano con quelle che c'erano nel rapporto iniziale per il cliente.

Cosa era cambiato? Dov'era l'errore? Il modello si era rovinato? Alla fine, dopo giorni di test, fu trovato che il fattore causale era il numero di giorni di *pre-simulazione* utilizzati. Quel particolare valore non era stato registrato nelle note relative al progetto.

E così divenne chiaro che la descrizione del modello sarebbe stata più solida se avesse incluso una descrizione degli assunti e delle istruzioni specifiche usate dal motore di simulazione.

Uno degli effetti collaterali della registrazione di questa informazione è quello di semplificare l'effettuazione di simulazioni in serie, riducendo le probabilità di errore.

Esso supporta anche l'*implementazione della pianificazione*. Se, in fase di pianificazione, il gruppo giudica che certe settimane specifiche potrebbero costituire che delle buone basi di valutazione per la valutazione delle prestazioni, c'è un modo di registrare queste preferenze, così che quando il modello risulta pronto per i test, risulti *molto facile* implementarli. Nel Project Manager sono gestite nel menu Browse/Edit/Simulate -> Actions -> Simulate -> simulation presets. I valori correnti per il settaggio della simulazione attiva sono inclusi nella parte superiore del menu Simulation Controller (figura 9.1).

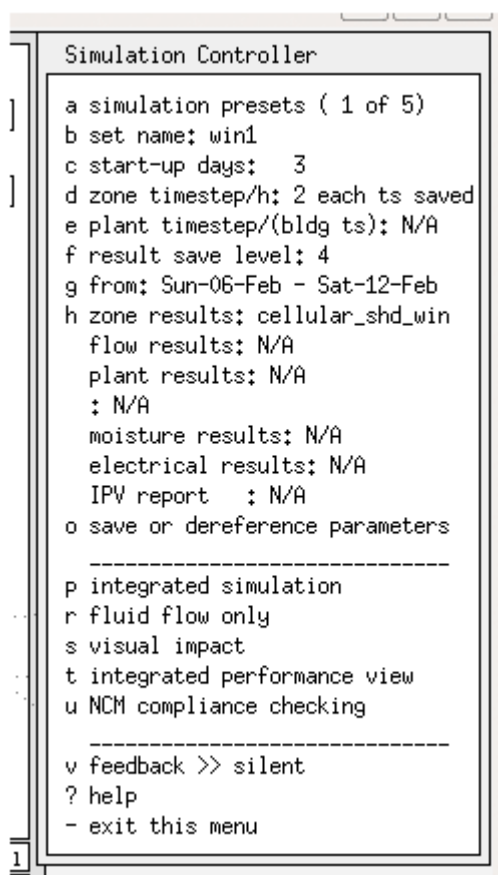


Figura 9.1: Insieme dei parametri di simulazione.

Le opzioni di menu includono:

- *set name* – etichetta di identificazione della simulazione: per esempio, inverno, giugno, o monson;
- *start-up days* – periodo di pre-simulazione utilizzato per portare a regime le condizioni termiche del modello a partire dallo stato iniziale fissato in modo discrezionale. Il valore iniziale è basato su un'analisi della composizione del modello. Gli utenti possono aumentare la lunghezza di questo periodo per aumentare la stabilità del modello durante le ore iniziali di una simulazione o ridurlo per ridurre i tempi di calcolo;
- *zone time-steps/h* – si tratta della frequenza di risoluzione, che influisce anche sulla frequenza di registrazione dei dati (vedi discussione seguente);
- *plant time-step/(bldg ts)* – La frequenza dei componenti di sistema intesa come moltiplicatore del time-step della zona. Questa dovrebbe riflettere la natura dei componenti e dei controlli che vi sono applicati (vedi discussione seguente);
- *result save level* – definisce quanto informazione è registrata (vedi la discussione in sezione 9.2);
- *period of simulation* – date iniziale e finale della simulazione (da un giorno a tutto l'anno);
- *zone results* – il nome del file che conterrà le prestazione relative alle zone;
- *flow results* – il nome del file che conterrà le informazioni sulle prestazione relative ai flussi di massa;

- *plant results* – il nome del file che conterrà i dati di prestazione relativi ai componenti di sistema;
- *moisture results* – il nome del file che conterrà le informazioni relative alle prestazioni igrometriche;
- *electrical results* – il nome del file che conterrà le prestazioni relative all'elettricità.

I time-step della simulazione dettano la frequenza della soluzione numerica e in ESP-r la loro durata può variare da un minuto a un'ora.

Chiaramente le scelte iniziali avranno un'influenza sul tempo necessario al completamento della simulazione, sulla dimensione dei file contenenti i dati di prestazione che verranno generati durante la simulazione, così come sulla velocità con cui i dati saranno estratti (e il grado di dettaglio legato al tempo).

La frequenza dovrebbe anche riflettere la natura della composizione dell'edificio e dei controlli applicati alle zone, così come i tipi di componenti di sistema utilizzati e tipi di controllo che vi sono applicati.

Se per esempio, si usa un controllore di tipo ON/OFF con un tempo di responso pari a un time-step di 15 minuti, questo risulterà essere *UN CONTROLLO MOLTO PESANTE*. Se tu avessi una rete di flusso caratterizzata da aperture larghe tra stanze, ti aspetteresti che il flusso tra le stanze tenda a moderare le differenze di temperatura tra di esse. Una simulazione con un time-step di 30 minuti può invece produrre differenze innaturali di temperature tra zone adiacenti che vengono poi risolte attraverso la risoluzione del flusso come un piccolo tifone. Può in questi casi essere necessario condurre una valutazione a una frequenza diversa per trovare un compromesso appropriato.

Nomi dei file dei risultati sono inclusi nei parametri di simulazione così che ciascun lancio di simulazione generi nomi di file conosciuti. Questo riduce la confusione e aiuta l'automazione del lavoro. Per esempio, è possibile impartire dalla *shell* un comando nella forma: `bps-file hospital.cfg -p monsoon silent` che utilizzerà il modello di ospedale utilizzando anche i parametri di simulazione associati con il concetto di monzone, e creerà silenziosamente i file specifici dei risultati.

Un gruppo in Danimarca una volta ha commentato: *noi abbiamo due tipi di pattern meteorologici invernali che controlliamo sempre –la tempesta con nubi e vento (ma non poi così fredda) e il tempo molto freddo, ma soleggiato*.

Per questi utenti attenti non esiste un particolare giorno sfavorito e neanche una particolare settimana sfavorita, e loro desiderano includere questa conoscenza nelle loro pratiche di lavoro e nei loro modelli, così che sia molto agevole effettuare questi particolari controlli.

9.1 Valutazioni integrate di prestazione

I gruppi di simulazione attenti tendono ad avere una lista di indicatori di prestazione che vogliono costantemente verificare man mano che il loro progetto evolve, così che le conseguenze non volute delle loro ultime brillanti idee possano essere evidenziate. Altri descriverebbero questa impostazione come una verifica multicriterio. Questo in ESP-r è supportato da una funzione conosciuta come *Integrated Performance View (IPV – vista delle prestazioni integrate)*.

Le direttive IPV descrivono *quello che vogliamo misurare e dove vogliamo misurarlo e quali periodi di valutazione ciò è richiesto*. Le direttive sono conservate nel file di configurazione del modello. Queste direttive sono simili ai *meters* implementati in altri strumenti. La differenza è nel contenuto di informazione e nel formato dei dati richiesti. Ciascuna richiesta per un certo dato di prestazione (per esempio, temperatura risultante di una zona, o la quantità di radiazione

in ingresso nella zona nella figura 9.2) risulta in una relazione statistica, in dati tabulari e in un sunto (differenti tipi di utenti riconoscono pattern in forme differenti).

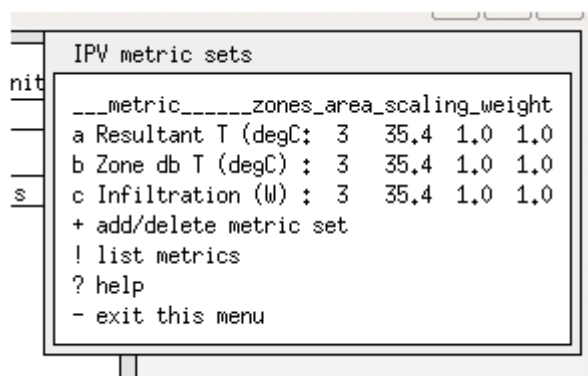


Figura 9.2: Interfaccia per la IPV.

Nelle direttive IPV possono essere incluse le seguenti misurazioni delle prestazioni:

- temperatura risultante nelle zone;
- temperatura a bulbo secco delle zone;
- umidità relativa delle zone;
- quantità dei carichi termici da infiltrazione nelle zone;
- carichi termici da ventilazione (dalle altre zone);
- guadagni gratuiti nelle zone (tutti);
- radiazione solare in ingresso nelle zone dall'esterno;
- radiazione solare assorbita nelle zone.

Questa lista potrebbe essere estesa ad altri tipi di indicatori di prestazione selezionabili nel modulo di analisi dei risultati.

Per richiedere informazioni sui fabbisogni ambientali dei sistemi vi è un processo di selezione separato (figura 9.3).

La funzione consente di identificare insiemi di zone che è di interesse associare a un concetto – per esempio, *south_offices* potrebbe includere 15 zone separate per cui si richieda un rapporto aggregato.

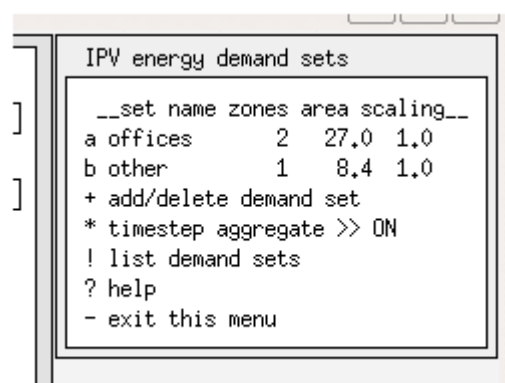


Figure 9.3: Interfaccia relativa ai fabbisogni nell'IPV.

E' anche possibile specificare un moltiplicatore per i fabbisogni dei sistemi ambientali. Per esempio, un perimetro specifico nel modello potrebbe essere rappresentativo di una dozzina di uffici e una scala di 12 potrebbe essere applicata alla prestazione complessiva dell'edificio. Questa è una funzionalità particolarmente utile dell'IPV.

Dopo che gli indicatori di prestazione e i fabbisogni ambientali siano stati definiti, si passa alla definizione della natura delle valutazioni da effettuare. Una IPV contiene i concetti dei seguenti tipi di valutazioni:

- valutazione annuale singola (o definita dall'utente);
- tre valutazioni (inverno, transizione, estate), che possono essere riferite a una settimana tipo per ciascuna stagione o per tutti i giorni in una stagione;
- cinque valutazioni (inverno con inizio l'1 gennaio, primavera, estate, autunno, inverno con fine il 31 dicembre), che possono avere per oggetto una settimana tipo in ciascuna stagione o tutti i giorni nella stagione.

La definizione dell'IPV supporta anche l'idea di scalare le previsioni di prestazioni.

Se selezioni una settimana tipica, avrai l'opzione di intraprendere lo stesso tipo di ricerca delle settimana più indicative che può essere effettuato nel modulo climatico di ESP-r.

Una volta determinata la settimana più appropriata (con *best-fit-weeks*), avrai l'opzione di utilizzare il rapporto HDD/CDD/solar (come nel modulo climatico) per determinare una scalatura iniziale per il riscaldamento e il raffrescamento. I valori per le luci sono scalati dal rapporto dei giorni nella simulazione breve, così come da quella avente per oggetto l'intera stagione (figura 9.4).

```

Integrated Performance View data
a title : base case model of two adjacent
b version : Version cellular_offices_bc
c synopsis: :The cellular_bc is for comparis
d images : 0
e report format >> tab separated
1 performance metrics ( 3)
2 demand sets ( 2)
3___simulations ( 5)_____days descrip___
j 1st win Sun-06-Feb Sat-12-Feb 7 cellular_s
k spring Mon-17-Apr Sun-23-Apr 7 cellular_s
l summer Mon-03-Jul Sun-09-Jul 7 cellular_s
m autumn Mon-02-Oct Sun-08-Oct 7 cellular_s
n 2nd win Mon-20-Nov Sun-26-Nov 7 cellular_s
4 display days ( 5)
   ___seasons (from climate list)_____
       winter spring summer autumn winter
start 02-Jan 13-Mar 15-May 04-Sep 30-Oct
finish 12-Mar 14-May 03-Sep 29-Oct 31-Dec
days 70 63 112 56 63
ratios for: winter spring summer autumn winter
q heating 10.00 9.00 23.47 8.42 9.00
r cooling 10.00 9.00 16.00 8.00 9.00
s lighting 10.00 9.00 16.00 8.00 9.00
t small power 10.00 9.00 16.00 8.00 9.00
u fans&pumps 10.00 9.00 16.00 8.00 9.00
v DHW 10.00 9.00 16.00 8.00 9.00
5 re-scan climate for seasons or day ratios
! list IPV data
? help
- exit this menu

```

Figura 9.4: Interfaccia dell'IPV per cinque valutazioni tipiche.

Una volta definite le direttive per l'IPV, l'informazione è salvata nel file di configurazione del modello e le definizioni dei parametri di simulazione sono aggiornate per corrispondere a quelle relative alle direttive IPV.

Tu poi potresti usare la direttiva per l'Integrated Performance View nel menu *Simulation* per effettuare automaticamente le valutazioni richieste e opzionalmente per estrarre gli indicatori di prestazione richiesti (e i loro subreport consistenti in statistiche, dati tabulari e sunti) e integrarli in un cosiddetto rapporto IPV (*IPV report*).

Queste simulazioni generano anche i file di rapporto standard che possono essere interrogati in modo interattivo per cercare informazioni non disponibili con il rapporto IPV di per sé. Molti utenti fanno uso della struttura dell'IPV per automatizzare la produzione di lanci di simulazione. Essa è anche utile per modelli di grandi dimensioni, rispetto a cui una singola simulazione genererebbe un file di risultati più grande di un gigabyte (che tende ad essere il limite massimo di un set di risultati affidabile).

Quando chiedi di estrarre dei dati, il modulo di analisi dei risultati verrà invocato con una linea di comando che lo dirige all'estrazione dei dati richiesti. Se ci sono valutazioni multiple, i rapporti verranno integrati in uno e ne verrà prodotto un sunto complessivo. Il sunto

complessivo prende i dati da ciascuna stagione e dai fattori di scalatura stagionali inclusi nella definizione dell'IPV per arrivare alla definizione della prestazione annuale.

Se il tuo progetto coinvolge fabbisogni energetici che non sono direttamente derivati dalla descrizione delle zone, come quelli relativi agli ascensori o all'acqua calda sanitaria, l'IPV passerà in rassegna il cosiddetto file relativo ai fabbisogni (che si trova anche nel menu `model context`) e lo includerà nel rapporto IPV.

Un esempio di rapporto IPV per il gruppo di zone chiamato “offices” è incluso nella figura 9.5. La capacità diversificata (“diversified capacity”) rappresenta il picco istantaneo, mentre la capacità distribuita (“distributed capacity”) è costituita dalla somma del picco relativo a ciascuna zona. E il fabbisogno integrato *fa quello che è detto sul contenitore*.

```
*assessment, 1,cellular_shd 1st winter run
*report,70,diversified,capacity,offices
*ttitle,Diversified capacity,W
*format,table,1,7
*fields,Heating
        Cooling
        Lighting (unctld)
        Lighting (ctld)
        Fans
        Small Power
        Hot water
*data,1034.4,767.8,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
*end_report
*report,70,diffuse,capacity,offices
*ttitle,Diffuse capacity,W
*format,table,1,7
*fields,Heating
        Cooling
        Lighting (unctld)
        Lighting (ctld)
        Fans
        Small Power
        Hot water
*data,1034.4,767.8,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
*end_report
. . .
*report,70,demand,integrated,offices
*ttitle,Integrated demand,kWhr
*format,table,1,7
*fields,Heating
        Cooling
        Lighting (unctld)
        Lighting (ctld)
        Fans
        Small Power
        Hot water
*data,32.99,4.65,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00
*end_report
```

Figura 9.5: Dati IPV processati per l'output a video.

Ci sono anche rapporti sul comfort inclusi nell'output. I dati in figura 9.6 sono per un gruppo di stanze chiamate “ocup_zones”. Il formato del rapporto sulla frequenza non è particolarmente ben leggibile dall'uomo – contiene la stessa informazione che si trova nel rapporto sulle frequenze nel modulo di analisi dei risultati.

```
*report, 6,distribution,comfort,ocup_zones
*ttitle,Resultant temperature,degC
*format,frequency,12,5,12.0,2.0,30.0
```

```

*fields,range
      distribution
      percent
      cumulative_distrib
      cumulative_percent
*data
0,<12.0,0,0.0,0.0,0.0
1,12.0-14.0,0,0.00,0,0.00
2,14.0-16.0,4,1.96,4,1.96
3,16.0-18.0,19,9.31,23,11.27
4,18.0-20.0,91,44.61,114,55.88
5,20.0-22.0,43,21.08,157,76.96
6,22.0-24.0,27,13.24,184,90.20
7,24.0-26.0,20,9.80,204,100.00
8,26.0-28.0,0,0.00,204,100.00
9,28.0-30.0,0,0.00,204,100.00
10,30.0-32.0,0,0.00,204,100.00
11,>32.0,0,0.0,0.0,0.0
*end_report
*report, 6,stats,comfort,ocup_zones
*title,Resultant temperature,degC
*format,table,1,3
*fields,maximum,minimum,average
*data,25.727,14.552,20.266
*end_report

```

Figura 9.6: Rapporto IPV sul comfort.

Un altro indicatore di prestazione che è stato richiesto è l'infiltrazione nel gruppo di zone chiamate "infil_zones" (vedi figura 9.7). I seguenti sono dati tipici inclusi in rapporti di questo tipo.

```

*report,11,stats,Infil,infil_zones
*title,Infiltration load,W
*format,table,1,7
*fields,maximum,minimum,average
      diversified_max,distributed_max
      diversified_min,distributed_min
*data,-62.752,-88.499,-40.327,0.000,-62.752,
-176.673,-178.132
*end_report

```

Figura 9.7: Rapporto IPV sull'infiltrazione

Un altro formato di rapporto è un elenco relativo ai time-step per un giorno tipico nella stagione.

La figura 9.8 riporta questo tipo di elenco rispetto al fabbisogno per il riscaldamento per il gruppo di zone chiamate "offices". La prima colonna rappresenta il giorno giuliano dell'anno e la frazione del giorno (12h00 equivale a 0.5). Questo può essere copiato e incollato in un foglio elettronico per essere studiato.

```

*report,70,demand,per_unit_time,offices
*title,Energy Demand per Unit Time,W
*format,tabular,24,7
*fields,Time
      Heating,Cooling,Lighting
      Fans,Small Power,Hot water
*data
38.0208,76.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.0625,365.7,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.1042,342.8,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0

```

```

38.1458,299.6,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.1875,286.3,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.2292,413.2,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.2708,973.8,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.3125,862.6,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.3542,649.2,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.3958,521.5,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.4375,396.9,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.4792,298.6,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.5208,249.4,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.5625,220.1,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.6042,177.9,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.6458,169.2,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.6875,246.6,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.7292,331.7,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.7708,36.9,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.8125,2.9,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.8542,54.8,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.8958,137.8,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.9375,196.7,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
38.9792,231.8,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0
*end_report

```

Figura 9.8: Rapporto IPV relativo ai time-step.

Alla fine del rapporto IPV vi è un sunto della prestazione scalato in relazione alla stagione e in relazione alle zone e che include fabbisogni non legati alle zone. Questo tipo di rapporto (vedi figura 9.9) è disponibile solo nell'IPV.

```

*Summary
*report,98,energy,performance,aggregate
*title,Integrated demand,kWh/m^2.a
*format,table,1,6
*fields,Heating,Cooling,Lighting,
        Fans,Small Power,Hot water
*data,20.796,26.027,10.385,0.000,0.000,0.000
*end_report
*report,98,energy,building_performance,aggregate
*title,Integrated building demand,kWh/a
*format,table,1,6
*fields,Heating,Cooling,Lighting,
        Fans,Small Power,Hot water
*data,736.2,921.4,367.6,0.0,0.0,0.0
*end_report
*report,74,power,capacity,aggregate
*title,Maximum capacity,W/m^2
*format,table,1,6
*fields,Heating,Cooling,Lighting,
        Fans,Small Power,Hot water
*data,32.718,37.636,2.379,0.000,0.000,0.000
*end_report
*report,74,power,capacity,aggregate
*title,Maximum building capacity,kW
*format,table,1,6
*fields,Heating,Cooling,Lighting,
        Fans,Small Power,Hot water
*data,1.16,1.33,0.08,0.00,0.00,0.00
*end_report
*report,76,distribution,thermal_comfort,aggregat
*title,Resultant Temperature,degC
*format,frequency,9,6,16.0,2.0,30.0
*fields,range,winter_early,spring,summer,autumn
*data
<16,0,0,0,0,0

```

```

16-18,0,0,0,0,0
18-20,4,2,0,0,4
20-22,19,2,0,0,24
22-24,91,30,0,16,109
24-26,43,25,10,16,59
26-28,27,62,23,45,2
28-30,20,83,158,126,6
>30,0,0,6,1,0
*end_report
*end

```

Figura 9.9: Rapporto IPV sull'infiltrazione.

Si noti che i dati grezzi saranno interpretati attraverso un'applicazione prodotta da terze parti (vedi figura 9.10).

Gli utenti dovrebbero tenere in mente che l'IPV ha rischi simili a tutti gli schemi precedentemente specificati. Se non include una gamma rilevante di argomenti per il progetto corrente, esso, come tecnica per perseguire valutazioni multicriterio, fallirà.

Molti dei modelli di esempio inclusi nella distribuzione di ESP-r includono descrizioni IPV.

Usali per esplorare la funzione!

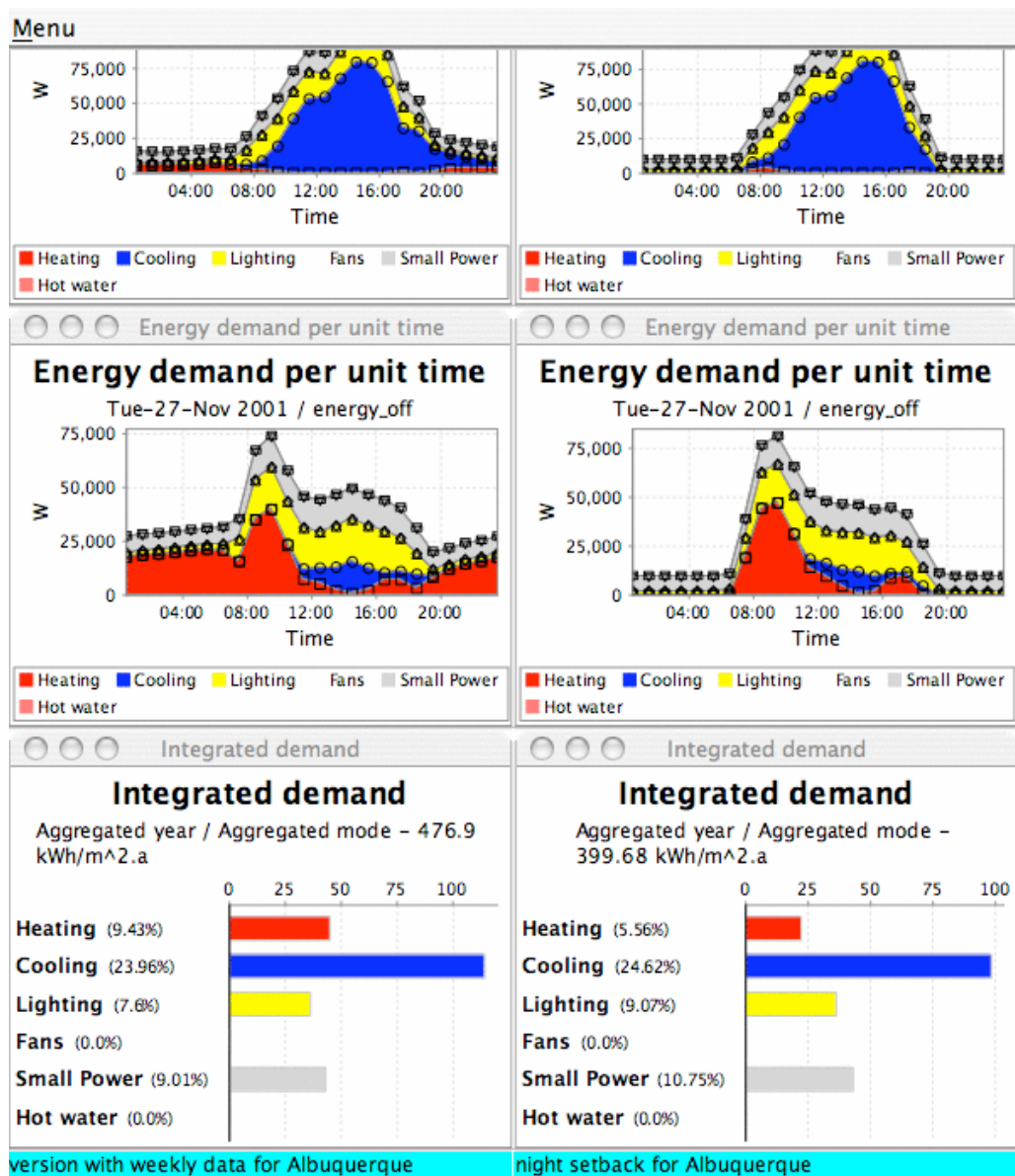


Figura 9.10: Dati IPV processati per la rappresentazione su schermo

9.2 Librerie dei risultati e rapporti

ESP-r differisce da altri strumenti di simulazione per come registra i dati relativi alle prestazioni e per come supporta in seguito l'accesso a tali dati. Il simulatore include opzioni per registrare i valori degli indicatori di prestazione come dati separati da virgole in file di testo, come rapporti XML, rapporti in forma di sunto, o campi all'interno di file di database dei risultati creati appositamente.

Una delle scelte prima di invocare una simulazione nel *Project manager* o nel simulatore è di settare il cosiddetto *save level* (livello di salvataggio, NdT). Per molti utenti, le simulazioni sono invocate con direttive che implicano la creazione di file di database dei risultati creati appositamente su misura per ciascun dominio di soluzione (flussi relativi alle zone, flussi di massa, flussi elettrici, componenti di sistema dettagliati, CFD).

Per questi utenti, il modulo di analisi di ESP-r è il portale di accesso alla comprensione dello stato termofisico del modello.

Ciascun livello di salvataggio specifica un insieme di valori di prestazione da scrivere. Quello che segue è un riassunto di ciascuno.

Save level 0 – un rapporto di testo è generato dal simulatore se l'utente lo richiede dopo che la valutazione è stata effettuata. Un esempio di questo rapporto (per uno dei modelli di esempio e una simulazione annuale) è mostrato nella figura 9.11.

Save level 1 – riscaldamento/raffrescamento delle zone, temperatura di controllo delle zone, temperatura dell'aria a bulbo secco in un file binario dedicato. Questo è il file più piccolo creato appositamente e quando è generato richiede un tempo di scrittura minimo, ma è utilizzato raramente a causa del suo contenuto limitato.

Save level 2 – riscaldamento/raffrescamento delle zone, temperatura dell'aria a bulbo secco, temperatura di controllo, temperatura della superficie interna, infiltrazione, ventilazione, trasmissione convettiva del calore in corrispondenza delle superfici interne delimitanti le stanze, guadagni gratuiti (radianti, convettivi, latenti), radiazione solare in ingresso nelle stanze, radiazione solare assorbita nelle zone in corrispondenza di ciascuna superficie esterna ed interna,

umidità relativa, calore latente, flusso causato dai ponti termici lineari.

Questo file ha un tempo di scrittura un po' più alto ed è contenuto in un file di database binario un po' più grande del precedente. Questo livello di salvataggio è utile per una investigazione generale che non richieda temperature nodali o rapporti di bilanci energetici.

Save level 3 – in aggiunta rispetto al livello di salvataggio 2, questo livello contiene campi addizionali relativi alle temperature in corrispondenza di ciascun nodo di ciascuna superficie nel modello.

Esso è utile per rappresentare i profili di temperatura nella costruzione.

Save level 4 – in aggiunta rispetto al livello di salvataggio 2, questo livello contiene campi addizionali che riportano i percorsi di flusso che rappresentano il bilancio energetico relativo alle zone e alle superfici. Questo è il livello di salvataggio di default. Benché esso generi file più larghi, fornisce la più grande flessibilità per valutazione personalizzate.

Save level 5 – usato dall'interfaccia per la classificazione delle residenze Hot3000 del Natural Resources Canada (H&K), così come nelle procedure di test formali utilizzate nella comunità di sviluppo di ESP-r.

Un esempio di file H3K è mostrato in figura 9.12. E' chiaramente una variante del livello di salvataggio 0 con campi di dati aggiuntivi.

I contenuti specifici del file XML che viene generato sono determinati da un file input.xml che si assume localizzato nella cartella del file di configurazione del modello. Possibili pattern nel file input.xml sono discussi nella sezione 9.3.

Save level 6 – Questo è un rapporto XML relativamente compatto che include dati medi mensili ricapitolativi. E' usato da vari strumenti di terze parti per accedere a previsioni da ESP-r. E' anche utilizzato quando ESP-r sta venendo usato per compiere valutazioni con il metodo di calcolo del Regno Unito per finalità di compatibilità con la normativa.

Parti di un file di livello 6 sono mostrate nella figura 9.13.

Il primo punto in ciascuna riga è il nome del file di configurazione, il secondo punto è il nome della zona o una parola chiave (come per esempio Total_DHW). I punti come MH1 significano riscaldamento mensile (*monthly heating*) gennaio; MC2 significherebbe raffrescamento mensile (*monthly cooling*) febbraio. Parole chiave come z_DHW_Month_1_MJ e z_DHW_Month_1_kWh sono kWh o MJ riferiti a una zona per uno specifico argomento.

```
Performance assessment report
Results library cellular_bc_save0.txt
Climate file /Users/jon/esru_john/esp-r/climate/clm67
Configuration file cellular_bc0.cfg
```


Configuration descr base case model of two adjacent cellular offices
Period Sun-01-Jan to Sun-31-Dec Year 1967

Zone max air T (occurrence) min air T (occurrence)
manager_a 30.00 Sun-14-May@14.75 10.00 Sun-01-Jan@ 4.25
manager_b 30.00 Sun-11-Jun@13.75 10.00 Sun-01-Jan@ 4.25
coridor 30.00 Sun-23-Jul@19.25 13.68 Sun-01-Jan@ 7.75

Zone max heat (kW) max cool (kW) heating (kWhr) cooling (kWhr)
manager_a 0.79 Mon-09-Jan@ 6.75 -1.76 Mon-21-Aug@12.75 271.9 -797.9
manager_b 0.79 Mon-09-Jan@ 6.75 -1.76 Mon-21-Aug@12.75 271.9 -797.9
coridor 0.32 Mon-09-Jan@ 7.25 -0.58 Mon-21-Aug@13.75 10.5 -480.9

All zones:

Max_Temp 30.0 in manager_a on Sun-14-May@14.75
Min_Temp 10.0 in manager_a on Sun-01-Jan@ 4.25
Max_Heat 0.8 in manager_b on Mon-09-Jan@ 6.75
Max_Cool -1.8 in manager_a on Mon-21-Aug@12.75

Total heating requirements 554.3 (kWhr) 1995.6 (MJ)
Total cooling requirements -2076.64 (kWhr) -7475.9 (MJ)

Monthly metrics:

Month	Heating (kWhr)	Cooling (kWhr)	Heating (MJ)	Cooling (MJ)
Jan	164.5	-11.4	592.1	-41.0
Feb	76.8	-38.7	276.4	-139.3
Mar	25.0	-179.1	90.0	-644.7
Apr	24.8	-118.2	89.1	-425.5
May	2.8	-274.8	10.1	-989.2
Jun	0.0	-323.3	0.0	-1163.9
Jul	0.0	-433.4	0.0	-1560.3
Aug	0.0	-409.6	0.0	-1474.7
Sep	2.4	-124.7	8.5	-448.9
Oct	9.1	-120.3	32.8	-432.9
Nov	101.4	-28.4	365.0	-102.1
Dec	147.6	-14.9	531.5	-53.5

Figura 9.11: Rapporto relativo al livello di salvataggio 0.

Performance assessment report

Results library HC_no-ISO.bres

Climate file /usr/esru/esp-r/climate/uk_gatwick_iwec

Configuration file HC_no-ISO_temp.cfg

Configuration descr Comparison model for hc ISO 15099 w/o .htc file (default hc-s)

Period Tue-09-Jul to Mon-15-Jul Year 1991

Zone max air T (occurrence) min air T (occurrence)
TheSpace 26.05 Tue-09-Jul@14.45 24.00 Thu-11-Jul@ 5.75
hungCeiling 27.17 Tue-09-Jul@14.95 24.85 Sat-13-Jul@ 6.45
TheChannel 39.50 Thu-11-Jul@13.55 14.90 Thu-11-Jul@ 4.05
mixBottom 32.30 Sun-14-Jul@15.05 11.98 Thu-11-Jul@ 3.95
mixTop 37.91 Thu-11-Jul@13.65 15.65 Thu-11-Jul@ 4.15

Zone max heat (kW) max cool (kW) heating (MJ) cooling (MJ)
TheSpace -0.29 Tue-09-Jul@ 0.05 -1.00 Tue-09-Jul@11.05 -0.1 -257.2
hungCeiling 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.0 0.0
TheChannel 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.0 0.0
mixBottom 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.0 0.0
mixTop 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.00 Tue-09-Jul@ 0.05 0.0 0.0

All zones:

Max_Temp 39.5 in TheChannel on Thu-11-Jul@13.55
Min_Temp 12.0 in mixBottom on Thu-11-Jul@ 3.95
Max_Heat 0.0 in hungCeiling on Tue-09-Jul@ 0.05
Max_Cool -1.0 in TheSpace on Tue-09-Jul@11.05

```

Total heating requirements -0.1 (MJ)
Total cooling requirements -257.21 (MJ)

Monthly metrics:
Month Heating (MJ) Cooling (MJ)
Jul -0.1 -257.2

*****BUILDING INFORMATION*****

*****SYSTEMS INFORMATION*****

FAN, HRV, AND PUMP ELECTRIC ENERGY
  MONTH FAN_ENERGY MJ HRV_ENERGY MJ GSHP_PUMP MJ GCEP_PUMP MJ
    JUL 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
  TOTAL ELEC ENERGY 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

*****ZONE INFORMATION*****

Zone( 1) TheSpace
Month Aver.Temp (oC) Solar Extern(MJ) Solar Intern(MJ) Sol Abs Trans(MJ)
  Jul 24.1167 0.0000 217.4513 5.0579
  ... Sol Abs Opq.(MJ) Casual Rad. (MJ) Casual Conv. (MJ) Fndtn Losses(MJ)
    203.4809 0.0000 0.0000 0.0000

Zone( 2) hungCeiling
Month Aver.Temp (oC) Solar Extern(MJ) Solar Intern(MJ) Sol Abs Trans(MJ)
  Jul 25.6227 0.0000 0.0000 0.0000
  ... Sol Abs Opq.(MJ) Casual Rad. (MJ) Casual Conv. (MJ) Fndtn Losses(MJ)
    0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Zone( 3) TheChannel
Month Aver.Temp (oC) Solar Extern(MJ) Solar Intern(MJ) Sol Abs Trans(MJ)
  Jul 22.7131 692.8182 8.9125 172.7284
  ... Sol Abs Opq.(MJ) Casual Rad. (MJ) Casual Conv. (MJ) Fndtn Losses(MJ)
    224.6422 0.0000 0.0000 0.0000
  ...

SDHW Data
Month Tank Elec (kWhr) Tank Fuel (kWhr) Solar Gain (kWhr) Pump Elec (kWhr)
  JUL 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
Total 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

```

Figura 9.12: Livello di salvataggio 5 – rapporto H3K.

```

Case_ID,Zone_ID,key,Value
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_Month_1_MJ, 205.723
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_Month_1_kWh, 57.145
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_Lights_Month_1_kWh, 11602.7
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_Month_2_MJ, 185.815
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_Month_2_kWh, 51.615
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_Lights_Month_2_kWh, 10448.1
. . .
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_Month_12_MJ, 205.723
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_Month_12_kWh, 57.145
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_Lights_Month_12_kWh, 11541.0
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_MJ, 2422.226
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHW_kWh, 672.841
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_DHWkWhperm2, 1.019
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_ReqLight_kWhm2, 206.404
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_Aux_Month_1_kWh, 1804.083
. . .
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_Aux_Month_12_kWh, 1804.083
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_hrs_operation, 4200.000
retail_unit_not.cfg,sales_area,z_Auxiliary_kWhm2, 32.801
retail_unit_not.cfg,sales_area,Overh_PercentOcc_Above27, 18.223

```

```

retail_unit_not.cfg,storage,z_DHW_Month_1_MJ, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_DHW_Month_1_kWh, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_Lights_Month_1_kWh, 187.4
. . .
retail_unit_not.cfg,storage,z_DHW_Month_12_MJ, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_DHW_Month_12_kWh, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_Lights_Month_12_kWh, 184.9
retail_unit_not.cfg,storage,z_DHW_MJ, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_DHW_kWh, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_DHWkWhperm2, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_ReqLight_kWhm2, 6.457
retail_unit_not.cfg,storage,z_Aux_Month_1_kWh, 287.556
. . .
retail_unit_not.cfg,storage,z_Aux_Month_12_kWh, 285.897
retail_unit_not.cfg,storage,z_hrs_operation, 4140.000
retail_unit_not.cfg,storage,z_Auxiliary_kWhm2, 10.098
retail_unit_not.cfg,storage,Overh_PercentOcc_Above27, 5.045
retail_unit_not.cfg,Total_DHW,t_DHW_kWh, 672.841
retail_unit_not.cfg,Total_DHW_per_m^2,t_DHW_kWhperm2, 0.673
retail_unit_not.cfg,Total_lighting,t_light_kWh, 138422.000
retail_unit_not.cfg,Total_lighting_per_m^2,t_light_kWhperm2, 138.422
retail_unit_not.cfg,Total_Auxiliary_Energy,t_aux_kWh, 25082.238
retail_unit_not.cfg,Total_Auxiliary_per_m^2,t_auxiliary_kWhperm2, 25.082
retail_unit_not.cfg,sales_area,MH1, 4.334
retail_unit_not.cfg,sales_area,MC1, 0.000
. . .
retail_unit_not.cfg,sales_area,MH12, 4.495
retail_unit_not.cfg,sales_area,MC12, 0.000
retail_unit_not.cfg,sales_area,integrZAHforFloorArea, 11686.840
retail_unit_not.cfg,sales_area,integrZACforFloorArea, -56970.551
retail_unit_not.cfg,storage,MH1, 15.775
retail_unit_not.cfg,storage,MC1, 0.000
. . .
retail_unit_not.cfg,storage,MH12, 15.576
retail_unit_not.cfg,storage,MC12, 0.000
retail_unit_not.cfg,storage,integrZAHforFloorArea, 23314.041
retail_unit_not.cfg,storage,integrZACforFloorArea, 0.000

```

Figura 9.13: Livello di salvataggio 6.

Ciascuna opzione per la registrazione delle prestazioni dell'edificio e del sistema durante una simulazione devono essere vagliate da una procedura per l'estrazione delle informazioni utili. Per i livelli di salvataggio 2, 3 e 4 questo sarà soprattutto il modulo di analisi dei risultati, come discusso nel capitolo 10.

9.3 direttive di output XML

I rapporti XML e CSV che sono generati sulla base di istruzioni contenute nel file input.xml, che si assume essere localizzato nella stessa cartella del file di configurazione del modello, se l'utente ha selezionato i livelli di salvataggio 5 o 6. I dati separati da virgole sono semplicemente scaricati in colonne in un file di testo e sono disponibili per la postprocessazione da parte dell'utente.

I rapporti XML si giovano della struttura aggiuntiva consentita dal formato XML e sono, così, più facilmente utilizzabili per operazioni di postprocessazione.

I test formali del codice sorgente sono basati su rapporti XML per identificare differenze previsionali.

I rapporti XML sono, per loro natura, molto più verbosi dei loro equivalenti nel formato di file csv e si affidano all'utente per la postprocessazione.

Il semplice file input.xml in figura 9.14 è stato preso da uno dei modelli standard per testare il codice sorgente.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<configuration>
  <hierarchy>tree</hierarchy>
  <dump_all_data>true</dump_all_data>
  <time_step_averaging>false
</time_step_averaging>
</configuration>
```

Figure 9.14: File input.xml minimale per scaricare tutti i dati.

Questo file è corto e contiene una direttiva *dump_all_data* e così crea un output molto esteso basato sul *XML data dictionary* completo, costituito dai tipi di dati all'interno del processo di simulazione che possono essere esportati attraverso protocolli XML.

Si noti che solo un sottoinsieme delle simulazioni ha i protocolli XML abilitati.

La figura 9.15 include una parte di un dizionario di dati che è stato generato dal simulatore per un modello. La figura 9.16 è lo *header* (parte iniziale, ndT) del file csv riferito a un semplice modello con la direttiva *dump_all* e indica la natura degli elementi di dati (potenzialmente centinaia). La lunga linea di apertura è stata modificata così che i campi di dati possano essere visti. Questa è seguita dalle colonne iniziali di dati (ogni riga corrisponde a un timestep). Se non siamo interessati in *tutti gli aspetti* alle frasi nel dizionario out.dictionary riportato sopra, essi forniscono la sintassi per regolare l'output in modo fine. Per esempio, se noi volessimo scoprire quali informazioni erano disponibili riguardo ai nodi d'aria nelle zone, potremmo cercarle utilizzando lo strumento *grep* per la ricerca di pattern di testo (vedi figura 9.17).

Questo indica che ci sono tre zone che il simulatore ha individuato e può riportare su *relative_humidity* o *temperature*.

Perciò se volessimo un elenco in termini di time-step delle temperature dell'aria in ciascuna stanza del modello, potremmo adottare le seguenti convenzioni nel file input.xml in figura 9.18. La "zone_*" è una wild card (in figura 9.18) che consente di cercare in molteplici zone. Le variabili giorno e ora sono utili per rappresentare le temperature. Questo produce il rapporto dedicato con sette colonne di dati in figura 9.19

```
Building/Ground_Reflectivity: Reflectivity of the ground for
solar radiation dimensionless

Climate/SnowDepth: Depth of the snow on the ground cm

building/all_zones/energy_balance/net: Energy balance in
building (Gains + Plant interaction - Loads; all zones). (W)

building/all_zones/envelope/all_components/heat_loss: Heat
lost through all components of envelope (all zones) (W)

building/all_zones/envelope/all_components/net_flux: Net
heat lost through all components of envelope (all zones) (W)

building/all_zones/envelope/ceilings/heat_gain: Heat gain
from surroundings through ceilings (all zones) (W)

building/all_zones/envelope/ceilings/heat_loss: Heat loss
to surroundings through ceilings (all zones) (W)
.
.
.
```

Figura 9.15: Parte del dizionario di dati XML

Building:Ground Reflectivity dimensionless, Climate:SnowDepth cm,
 building:all zones:energy balance:net (W),
 building:all zones:envelope:all components:heat loss (W),
 building:all zones:envelope:all components:net flux (W),
 building:all zones:envelope:ceilings:heat gain (W),
 building:all zones:envelope:ceilings:heat loss (W),
 building:all zones:envelope:ceilings:net flux (W),
 building:all zones:envelope:floors:heat gain (W),
 building:all zones:envelope:floors:heat loss (W),
 building:all zones:envelope:floors:net flux (W),
 building:all zones:envelope:foundation:heat gain (W),
 building:all zones:envelope:foundation:heat loss (W),
 building:all zones:envelope:foundation:net flux (W),
 building:all zones:envelope:infiltration:heat gain (W),
 building:all zones:envelope:infiltration:heat loss (W),
 building:all zones:envelope:infiltration:net flux (W),
 building:all zones:envelope:walls:heat gain (W),
 building:all zones:envelope:walls:heat loss (W),
 building:all zones:envelope:walls:net flux (W),
 building:all zones:envelope:windows:heat gain (W),
 building:all zones:envelope:windows:heat loss (W),
 building:all zones:envelope:windows:net flux (W),
 building:all zones:insolation:adverse (W),
 building:all zones:insolation:total (W),
 building:all zones:insolation:useful (W),
 building:all zones:internal gains:adverse (W),
 building:all zones:internal gains:total (W),
 building:all zones:internal gains:useful (W),
 building:all zones:supplied energy:cooling (W),
 building:all zones:supplied energy:heating (W),
 building:all zones:supplied energy:net flux (W),
 building:all zones:thermal loads:cooling:total (W),
 building:all zones:thermal loads:heating:total (W),
 building:all zones:thermal loads:net (W),
 building:day:future (day), building:day:present (days),
 building:day number:future (day), building:day number:present (days),
 building:hour:future (hours), building:hour:present (hours),
 building:month (-), building:time:future (hours),
 building:time:present (hours), building:time step (-),
 building:zone 01:air point:relative humidity (%),
 building:zone 01:air point:temperature (oC),
 building:zone 01:envelope:all components:heat gain (W),
 building:zone 01:envelope:all components:heat loss (W),
 building:zone 01:envelope:all components:net flux (W),
 building:zone 01:envelope:ceilings:heat gain (W),
 building:zone 01:envelope:ceilings:heat loss (W),
 building:zone 01:envelope:ceilings:net flux (W),
 building:zone 01:envelope:floors:heat gain (W),
 building:zone 01:envelope:floors:heat loss (W),
 building:zone 01:envelope:floors:net flux (W),
 building:zone 01:envelope:foundation:heat gain (W),
 building:zone 01:envelope:foundation:heat loss (W),
 building:zone 01:envelope:foundation:net flux (W),
 building:zone 01:envelope:infiltration:air changes per hour (ACH),
 building:zone 01:envelope:infiltration:heat gain (W),
 building:zone 01:envelope:infiltration:heat loss (W),
 building:zone 01:envelope:infiltration:net flux (W),
 building:zone 01:envelope:walls:heat gain (W),
 building:zone 01:envelope:walls:heat loss (W),
 building:zone 01:envelope:walls:net flux (W),
 building:zone 01:envelope:windows:heat gain (W),
 building:zone 01:envelope:windows:heat loss (W),
 building:zone 01:envelope:windows:net flux (W),
 building:zone 01:insolation:adverse (W),

```

building:zone 01:insolation:total (W),
building:zone 01:insolation:useful (W),
building:zone 01:internal gains:adverse (W),
building:zone 01:internal gains:total (W),
building:zone 01:internal gains:useful (W),
building:zone 01:supplied energy:cooling (W),
building:zone 01:supplied energy:cooling Perm2 (W/m2),
building:zone 01:supplied energy:heating (W),
building:zone 01:supplied energy:heating Perm2 (W/m2),
building:zone 01:supplied energy:net (W),
building:zone 01:supplied energy:net Perm2 (W/m2),
building:zone 01:surface 01:HcE (W/(m2 K)),
building:zone 01:surface 01:HcI (W/(m2 K)),
building:zone 01:surface 01:heat flux:above grade:net (W),
building:zone 01:surface 01:heat flux:radiation:shortwave (W),
building:zone 01:surface 01:heat flux:radiation:shortwave:unit area (W/m2),
building:zone 01:surface 01:plant containment flux (W),
building:zone 01:surface 01:temperature (oC),
building:zone 01:thermal loads:cooling:total (W),
building:zone 01:thermal loads:cooling:total Perm2 (W/m2),
building:zone 01:thermal loads:heating:total (W),
building:zone 01:thermal loads:heating:total Perm2 (W/m2),
building:zone 01:thermal loads:net load (W),
building:zone 01:thermal loads:net load Perm2 (W/m2),
building:zone 02:air point:relative humidity (%),
building:zone 02:air point:temperature (oC),
building:zone 02:envelope:all components:heat gain (W),
building:zone 02:envelope:all components:heat loss (W),
building:zone 02:envelope:all components:net flux (W),
... (for remaining zones in the model)

0.20000000, 0.0000000, 0.0000000, 139.71202, 0.0000000, 39.904453,
... (for the remaining dozens of columns of data)

```

Figura 9.16: Frammenti del file di output corrispondente csv

```

grep -ni air_point out.dictionary
181:building/zone_01/air_point/relative_humidity:
185:building/zone_01/air_point/temperature:
737:building/zone_02/air_point/relative_humidity:
741:building/zone_02/air_point/temperature:
1293:building/zone_03/air_point/relative_humidity:
1297:building/zone_03/air_point/temperature:

```

Figura 9.17: Ricerca di pattern in out.dictionary

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<configuration>
  <apply_style_sheet>true</apply_style_sheet>
  <dump_all_data>false</dump_all_data>
  <enable_xml_wildcards>true</enable_xml_wildcards>
  <hierarchy>flat</hierarchy>
  <link_style_sheet>true</link_style_sheet>
  <output_dictionary>true</output_dictionary>
  <report_startup_period_data>false</report_startup_period_data>
  <save_to_disk>false</save_to_disk>
  <time_step_averaging>false</time_step_averaging>
  <style_sheet>generic_summary.xsl</style_sheet>
  <transform_destination_file>summary_out.csv</transform_destination_file>
  <step_variable>building/day/*</step_variable>
  <step_variable>building/time/*</step_variable>
  <step_variable>building/zone_*/air_point/temperature</step_variable>
</configuration>

```

Figura 9.18: File input.xml con *wild cards* e focalizzazione sulla temperatura dell'aria nelle zone.

```
building:day:future (day), building:day:present (days), building:time:future (hours),
  building:time:present (hours), building:zone 01:air point:temperature (oC),
  building:zone 02:air point:temperature (oC), building:zone 03:air point:temperature
(oC),
37.020832, 37.000000, 0.50000000, 24.000000, 14.642880, 14.654573, 19.864250,
37.041668, 37.020832, 1.0000000, 0.50000000, 14.468969, 14.481015, 19.701271,
37.062500, 37.041668, 1.5000000, 1.0000000, 15.000001, 15.000000, 19.546917,
37.083332, 37.062500, 2.0000000, 1.5000000, 14.999999, 15.000001, 19.402882,
37.104168, 37.083332, 2.5000000, 2.0000000, 15.000000, 15.000000, 19.276993,
37.125000, 37.104168, 3.0000000, 2.5000000, 15.000000, 15.000000, 19.168110,
37.145832, 37.125000, 3.5000000, 3.0000000, 15.000000, 15.000001, 19.065680,
37.166668, 37.145832, 4.0000000, 3.5000000, 15.000000, 15.000000, 18.966738,
37.187500, 37.166668, 4.5000000, 4.0000000, 15.000000, 15.000000, 18.871716,
37.208332, 37.187500, 5.0000000, 4.5000000, 14.999999, 14.999999, 18.780247,
. . .
```

Figura 9.19: File out.csv focalizzato sulla temperatura dell'aria nelle zone

9.4 Interazione dell'utente con i file XML

Differentemente dalla definizione della rappresentazione integrata delle prestazioni (Integrated Performance View - IPV) definita nel *Project Manager*, il setup per il rapporto H3K è nel menu di apertura del simulatore stesso, che è visibile dopo che il modello è stato caricato (vedi figure 9.20 e 9.21).

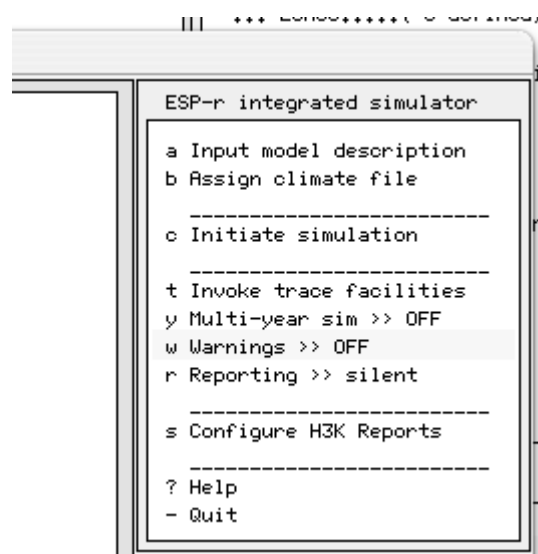


Figura 9.20: Setup del rapporto H3K.

Seleziona “*enable H3K reports*” e ti verrà presentato un elenco di opzioni.

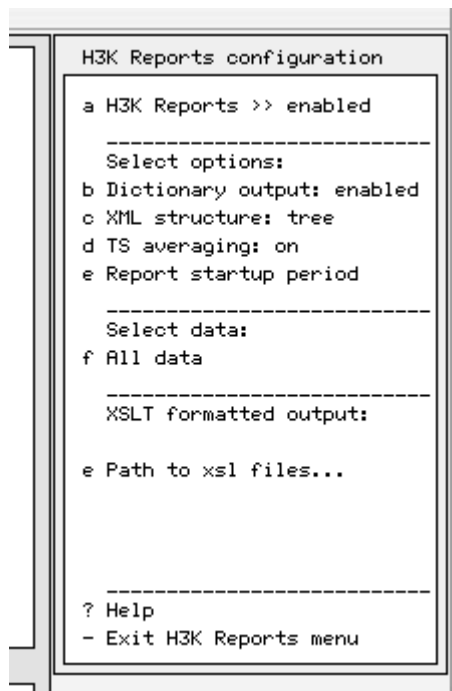


Figura 9.21: Opzioni relative al rapporto H3K.

Il file iniziale `input.xml`, ottenuto dopo che si selezionino di abilitare i rapporti H3K e si selezionino una struttura ad albero per il rapporto XML e si abiliti la media tra time-step, è mostrato sotto. L'elenco mostrato in figura 9.22 non specifica quali dati includere nel rapporto. E' richiesta una modifica del file da parte dell'utente.

Una volta che *dictionary output* sia stato abilitato nell'interfaccia, la prossima volta che si effettui una simulazione con quel modello, verranno creati un file "out.dictionary" e un file "out.xml". "out.dictionary" è un aiuto per gli utenti e "out.xml" è usato dal motore di simulazione.

Il rapporto H3K (livello di salvataggio 5) consente un certo numero di output predefiniti da un formato di sunto generico e da un sunto generico in formato html a uno specifico formato H3K o a un file in formato csv.

Nella cartella xsl della distribuzione di ESP-r si trovano:

- `fc_stylesheet.xsl` – un modello di esempio per cellule combustibili (fuel cells);
- `generic_summary.xsl` – un rapporto mensile tipico;
- `generic_summary_html.xsl` – un rapporto mensile tipico in formato xsl;
- `h3k.xsl` – un file prototipo per l'uso in progetti H3K;
- `h3k_csv.xsl` – un file prototipo per rapporti csv su progetti H3K;

`h3k-pretty-print.xsl` – un output html per l'utilizzo con H3K.

Una volta che avrai specificato il percorso completo alla cartella, l'interfaccia cambierà e includerà opzioni di formattazione specifiche del tipo XSLT, come in figura 9.23.

```
input.xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<configuration>
  <apply_style_sheet>false</apply_style_sheet>
  <dump_all_data>false</dump_all_data>
  <enable_xml_wildcards>false</enable_xml_wildcards>
  <hierarchy>tree</hierarchy>
  <link_style_sheet>false</link_style_sheet>
  <output_dictionary>true</output_dictionary>
```



```

<report_startup_period_data>false</report_startup_period_data>
<save_to_disk>false</save_to_disk>
<time_step_averaging>true</time_step_averaging>
</configuration>

```

Figure 9.22: File input.xml iniziale con niente da scrivere.

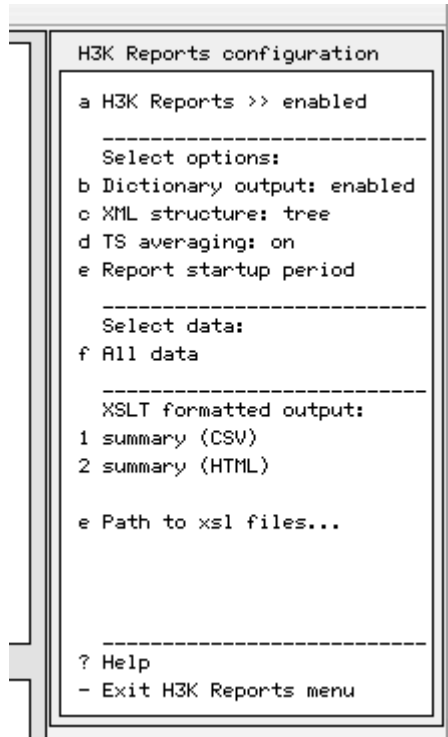


Figure 9.23: Opzioni XSLT relative ai rapporti H3K.

Dopo avere selezionato, per esempio, il foglio di stile “generic_summary_html.xml”, il file “input.xml” viene espanso (vedi sotto):

```

. . .
<style_sheet>generic_summary_html.xml
</style_sheet>
<transform_destination_file>results.html
</transform_destination_file>
</configuration>

```

Un tipico output html apparirebbe come in figura 9.24 (ma tipicamente includerebbe più dati mensili).

Se torni al menu del simulatore *SIMUL*, porti il livello di salvataggio a 5 (output H3K) ed effettui una simulazione, otterrai un file <model_root_name>.h3k. Se passi a un livello di salvataggio 6 e hai un file input.xml nella cartella del tuo modello, otterrai un file out.xml e un file out.csv e un file <model_root_name>.txt.

Avendo discusso il processo di messa a punto di una simulazione per registrare ciò che vogliamo, il capitolo seguente si focalizzerà sul come fare uso dell’informazione registrata per capire come un progetto funziona e a quali prestazioni dà luogo.

Metrics	Units		Feb	Annual Total
Building/Ground Reflectivity	dimensionless	(Min.)	0.200	0.200
	dimensionless	(Max.)	0.200	0.200
	dimensionless	(Avg.)	0.200	0.200
Climate/SnowDepth	cm	(Min.)	0.000	0.000
	cm	(Max.)	0.000	0.000
	cm	(Avg.)	0.000	0.000
building/all_zones/energy_balance/net	(W)	(Min.)	-0.000	-0.000
	(W)	(Max.)	4230.015	4230.015
	(W)	(Avg.)	111.371	111.371
building/all_zones/envelope/all_components/heat_loss	(W)	(Min.)	0.000	0.000
	(W)	(Max.)	2487.160	2487.160
	(W)	(Avg.)	847.767	847.767
building/all_zones/envelope/all_components/net_flux	(W)	(Min.)	0.000	0.000
	(W)	(Max.)	0.000	0.000
	(W)	(Avg.)	0.000	0.000
building/all_zones/envelope/ceilings/heat_gain	(W)	(Min.)	0.000	0.000

Figura 9.24 Output HTML basato su fogli di stile XSLT.

COMPRENDERE LE PREVISIONI PRESTAZIONALI

10 Comprendere le previsioni prestazionali

Man mano che i seminari dedicati ad ESP-r si sono evoluti negli anni, è emerso un pattern. Che consiste nel fatto che i partecipanti spendono nell'analizzare le performance del modello che hanno creato quasi la stessa quantità di tempo che hanno impiegato nel creare il modello. Questo stesso pattern si ritrova anche nell'operato dei gruppi di simulazione che forniscono informazioni che superano le aspettative del cliente. Comprendere le previsioni delle performance è critico per accertare che la semantica del modello sia corretta.

Essenzialmente, noi investiamo il nostro tempo e la nostra energia nella creazione di modelli allo scopo di arrivare al punto in cui siamo in grado di esplorare le temperature e i flussi che sono stati generati dal motore di simulazione. Migliori sono le nostre capacità di identificare i pattern e cercare all'interno della catena delle dipendenze termofisiche nel nostro mondo virtuale, meglio riusciamo a raggiungere quel punto - AH! - dove possiamo spiegare a qualcun altro una buona storia su quello che abbiamo trovato.

ESP-r differisce da altri modelli di simulazione per il fatto che esso registra lo stato del modello a ciascun time-step in uno o più file ad accesso causale (dipendentemente dal numero di domini di analisi processati dal motore di simulazione). Alcuni chiamerebbero questi file ad accesso causale "database". La suite ESP-r include un modulo "*res*" che è in grado di recuperare i valori dello stato termofisico da questi database e presentarli in una forma grafica, statistica e tabulare.

Altri strumenti di simulazione tendono a scrivere dati preselezionati di performance e ad affidarsi a strumenti prodotti da terze parti per vagliare, processare e rappresentare tale informazione. Ci sono vantaggi e svantaggi negli approcci seguiti da differenti suite di simulazione.

La differenza essenziale è di filosofia. In un caso, dai direttive al motore di simulazione su quali tipi di dati deve usare e sulla loro collocazione prima di lanciare la simulazione, e nell'altro caso le istruzioni dell'utente sono essenzialmente rimandate fino al punto dell'estrazione dei dati.

Rischio: se il motore di simulazione registra solo ciò che tu gli dici di registrare, può succedere che non vengano identificate conseguenze od opportunità non previste.

Rischio: i dati relativi alle prestazioni necessarie per una chiarificazione possono non essere disponibili e possono richiedere che vengano modificate le istruzioni di salvataggio e che si effettui nuovamente la simulazione.

Vantaggio: per rapporti standard e nei casi in cui tu sappia già cosa vuoi misurare, le istruzioni dell'utente e gli strumenti di terze parti possono essere più efficienti.

10.1 Il modulo “res”

“res” è uno strumento per l’esplorazione interattiva di un archivio ricco di dati. Esso consente agli utenti di creare informazioni dedicate e visualizzarle in differenti formati, effettuare operazioni statistiche sui dati o filtrarli in vari modi. Tali funzioni sono usate dai praticanti per rispondere a domande specifiche e per esplorare dipendenze all’interno del modello.

Poiché il display dei grafici, delle tavole e dei dati tabulari è ottimizzato per un lavoro interattivo, esso tende a non avere una risoluzione adatta ai rapporti di presentazione; e il tipico approccio seguito è in questo caso di esportare i dati rilevanti in un formato che possa essere processato da applicazioni di terze parti.

Il numero di scelte nel modulo *res* è esteso; quindi, una rassegna della gerarchia dei menu è il primo passo per padroneggiare questo strumento. Le opzioni di scelta al livello superiore sono elencate in figura 10.1.

```
results analysis:
 1 Select result file
 2 Select result set
 3 Define output period
 4 Select zones
   -----
a Graphs
c Time-step reports
d Enquire about
e Plant results
f Indoor env. quality
g Electrical results
h CFD
i Sensitivity
j IPV
   -----
r Report >> silent
* Preferences
? Help
- Quit
```

Figura 10.1: Scelte al livello superiore del modulo *res*.

Se chiedi una analisi dei risultati nel *Project manager*, all’applicazione *res* verrà passato il nome del file dei risultati relativo alla zona. Avrai poi l’opzione di nominare un nome di file differente dall’interno dell’applicazione o di lanciare il modulo *res* con una linea di comando con l’opzione di un file di risultati specifico.

Un file di risultati relativo a una zona può contenere i dati relativi alle prestazioni riferite a più di un periodo (per esempio, a una settimana invernale e a una settimana estiva). Se vi è incluso più di un insieme di risultati, *res* deve essere informato su quale utilizzare (opzione 2 in figura 10.1).

Si noti che i file dei risultati relativi ai flussi e ai sistemi possono contenere solo un singolo periodo.

Molti utenti preferiscono separare i file dei risultati per periodi differenti (questo è anche il pattern usato dall’IPV per le valutazioni stagionali: ciascuna stagione riceve un nome di file unico).

Molti dei menu in *res* includono un'opzione per definire il periodo di output che può andare dall'intero periodo di valutazione, a giorni selezionati.

Le scelte primarie per vedere l'informazione sulle prestazioni sono le seguenti:

- *graphs*;
- *time-step reports*;
- *enquire about* (vedi sezione 10.1.1).

L'opzione di scelta *Plant results* apre un file di risultati separato, mentre l'opzione *Electrical results* apre e legge un file di previsione dell'elettricità, e l'opzione *CFD* apre e legge un file specifico relativo al dominio CFD.

L'opzione *IPV* tipicamente non è selezionata dagli utenti perché la funzione *Integrated Performance View* è controllata attraverso il *Project manager* con una riga di comando, quando è invocato *res*.

10.1.1 Menu “Enquire about”

Nella struttura del menu “*Enquire about*” (letteralmente: “chiedi informazioni a proposito di”, NdT) mostrata nella figura 10.2, si trovano varie classi di rapporto statistico.

```
Enquire about:
 2 select result set
 3 define output period
 4 select zones
  -----
 a summary statistics
 b frequency table
  -----
 c hours above a value
 d hours below a value
  -----
 f energy delivered
 g casual gains distrib
 h zone energy balance
 i surface energy balnc
 j surface condensation
 k intrstl condensation
  -----
 l monthly gains/losses
 m monthly temp. stats
  -----
> output >> screen
^ delim >> normal
? help
- exit
```

Figura 10.2: Scelte del menu “Enquire about”

I differenti indicatori di prestazione che sono disponibili nelle statistiche riassuntive possono essere osservati nelle scelte rappresentate in figura 10.3.

```
Summary statistics:
 2 Result set
 3 Display period
 4 Select zones
  -----
 a Climate
 b Temperatures
 c Comfort metrics
```

```

d Solar processes
-----
f Zone flux
g Surface flux
h Heat/cool/humidify
i Zone RH
j Casual gains
k Electrical demand
-----
m Renewables/adv. comp.
n Network air/wtr flow
o CFD metrics
p Measured:temporal
-----
> Display to >> screen
& Data: as values
+ Filter >> none
* Time >> 10h30
^ Delim >> normal
? Help
- Exit

```

Figura 10.3: Scelte relativi alle statistiche riassuntive

I rapporti statistici riassuntivi (“summary statistics reports”, NdT) prendono la forma mostrata in figura 10.4.

Vi sono riportati i valori estremi raggiunti e l’ora e la data in cui essi si sono verificati, assieme alla deviazione media e alla deviazione standard per ciascuna voce. L’ultima linea nel rapporto è per il picco complessivo e la media.

L’ora in cui le varie temperature significative si verificano è una parte molto importante del rapporto. Per esempio, è probabile che un picco di temperatura di 27 °C durante le ore di occupazione delle stanze causi preoccupazioni più grandi di un picco che si verifichi alle 23h00.

```

Lib: cellular_bcwin.res: Results for cellular_bc
Period: Mon-09-Jan@00h15(1967) to Sun-15-Jan@23h45 : sim@30m, output@30m
Zone db temperature (degC)

```

Description	Maximum		Minimum		MeanStandard	
	value	occurrence	value	occurrence	value	deviation
manager_a	23.979	14-Jan@14h15	10.000	09-Jan@00h15	16.598	2.6780
manager_b	23.979	14-Jan@14h15	10.000	09-Jan@00h15	16.598	2.6781
corridor	24.004	14-Jan@17h15	13.981	09-Jan@00h45	19.639	2.0037
All	24.004	--	10.000	--	17.612	--

Figure 10.4: Tipico rapporto statistico riassuntivo

Le sottosezioni del rapporto statistico riassuntivo si vedono in figura 10.5.

```

Climate choices::
a Ambient temperature
b Solar Dir N
c Solar diffuse
d Wind speed
e Wind direction
f Ambient RH
g Sky illumunance

? help
- exit this menu

```

```

Temperature choices::
a Zone db T
b Zone db T - ambient db T
c Zone db T - other zone db T
d Zone control point T
e Zone Resultant T
f Mean Radiant T (area wtd)
g Mean Radiant T (at sensor)
h Dew point T
i Surf inside face T
j Surf T - dewpoint T
k Surf outside face T
l Surf node T

? help
- exit this menu

Comfort choices::
a Predicted Mean Vote (PMV)
b PMV using SET
c Percentage Dissatisfied (PPD)
d Local delta T head-foot
e Dissatisfied due to floor T
f Diss. warm/ cool ceiling
g Diss. wall rad T asymmetry

? help
- exit this menu

Select a solar flux metric
Solar choices::
a Solar entering from outside
b Solar entering from adj
c Solar absorbed in zone

? help
- exit this menu

```

Figura 10.5: Clima, temperatura, comfort e scelte solari

Alcune di queste corrispondono direttamente ai tipi di dati trattati nella sezione 9.2, e altri, come *Zone db T⁷ - ambient db T* e *Predicted Mean Vote (PMV)*, sono valori derivati.

La seconda sezione del menu *summary statistics* include *zone flux* e *surface flux* e queste si espandono alle parti costituenti della zona e del bilancio energetico delle superfici che sono state registrati nel file di dati (figura 10.6):

```

Zone flux options::
a Infiltration (from outside)
b Ventilation (adj zones)
c Occupant casual gains (R+C)
d Lighting casual gains (R+C)
e Small power casual gains (R+C)
f Controlled casual gains (R+C)
g Opaq surf conv @extrn
h Opaq surf conv @partns
i Tran surf conv @extrn
j Tran surf conv @partns
k Total surface conv

```

⁷ db T, cioè *dry bulb temperature*, temperatura dell'aria a bulbo secco. NdT.

```

? help
- exit this menu

Surface fluxes:
a conduction (inside)
b convection (inside)
c LW radiation (inside)
d SW radiation (inside)
e radiant casual occup
f radiant casual light
g radiant casual equip
h contrld casual gains
i heat storage (inside)
j plant inj/extr (inside)
k conduction (other face)
l convection (other face)
m long wave > buildings
n long wave > sky
o long wave > ground
p SW rad abs (other fc)
q SW rad incid (other fc)
r heat storage (other fc)
0 Page part: 1 of 2
< index select
? help
- exit this menu

```

Figura 10.6: Scelte di bilancio energetico relative alle zone e alle superfici.

I flussi energetici relativi al bilancio delle zone e delle superfici complementano il rapporto sul bilancio energetico completo relativo alle zone e alle superfici (vedi sezione 10.1.4) e possono essere utilizzate per riconoscere il verificarsi di estremi.

10.1.2 Rapporto sui sistemi ambientali

Ci sono vari tipi di approccio per definire i sistemi ambientali in ESP-r – come controlli ideali o come componenti di sistema dettagliati. Se vuoi vedere nel modulo di analisi dei risultati i carichi dei sistemi ambientali potresti utilizzare l'opzione *Heat/cool/humidify*. Se hai utilizzato dei componenti dettagliati, allora nel rapporto sugli impianti saranno disponibili delle informazioni aggiuntive. Le scelte correnti sono mostrate in figura 10.7.

```

Load choices::
a Sensible heating load
b Sensible cooling load
c Dehumidification load
d Humidification load
e All sensible loads
f All latent loads
g All Sensible + latent load

? help
- exit this menu

```

Figura 10.7 Opzioni Heat / Cool / Humidify.

E' possibile ottenere rapporti separati per riscaldamento e raffrescamento, o aggregati.

Benché non si abbia un controllore per ciascuna zona per fornire riscaldamento e raffrescamento contemporaneamente, nello stesso time-step potrebbe esserci riscaldamento in una zona e raffrescamento in un'altra in un certo momento nel tempo. I carichi latenti saranno riportati se tu avrai specificato un controllo per l'umidità, altrimenti saranno zero.

10.1.3 Guadagni gratuiti

Il rapporto relativo ai guadagni gratuiti (*casual gains*, NdT) nelle zone prende molte forme, perché i guadagni gratuiti sono costituiti da componenti sensibili e latenti, così come da frazioni convettive e radiative sui guadagni sensibili. Ci sono (attualmente) tre tipi di guadagni gratuiti che possono essere monitorati per ciascuna zona. L'elenco della selezione è mostrato nella figura 10.8.

```
Casual sensible and latent:
a all sensible (conv+rad)
b all sensible convective
c all sensible radiant
d all latent
e occupant (conv+rad)
f occupant convective
g occupant radiant
h occupant latent
i lighting (conv+rad)
j lighting convective
k lighting radiant
l lighting latent
m equipment (conv+rad)
n equipment convective
o equipment radiant
p equipment latent
q controlled fraction
r controlled (conv+rad)
0 Page part: 1 of 2
< index select
? help
- exit this menu
```

Figure 10.8 Opzioni relative ai guadagni gratuiti.

Attualmente è possibile applicare controlli ai guadagni gratuiti, definendo un regime di illuminazione i cui dettagli sono custoditi nel file di controllo dei guadagni casuali. Si suppone che la frazione di controllo corrisponda all'output relativo al regime di controllo delle luci.

10.1.4 Bilanci energetici relativi alle zone

ESP-r fornisce una potente funzionalità di analisi consistente in un rapporto sul bilancio energetico dei nodi nella rete di flusso dell'aria, così come attraverso un rapporto del bilancio energetico relativo alle zone. Se è selezionato il livello di salvataggio 4, per ciascun time-step nel periodo di simulazione considerato sono registrati i percorsi di flusso individuali che formano il bilancio energetico dei nodi della rete attraverso cui sono modellati i flussi d'aria. Un tipico rapporto è mostrato in figura 10.9.

Si noti la riga TOTALS, che dà informazioni sulla somma di tutti i guadagni e di tutte le perdite e che dovrebbero corrispondersi a vicenda in modo preciso (con una precisione nell'ordine del Whr) se il modello è costruito in modo corretto.

Zone energy balance (kWhrs) for manager_b

	Gain	Loss
Infiltration air load	0.000	-10.600
Ventilation air load	0.000	0.000
Uncontr'd casual Occupt	2.430	0.000
Uncontr'd casual Lights	0.000	0.000
Uncontr'd casual Equipt	0.000	0.000
Thermal bridge (linear)	0.000	0.000
Storage at air point	0.616	-0.627
Opaque surf convec: ext	0.106	-1.406
Opaque surf convec: ptn	4.285	-8.522
Transp surf convec: ext	0.001	-10.344
Transp surf convec: ptn	1.132	-0.471
Convec portion of plant	23.411	-0.011
Totals	31.981	-31.981

Figura 10.9: Bilancio energetico relativo a una zona.

Un bilancio energetico (dal punto di vista del nodo d'aria relativo alla zona) relativo al flusso in entrata e in uscita dovrebbe essere bilanciato ad ogni time-step della simulazione. Il rapporto è una integrazione di ciascuno dei tipi di flusso di cui sopra nel periodo di valutazione.

Un flusso è positivo se aggiunge calore al nodo d'aria di una zona ed è negativo se lo sottrae.

Per esempio, se superfici esterne opache risultano sempre più fredde della temperatura della zona, il rapporto includerà perdite dalle superfici interne. I dettagli dei percorsi di flussi sono:

- I carichi determinati dalle infiltrazioni d'aria (in kWhr) causati dal movimento d'aria tra l'aria esterna e la zona. Un rapporto integrato comprenderà spesso sia guadagni, sia perdite. Si noti che l'aria che lascia la stanza e arriva all'esterno non è calcolata nel bilancio energetico della zona. Non vi è bilancio energetico riportato per l'ambiente esterno.

- Il carico termico per ventilazione è costituito dal guadagno o dalla dispersione (in kWhr) causati dal movimento d'aria da altre zone del modello alla stanza. L'aria che lascia una zona per un'altra zona è riportata nel bilancio energetico dell'altra zona.

- I guadagni convettivi ad opera degli occupanti, delle luci e delle piccole attrezzature sono riportati separatamente nel rapporto relativo al bilancio energetico delle zone. La componente radiante è riportata separatamente nel rapporto relativo al bilancio energetico delle superfici.

- I ponti termici lineari definiti per le zone sono parti del bilancio energetico delle zone stesse.

Benché gli utenti siano in grado di definire un certo numero di ponti termici lineari, nel rapporto sono riportati i guadagni e le perdite aggregate (in kWhr).

- Poiché la temperatura iniziale e finale dell'aria nel periodo di valutazione può essere differente, il bilancio energetico include un termine per l'accumulo al nodo d'aria.

- La convezione in corrispondenza della faccia interna delle superfici di una zona può dare luogo a percorsi di flusso significativi, che sono riportati su quattro linee distinte – convezione in corrispondenza delle superfici opache aventi la condizione al contorno (*boundary condition*, NdT) di superfici esterne, superfici opache aventi ogni altra (OTHER) condizione al contorno (terreno, simile, partizione, costante, basesimp), superfici trasparenti aventi condizione “ambiente” al contorno e superfici trasparenti aventi ogni altra condizione al contorno.

Gli esperti che ragionino su come migliorare le prestazioni di un progetto osserveranno spesso il bilancio energetico per cogliere degli indizi. Per esempio, per ridurre i fabbisogni per il

riscaldamento in caso di tempo freddo cercheranno di capire dove e quando avvengono le dispersioni maggiori e si focalizzeranno sui maggiori guadagni nei momenti di bel tempo. Nel rapporto riportato sopra, le dispersioni per infiltrazione e per convezione dalle superfici trasparenti rivolte verso l'esterno sono quasi equivalenti. E' meno costoso rendere la facciata più a tenuta d'aria o mettere in campo finestre caratterizzate da prestazioni più elevate? Il bilancio energetico rende molto chiaro che miglioramenti nella parte opaca dell'involucro influirebbero molto poco sul fabbisogno per il riscaldamento.

10.1.5 Bilanci energetici relativi alle superfici

Un bilancio energetico relativo alle superfici (vedi figura 10.10) mette in rapporto i flussi termici costituenti guadagni e quelli costituenti dispersioni in corrispondenza della faccia interna delle superfici. Per superfici che abbiano una condizione al contorno esterna, è riportato anche il bilancio energetico relativo alla faccia opposta.

Il bilancio del flusso energetico in entrata e in uscita attraverso una superficie dovrebbe essere bilanciato ad ogni time-step della simulazione.

Il rapporto è costituito da una integrazione di ciascuno di questi tipi di flusso nel periodo della valutazione.

Un flusso è positivo se aggiunge calore alla superficie e negativo se lo sottrae. Per esempio, se le superfici esterne opache risultano sempre più fredde della temperatura dell'aria, il bilancio energetico relativo alla superficie stessa indicherà guadagni in corrispondenza della faccia interna.

Il bilancio relativo alle superfici include:

- conduzione (calore che si muove all'interno delle parti di costruzione) in un punto appena inferiore al piano di superficie (a metà tra il piano di superficie e il nodo successivo),
- convezione (trasferimento di calore all'aria) in corrispondenza della faccia,
- scambio radiativo a onde lunghe (infrarosso lontano, NdT) con le altre superfici nella stanza,
- scambio radiativo a onde lunghe tra edifici e terreno e cielo (se la superficie è rivolta verso l'interno),
- parte radiante dei guadagni gratuiti derivanti da occupanti/ illuminazione/ carichi da piccole apparecchiature,
- calore accumulato nella costruzione (con la stessa proporzione di scambio radiante di ogni altro sistema ambientale associato con la zona). C'è una riga TOTALs che riporta la somma di tutte le dispersioni e guadagni, che, se il modello è corretto, dovrebbero bilanciarsi l'una con l'altra.

Causal energy breakdown (Whrs) for part_glaz (10) in manager_a (1)
Surface is trnsp., area= 4.48m^2 & connects to surface 9 in zone 3

		Facing manager_a	
		Gain	Loss
Conductive flux		4985.42	-59.43
Convective flux		470.62	-1132.32
Long-wave rad int	46.10	-4502.90	
LW rad ext >bldg		--	--
LW rad ext >sky		--	--
LW rad ext >grnd		--	--
Shortwave rad.		59.00	0.00
Occupt casual gn		141.12	0.00
Lights casual gn		0.00	0.00
Equipt casual gn		0.00	0.00

Controlled casual	0.00	0.00
Heat stored	145.79	-153.39
Plant	0.00	0.00
Totals	5848.05	-5848.04

Per superfici rivolte verso l'esterno il bilancio energetico è il seguente:

Period: Mon-09-Jan@00h15 to Sun-15-Jan@23h45(1967) : sim@30m, output@30m

Causal energy breakdown (Whrs) for spandrel (7) in manager_a (1)

Surface is opaque MLC, area= 2.70m² & connects to the outside

	Facing manager_a		Facing outside	
	Gain	Loss	Gain	Loss
Conductive flux	0.27	-2853.92	3198.10	-354.00
Convective flux	1054.75	-80.06	2033.87	-3531.10
Long-wave rad int	1395.28	-209.51	--	--
LW rad ext >bldg	--	--	342.02	-87.26
LW rad ext >sky	--	--	0.00	-7315.40
LW rad ext >grnd	--	-- 6	0.73	-1209.33
Shortwave rad.	612.81	0.00	6872.32	0.00
Occupt casual gn	84.03	0.00	--	--
Lights casual gn	0.00	0.00	--	--
Equipt casual gn	0.00	0.00	--	--
Controlled casual	0.00	0.00	--	--
Heat stored	87.40	-90.71	194.55	-203.53
Plant	0.00	0.00	0.00	0.00
Totals	3234.53	-3234.20	12701.58	-12700.62

Figura 10.10: Rapporti sul bilancio energetico delle superfici.

Un esperto controllerebbe anche il bilancio energetico delle superfici per determinare quale cambiamento potrebbe essere appropriato. Nel caso di cui sopra, la dispersione primaria in corrispondenza del timpano è di tipo conduttivo, così c'è spazio per il miglioramento dei livelli di termoisolamento. La dispersione più grande attesa per il vetro della partizione interna è anch'essa conduttiva (gli scambi convettivi sono ridotti, a causa della bassa velocità dell'aria nella stanza).

10.1.6 Ore sopra e sotto determinati livelli di prestazione

Durante le sessioni di valutazione delle prestazioni è comune porsi domande del tipo "quanto spesso questa cosa è più calda di

X" o "quanto spesso la radiazione solare su quella superficie è superiore a Y Watts/m²". Per rispondere rapidamente a quelle domande per ciascuno degli indicatori di prestazione, i menu "Enquire about" hanno le opzioni "hours above" e "hours below" (ore al di sotto e ore al di sopra, NdT). Le opzioni di scelta sono mostrate nella figura 10.11.

Hrs above query point:

- 2 Result set
 - 3 Display period
 - 4 Select zones
-
- a Climate
 - b Temperatures
 - c Comfort metrics
 - d Solar processes

```

-----
f Zone flux
g Surface flux
h Heat/cool/humidify
i Zone RH
j Casual gains
k Electrical demand
-----
m Renewables/adv. comp.
n Network air/wtr flow
o CFD metrics
p Measured:temporal
-----
> Display to >> screen
& Data: as values
+ Filter >> none
* Time >> 10h30
^ Delim >> normal
? Help
- Exit

```

Figura 10.11: Opzione “hours above”

10.1.7 Energia fornita

Alcune domande legate alle prestazioni hanno a che fare con la capacità di svolgere delle funzioni, e queste sono tipicamente coperte nel rapporto statistico sintetico.

Se la domanda sulle prestazioni è quanto spesso il riscaldamento o il raffrescamento si è reso necessario e quanti kWhr sono stati forniti durante il periodo di valutazione, ci sono altre opzioni possibili, come i rapporti *Energy delivered* reports (energia fornita – NdT: figura 10.12).

Ci sono vari elementi di interesse nel rapporto “energy delivered”. Per ciascuna zona alla fine del rapporto sono riportati i valori sensibili e totali. Il valore delle ore richieste può fornire evidenza che il sistema sia stato usato a bassa capacità per molte ore.

Un altro rapporto che include l’energia fornita è il rapporto “monthly gains and losses” (figura 10.13). Molti utenti lo scambiano per un rapporto sul bilancio energetico mensile, ma esso include solo un sottoinsieme delle informazioni incluse nel rapporto “zone energy balance”.

The energy delivered menu offers the following report:

Lib: cellular_bcwin.res: Results for cellular_bc

Period: Mon-09-Jan@00h15(1967) to Sun-15-Jan@23h45(1967) : sim@30m, output@30m

Zone total sensible and latent plant used (kWhrs)									
Zone id name	Sensible heating		Sensible cooling		Humidification		Dehumidification		
	Energy (kWhrs)	No. of Hr rqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr rqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr rqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr rqd	
1 manager_a	23.41	117.5	-0.01	1.0	0.00	0.0	0.00	0.0	
2 manager_b	23.41	117.5	-0.01	1.0	0.00	0.0	0.00	0.0	
3 coridor	1.95	22.0	-0.04	3.5	0.00	0.0	0.00	0.0	
All	48.78	257.0	-0.07	5.5	0.00	0.0	0.00	0.0	

Figura 10.12: Rapporto sull’energia fornita.

Lib: cellular_bcwin.res: Results for cellular_bc

Period: Mon-09-Jan@00h15(1967) to Sun-15-Jan@23h45(1967) : sim@30m, output@30m

Monthly selection of gains & losses (to nearest 100Wh).

Zone	Period	Transp surf		Opaque surfs		Casual Gain		Infil	Vent	Plant	Solar radiation			
		in	out	other	extern	other	conv radnt				Heat	Cool	absor	entering
		facng	facng	facing	facing								inside	zone
manager_a	Jan	-39.	4.	-4.	-4.	11.	11.	-42.	0.	80.	-5.	52.	59.	
	Feb	-29.	6.	0.	28.	10.	10.	-38.	0.	38.	-16.	96.	109.	
	Mar	-22.	11.	8.	93.	11.	11.	-44.	0.	13.	-69.	210.	240.	

manager_b	Apr	-20.	9.	5.	69.	10.	10.	-41.	0.	12.	-45.	159.	181.
	May	-9.	12.	11.	116.	11.	11.	-38.	0.	1.	-105.	228.	259.
	Jun	2.	11.	12.	118.	11.	11.	-30.	0.	0.	-124.	208.	237.
	Jul	12.	11.	15.	139.	11.	11.	-20.	0.	0.	-169.	225.	256.
	Aug	8.	12.	15.	140.	11.	11.	-25.	0.	0.	-161.	233.	266.
	Sep	-11.	7.	5.	56.	11.	11.	-25.	0.	1.	-43.	117.	133.
	Oct	-17.	9.	5.	64.	11.	11.	-33.	0.	5.	-43.	141.	161.
	Nov	-30.	6.	-1.	16.	11.	11.	-39.	0.	50.	-12.	66.	76.
	Dec	-37.	5.	-3.	2.	11.	11.	-43.	0.	72.	-6.	50.	57.
	Jan	-39.	4.	-4.	-4.	11.	11.	-42.	0.	80.	-5.	52.	59.
	Feb	-29.	6.	0.	28.	10.	10.	-38.	0.	38.	-16.	96.	109.
	Mar	-22.	11.	8.	93.	11.	11.	-44.	0.	13.	-69.	210.	240.
coridor	Apr	-20.	9.	5.	69.	10.	10.	-41.	0.	12.	-45.	159.	181.
	May	-9.	12.	11.	116.	11.	11.	-38.	0.	1.	-105.	228.	259.
	Jun	2.	11.	12.	118.	11.	11.	-30.	0.	0.	-124.	208.	237.
	Jul	12.	11.	15.	139.	11.	11.	-20.	0.	0.	-169.	225.	256.
	Aug	8.	12.	15.	140.	11.	11.	-25.	0.	0.	-161.	233.	266.
	Sep	-11.	7.	5.	56.	11.	11.	-25.	0.	1.	-43.	117.	133.
	Oct	-17.	9.	5.	64.	11.	11.	-33.	0.	5.	-43.	141.	161.
	Nov	-30.	6.	-1.	16.	11.	11.	-39.	0.	50.	-12.	66.	76.
	Dec	-37.	5.	-3.	2.	11.	11.	-43.	0.	72.	-6.	50.	57.
	Jan	0.	-12.	0.	-25.	34.	34.	0.	0.	5.	-2.	7.	0.
	Feb	0.	-9.	0.	-15.	31.	31.	0.	0.	1.	-7.	13.	0.
	Mar	0.	-2.	0.	9.	34.	34.	0.	0.	0.	-41.	29.	0.
All zones	Apr	0.	-5.	0.	-1.	33.	33.	0.	0.	0.	-27.	22.	0.
	May	0.	4.	0.	27.	34.	34.	0.	0.	0.	-66.	32.	0.
	Jun	0.	7.	.	35.	33.	33.	0.	0.	0.	-75.	29.	0.
	Jul	0.	11.	0.	51.	34.	34.	0.	0.	0.	-96.	32.	0.
	Aug	0.	9.	0.	44.	34.	34.	0.	0.	0.	-88.	33.	0.
	Sep	0.	-2.	0.	6.	33.	33.	0.	0.	0.	-38.	16.	0.
	Oct	0.	-3.	0.	4.	34.	34.	0.	0.	0.	-35.	20.	0.
	Nov	0.	-11.	0.	-20.	33.	33.	0.	0.	2.	-4.	9.	0.
	Dec	0.	-12.	0.	-24.	34.	34.	0.	0.	3.	-2.	7.	0.
	Jan	-78.	-4.	-8.	-34.	55.	55.	-85.	0.	164.	-11.	111.	118.
	Feb	-57.	4.	1.	40.	50.	50.	-76.	0.	77.	-39.	205.	218.
	Mar	-44.	20.	15.	195.	56.	56.	-89.	0.	25.	-179.	450.	480.
Annual	Apr	-40.	14.	11.	137.	53.	53.	-81.	0.	25.	-118.	340.	361.
	May	-17.	27.	22.	260.	56.	56.	-76.	0.	3.	-275.	487.	518.
	Jun	4.	28.	25.	271.	54.	54.	-59.	0.	0.	-323.	446.	473.
	Jul	25.	34.	30.	330.	55.	55.	-40.	0.	0.	-433.	481.	512.
	Aug	16.	34.	29.	325.	56.	56.	-50.	0.	0.	-410.	498.	531.
	Sep	-21.	13.	9.	119.	54.	54.	-51.	0.	2.	-125.	250.	266.
	Oct	-33.	14.	10.	132.	55.	55.	-66.	0.	9.	-120.	302.	322.
	Nov	-60.	1.	-2.	12.	54.	54.	-78.	0.	101.	-28.	142.	151.
	Dec	-74.	-3.	-6.	-20.	55.	55.	-85.	0.	148.	-15.	107.	114.
	Annual	-381.	182.	135.	1766.	656.	656.	-836.	0.	554.	-2077.	3820.	4066.

Figura 10.13: Rapporto su guadagni e dispersioni mensili.

Il rapporto sui guadagni e sulle dispersioni mensili include le seguenti voci:

- scambio convettivo superficiale per superfici trasparenti rivolte verso l'esterno o verso qualcosa che non è l'esterno;
- scambio convettivo superficiale per superfici opache rivolte verso l'esterno o verso qualcosa che non è l'esterno;
- somma di tutti i guadagni sensibili convettivi;
- somma di tutti i guadagni sensibili radiativi;
- guadagni e dispersioni aggregati associati con infiltrazioni (aria dall'esterno, naturale o forzata);
- guadagni e dispersioni aggregati associati con la ventilazione (aria scambiata con altre zone, per ventilazione naturale o forzata);
- calore immesso nelle zone;
- calore estratto dalle zone, per raffrescamento;
- assorbimento solare operato da parte delle superfici nelle zone;
- radiazione solare entrante nelle zone dall'esterno.

10.1.8 Rapporti riguardanti la condensazione del vapore

Se conosciamo la temperatura, l'umidità e la temperatura delle superfici è possibile ottenere rapporti su quanto spesso si verificherebbe condensazione del vapore in una stanza.

Il rapporto non dice se la condensazione è una nebbiolina leggera o è abbastanza grande da causare la formazione di gocce d'acqua, ma semplicemente che esiste qualche forma di condensazione.

Ci sono varie opzioni per migliorare il rapporto. Prima di tutto, può essere utilizzata l'umidità presente nella stanza. Per valutazioni di sensibilità l'utente può anche nominare una umidità specifica e basare il rapporto su quella.

Il rapporto sulla condensazione prende due forme – un sunto che include il numero di ore in cui avviene condensazione per ciascuna superficie nella zona e un elenco dettagliato, organizzato per time-step, degli episodi in cui si verifica condensa per ciascuna superficie nella zona.

Queste sono mostrate in figura 10.14.

Surface condensation report (summary form):

Summary condensation report for: coridor

Surface	occurrences	hours
right	170	85.00
wall	167	83.50
left	170	85.00
ceiling	169	84.50
floor	168	84.00
door	325	162.50
ptn_corid	318	159.00
part_frame	273	136.50
part_glaz	324	162.00
part_frameb	278	139.00
door_b	325	162.50
ptn_coridb	318	159.00
part_glazb	324	162.00
filler	170	85.00
Total occurrences & hours in coridor 327 163.50		

If a time-step condensation listing is requested:

```
. . .
13h15 X X X X X X X X X X X X X X
13h45 X X X X X X X X X X X X X X
14h15 X X X X X X X X X X X X X X
14h45 X X X X X X X X X X X X X X
15h15 X X X X X X X X X X X X X X
15h45 X X X X X X X X X X X X X X
16h15 X X X X X X X X X X X X X X
16h45 X X X X X X X X X X X X X X
17h15 X X X X X X X X X X X X X X
17h45 X X X X X X X X X X X X X X
18h15 X X X X X X X X X X X X X X
18h45 X X X X X X X X X X X X X X
19h15 X X X X X X X X X X X X X X
19h45 X X X X X X X X X X X X X X
20h15 X X X X X X X X X X X X X X
20h45 . . . . . X X . X . X X X .
21h15 . . . . . X X . X . X X X .
21h45 . . . . . X X X X X X X X .
22h15 . . . . . X X . X X X X X .
22h45 . . . . . X X X X X X X X .
23h15 . . . . . X X X X X X X X .
23h45 . . . . . X X X X X X X X .
```

Surface occurrences hours

```

right 170 85.00
wall 167 83.50
left 170 85.00
ceiling 169 84.50
floor 168 84.00
door 325 162.50
ptn_corid 318 159.00
part_frame 273 136.50
part_glaz 324 162.00
part_frameb 278 139.00
door_b 325 162.50
ptn_coridb 318 159.00
part_glazb 324 162.00
filler 170 85.00
Total occurrences & hours in corridor 327 163.50

```

Figure 10.14 Rapporto sintetico e rapporto dettagliato sulla condensazione.

La condensazione all'interno delle parti di costruzione è anche una preoccupazione di alcune valutazioni.

Se è utilizzato il livello di salvataggio 3 (nel quale sono registrate le temperature ai nodi), è possibile rappresentare i profili di temperatura rispetto al tempo, così come identificare il punto di rugiada (vedi figura 10.15).

<< qui deve essere aggiunta una figura >>

Figura 10.15 Rapporto sulla condensazione interstiziale.

10.2 Rapporto sui time-step

I grafici sono adatti ad indicare dei pattern, ma non forniscono sufficiente risoluzione per determinare dei valori specifici in un momento specifico.

Per ciascun elemento che è soggetto a un rapporto statistico o potrebbe essere incluso in un grafico, c'è un'altra opzione per esaminare un indicatore di prestazione, o un insieme di indicatori definiti dall'utente time-step per time-step.

L'interfaccia per il rapporto basato su time-step è riportato in figura 10.16. L'opzione *performance metrics* dovrebbe risultarti familiare!

```

Tabular Output:
2 select result set
3 define period
4 select zones

-----
g performance metrics
h special material data
i network air/wtr flow

-----
formatting...
> output >> screen
* time >> 10h30
* labels >> multiline
^ delim >> normal
? help
- exit

Performance metrics:
2 Result set
3 Display period

```



```

4 Select zones
-----
a Climate
b Temperatures
c Comfort metrics
d Solar processes
-----
f Zone flux
g Surface flux
h Heat/cool/humidify
i Zone RH
j Casual gains
k Electrical demand
-----
m Renewables/adv. comp.
n Network air/wtr flow
o CFD metrics
p Measured:temporal
-----

> Display to >> screen
& Data: as values
+ Filter >> none
* Time >> 10h30
^ Delim >> normal
! List data
? Help
- Exit

```

Figura 10.16 Opzioni relative ai time-step.

Gli elenchi basati su time-step sono anche utili per esportare i dati in colonne separate da virgole o tabulazioni in file atti a essere processati in applicazioni di terze parti. In fondo al menu ci sono opzioni per redirigere l'output dallo schermo a un file denominato dall'utente. C'è anche un'opzione di scelta per scrivere la data in formato *10h30* o – frazione del giorno. Ci sono poi opzioni per ottenere delle etichette su una riga (per esempio, per l'uso in un foglio elettronico) e per cambiare i caratteri separatori da spazi a tabulazione o a virgole, così da rendere i file più facilmente accettabili da strumenti di terze parti.

L'elenco nella figura 10.17 ha il tempo nella prima colonna, la temperatura ambiente nella seconda colonna e le temperature risultanti di ciascuna zona nelle rimanenti colonne.

```

# Time-step performance metrics.
# Lib: cellular_bc_ann.res:
  Results for cellular_bc
# Period: Sun-15-Jan@00h15 to
  Mon-16-Jan@11h45(1967): sim@30m, output@30m
#Time AmbientdbTmp(degC) manager_aResT(degC)
  manager_bResT(degC) corridorResT(degC)
15.0104,3.15,15.27,15.26,19.85
15.0313,2.85,15.21,15.21,19.69
15.0521,2.70,15.05,15.05,19.54
15.0729,2.70,14.82,14.82,19.40
15.0938,2.70,14.66,14.66,19.27
15.1146,2.70,14.52,14.52,19.14
15.1354,2.58,14.35,14.35,19.01
15.1563,2.33,14.20,14.20,18.88
15.1771,2.20,14.05,14.05,18.75
15.1979,2.20,13.90,13.90,18.63
15.2188,2.20,13.76,13.76,18.50
15.2396,2.20,13.64,13.64,18.38
15.2604,2.20,13.51,13.51,18.26
15.2813,2.20,13.40,13.40,18.14

```

```

15.3021,2.20,13.29,13.29,18.02
15.3229,2.20,13.18,13.18,17.90
15.3438,2.20,13.09,13.09,18.15
15.3646,2.20,13.01,13.01,18.68
15.3854,2.20,12.97,12.97,18.85
15.4063,2.20,12.98,12.98,18.91
15.4271,2.05,13.03,13.03,19.03
. . .

```

Figura 10.17 Rapporti basati su time-step.

La funzione di elencazione dei time-step può, ovviamente, essere programmata per mezzo di *scripts*, così come ogni altro rapporto basato su testo, nel caso in cui si invochi il modulo di analisi dei risultati in modalità testo alla riga di comando (vedi sezione 17.1).

10.3 Rapporti grafici

ESP-r offre un certo numero di rapporti di tipo grafico per i dati. Le opzioni di alto livello sono mostrate nella figura 10.18.

```

Graph facilities:
 2 Select result set
 3 Define output period
 4 Select zones
-----
a Time:var graph
b Intra-fabric
c 3D profile
d Frequency histogram
e Var:Var graph
f Network air/wtr flow
-----
? Help
- Exit

```

Figura 10.18 Opzioni per rapporti di tipo grafico.

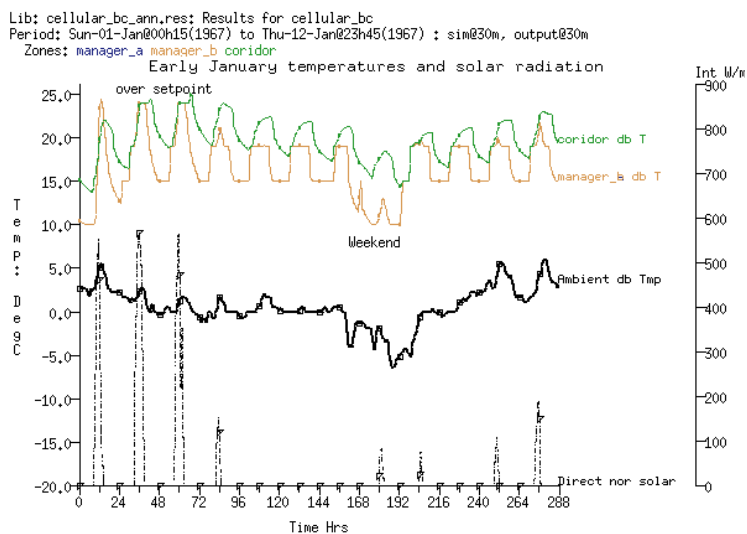


Figura 10.19 Esempio di grafico multiassiale.

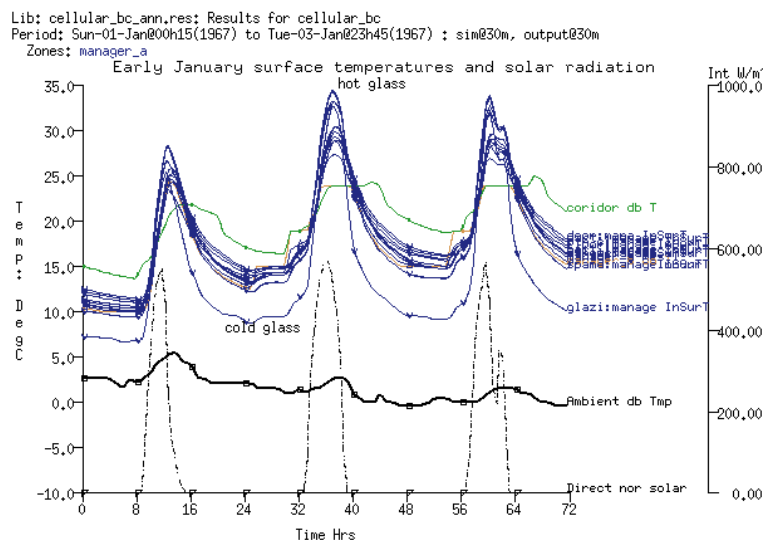


Figura 10.20 Esempio di grafico multiassiale.

10.3.1 Rappresentazione di grafici rispetto al tempo

Il grafico “Time:var” include essenzialmente un elenco uguale a quello relativo ai time-step e a quello ottenibile con la funzione “enquire about”. Esso supporta la creazione personalizzata di grafici multiassiali, come in figura 10.19. Lì sono stati rappresentati 12 giorni di gennaio con le temperatura a bulbo secco di tre zone, assieme alla temperatura ambiente esterna e alla radiazione solare diretta (ricavate dai dati climatici).

Dal grafico risulta chiaramente che nelle sere dei giorni lavorativi la temperatura nelle stanze scende a 15 gradi, che è la temperatura di *set-back* (quella che aziona il termostato ideale, NdT) e che durante i week-end c’è un controllore mirato a evitare che la temperatura scenda sotto i 10 °C.

Nei giorni iniziali della simulazione la temperatura della stanza sale al *set-point* per il riscaldamento; e per capire se questo era dovuto alla radiazione solare entrante nella stanza, al grafico è stata aggiunta la radiazione solare.

Per i giorni in cui c’è poca radiazione solare diretta, il corridoio non climatizzato è più freddo quando l’ambiente esterno è freddo e più caldo quando l’ambiente esterno è caldo.

Nella figura 10.20 l’utente si è focalizzato sui primi tre giorni della valutazione, ha ristretto il grafico alla zona “manager_a”, e ha aggiunto al grafico tutte le temperature delle facce interne delle superfici della stanza “manager_a”. La maggior parte delle temperature delle superfici sono contenute in un range di 3-4 gradi, ad eccezione delle vetrazioni, che diventano più calde nella parte centrale della giornata e più fredde di notte.

Il grafico è un po’ confuso, i nomi delle temperature superficiali si sovrappongono e non è per esempio del tutto chiara neanche quale sia la temperatura a bulbo secco della stanza. Questa potrebbe essere una buona ragione per passare a un rapporto basato su time-step e costituito da un elenco testuale, così da potere distinguere le temperature desiderate o anche richiedere statistiche specifiche sulle temperature stesse.

10.3.2 Rapporti sulla frequenza

La discussione precedente ha messo in rilievo che la data e l'orario in cui si verificano valori estremi possono essere informazioni importanti in una valutazione.

Alcuni utenti sono anche interessati alla distribuzione della frequenza dei valori degli indicatori di prestazione nei vani.

Per esempio, i regolamenti potrebbero prescrivere il numero di ore in estate in cui alle temperature è consentito di salire oltre 25 °C.

Un “frequency bin” (rapporto sulle frequenze, NdT) è un modo rapido per determinare il livello per così dire di rarità di situazioni estreme.

In figura 10.21 è mostrata la distribuzione annuale delle temperature a bulbo secco nella stanza “manager_a”. Poiché la stanza non è stata filtrata in base all'occupazione (in base alle ore occupate) si riscontra una variazione compresa tra 10 e 30 °C, con circa il 20% del tempo sopra 24 °C (il set-point per il raffrescamento), il 16% del tempo vicino a 19 °C (il set-point per il riscaldamento) e circa il 10% del tempo vicino a 15 °C (il limite minimo tollerato di notte).

Spesso un rapporto sulle frequenze dimostrerà una distribuzione normale riconoscibile: ed in tal caso l'operazione diverrà quella di scegliere dei punti significativi ai livelli superiori e inferiori della gamma di valori. Per esempio, se il 5% del calore fornito è sopra 15 kW con un picco a 19 kW allora alcuni utenti potrebbero esplorare la possibilità di progettare per 15 kW con uno schema di controllo adattivo.

10.3.3 Grafici 3D

Un'alternativa al grafico piano sono i grafici 3D a 3 variabili, dove il tempo sia visto sull'asse di destra, i giorni sull'asse di sinistra e il valore dell'indicatore di prestazione sia mostrato come altezza.

Nella figura 10.21 sono mostrati in un grafico 3D i guadagni gratuiti convettivi per la stanza “manager_a”. Può constatarsi il brusco calo di temperatura che si verifica a metà giornata in corrispondenza del pranzo e anche l'interruzione costituita dal week-end. Questo è un modo particolarmente adatto di verificare anche l'influenza del controllo delle luci.

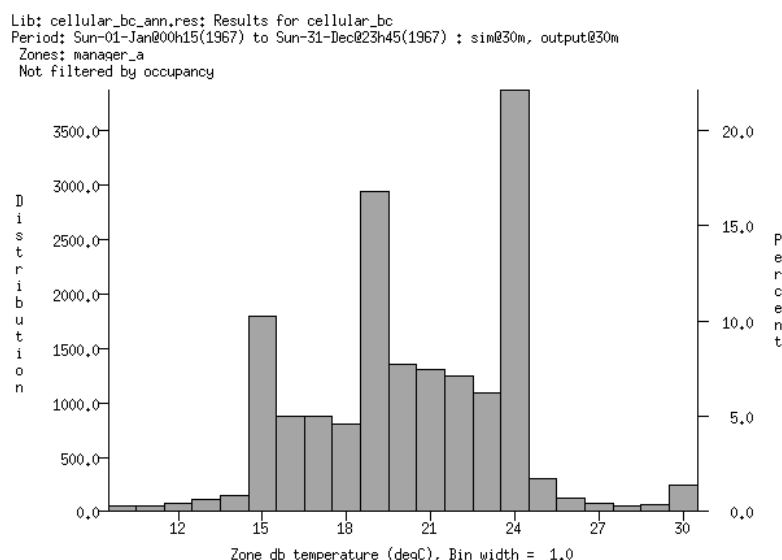


Figura 10.21 Esempio di rapporto sulle frequenze.

Time steps: sim@30m, output@30m Lib:cellular_bc_ann.res
 Period: Sun-01-Jan@00h15(1967) to Tue-31-Jan@23h45(1967)
 Rotation about X= 45,0, about Y= 45,0 Yscale= 0,960 Zscale= 1,548
 Zone (1) manager_a Data: 0,00 to 50,00

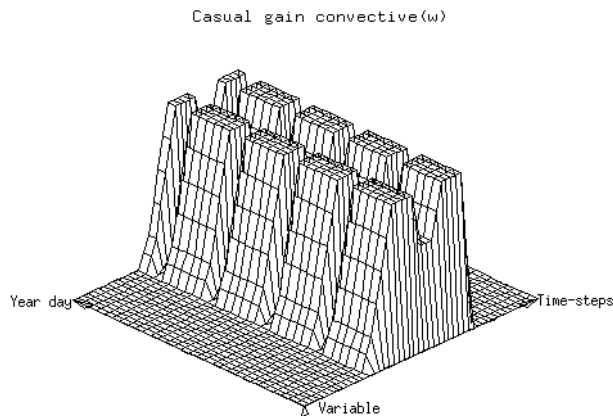


Figura 10.21 Esempio di grafico 3D rappresentante i guadagni casuali rispetto al tempo.

Time steps: sim@30m, output@30m Lib:cellular_bc_ann.res
 Period: Sun-01-Jan@00h15(1967) to Tue-31-Jan@23h45(1967)
 Zones: manager_a manager_b corridor
 Variables: Vert=Temp air inside Horiz=Resultant temperature

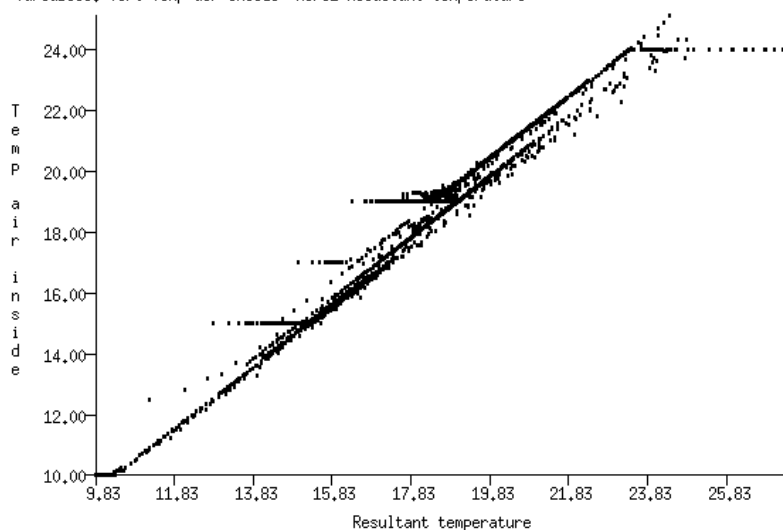


Figura 10.21 Esempio di grafico che mette in relazione due variabili costituite da indicatore di prestazioni l'una rispetto all'altra.

10.3.4 Grafici rappresentanti variabile rispetto a variabile

La correlazione tra due variabili può essere espressa in modo statistico ed è anche possibile visualizzare la relazione tra due variabili se esse sono rappresentate con la prima variabile su un asse e con la seconda sull'altro. In figura 10.22 sembrerebbe esserci una chiara correlazione tra la temperatura a bulbo secco nelle stanze e la temperatura risultante. Ci sono occasionali deviazioni tra 15 °C e 19 °C, come ci si potrebbe aspettare per effetto del ciclo di riscaldamento dei vani.

10.4 Metodi per l'esplorazione di insiemi di dati

La discussione finora ha passato in rassegna i tipi di informazione a cui si può avere accesso nel modulo per l'analisi dei risultati di ESP-r e ha mostrato degli esempi dei possibili rapporti prodotti. Differenti utenti comprendono le prestazioni in modi differenti e hanno preferenze per certe strategie di presentazione delle informazioni: le scelte effettuate per la rappresentazione riflettono questo.

Gli operatori capaci di contribuire in modo eccezionale al processo di progettazione tendono ad avere capacità di riconoscere le eccezioni nell'ambito di pattern e anche solide basi nella fisica dell'edificio che governa i fatti ambientali dell'edificio stesso e dei suoi sistemi.

La natura personalizzata delle interazioni nel modulo di analisi dei risultati dà a questi utenti spazio per identificare le questioni sottostanti alle prestazioni. Così in figura 10.19 l'utente inizialmente ha rappresentato le temperature dei vani e poi vi ha aggiunto la temperatura ambiente per ottenere informazioni riguardanti la sensibilità di risposta all'ambiente esterno. E' stato allora notato il bisogno di raffrescamento a gennaio e ci si è quindi chiesti quale potesse essere il fattore di riscaldamento; e questa domanda ha portato all'ipotesi che la questione centrale in questo caso potesse essere la radiazione solare, e così è stata aggiunta al grafico anche questa. Il passo successivo è stato quello di guardare la temperatura in una stanza tipica per vedere che cosa si stava riscaldando. Uno potrebbe anche constatare questo con una rapida occhiata al bilancio energetico delle zone.

La capacità di riconoscere i pattern può essere acquisita. Con pratica e guida da parte di utenti esperti (e anche di studenti di Architettura) è possibile iniziare a riconoscere dei pattern e iniziare a seguirli per risalire a possibili elementi causali di interesse nel progetto.

Arrivare all'obiettivo può richiedere un certo numero di iterazioni, ma è una delle più importanti capacità nel campo delle simulazioni.

11 Flussi

Questo capitolo si focalizza sulle tecniche di modellazione dei flussi d'aria in ESP-r. I suoi contenuti sono:

- panoramica della modellazione delle reti di flusso;
- l'arte di pianificare le reti di flusso;
- definire e calibrare le reti di flusso;
- controllo delle reti di flusso;
- gestione del progetto.

Al livello più semplice, il flusso d'aria in un modello di ESP-r può essere *imposto* attraverso programmi orari di infiltrazione e ventilazione programmata. Per esempio un utente potrebbe ipotizzare 0.5 ricambi d'aria/ora di infiltrazione per tutti i giorni e tutte le ore o un programma orario che cambi a ciascuna ora per ciascun tipo di giorno. Questi programmi orari possono essere soggetti a controllo (per esempio, aumentando l'infiltrazione a 1.5 ricambi d'aria/ora se la temperatura della zona supera 24 °C). Il flusso programmato è appropriato per approssimazioni ingegneristiche, studi progettuali iniziali e semplici regimi di operazione.

11.1 Limitazioni del flusso programmato

La parola critica nelle fasi precedenti è *imposto*. I programmi orari impongono un regime di flusso che potrebbe non avere basi nella *Fisica* degli edifici. Questo è particolarmente vero nei casi seguenti:

- dove ci sia un forte accoppiamento tra calore e flusso d'aria, come nel caso di ventilazione dovuta a convezione termica e vento;
- dove ci siano grandi variazioni dinamiche nei tassi di ventilazione, come nel caso della ventilazione naturale;
- dove le strategie di controllo siano importanti, per esempio a causa dell'apertura e della chiusura delle finestre basata sulla temperatura o sulla velocità del vento.

Se queste situazioni descrivono il tuo caso, allora considera le reti di flusso come il modo migliore per rappresentare le dinamiche dell'interazione dei flussi.

11.2 Reti di flusso di fluidi

Le reti di flusso di fluidi offrono una flessibilità considerevole per la descrizione di tutta una serie di situazioni progettuali e per aumentare la risoluzione dei modelli allo scopo di supportare analisi che siano dipendenti dai movimenti di massa, di flussi o di potenza in un modello.

Piuttosto che imporre dei flussi, una rete di flusso descrive dei possibili percorsi di flusso (per esempio, attraverso porte, fessure, ventole, condotti, tubazioni, valvole), dei punti dove si applicano le condizioni al contorno (come, per esempio, aperture verso l'esterno) e posizioni dove è necessario rilevare le prestazioni (per esempio, nodi interni o al contorno).

Il solutore dei flussi di ESP-r calcola dinamicamente i flussi determinati dalla pressione tra zone e/o i sistemi di controllo ambientale che sono associati con la rete. I flussi ai nodi sono una funzione delle pressioni ai nodi e delle caratteristiche dei componenti connessi. Il bilanciamento della massa in corrispondenza di ciascun nodo è risolto usando un approccio modificato del tipo Newton-Raphson. La soluzione procede iterativamente fino a quando converge e vengono salvati la pressione in corrispondenza di ciascun nodo e il flusso di massa attraverso ciascuna connessione.

La soluzione prende in considerazione il cambiamento nelle forze generanti il flusso mentre le condizioni nell'edificio e le condizioni al contorno si evolvono. Lo scambio di informazioni tra i solutori di dominio assicura che i cambiamenti nel flusso influenzino le condizioni nelle zone associate, nei controlli, nei sistemi e nei domini CFD in un modello. Per esempio, aprire una finestra in un giorno fresco introduce aria fresca in una zona, e questo abbassa la temperatura dei muri, e questo a sua volta altera le forze convettive di tipo termico che causano il flusso.

Benché il flusso dell'aria in un edificio reale si adatti continuamente alle condizioni e si *auto-bilanci*, la simulazione ri-valuta le condizioni ad intervalli fissi. Così c'è la possibilità che si possano presentare per accumulo delle differenze di temperatura durante i time-step della simulazione che non si osserverebbero in edifici reali. Questo risulta in flussi d'aria esagerati, specialmente per larghe aperture tra zone termiche. Perciò la scelta del passo temporale della simulazione è oggetto di discussione.

Coloro che vogliano sapere di più a proposito della tecnica di soluzione in oggetto dovrebbero guardare sulla pagina delle pubblicazioni sul sito web dell'ESRU. Per esempio, *On the Conflation of Contaminant Behaviour within Whole Building Performance Simulation* (A. Samuel, 2006), *Energy Simulation in Building Design* (J.A. Clarke 2001), *The Adaptive Coupling of Heat and Air flow Modelling Within Dynamic Whole-Building Simulation* (I. Beausoleil-Morrison 2000), *On the thermal interaction of building structure and heating and ventilating system* (J.L.M. Hensen 1991) sono libri o tesi di Dottorato che discutono alcuni aspetti della simulazione dei flussi.

Un modello di ESP-r può avere uno o più reti di flusso disaccoppiate – alcune per esempio descriventi i flussi d'aria nell'edificio e altre rappresentanti i flussi in un sistema ad acqua calda. In modelli che includono edifici separati, la rete di flusso può includere uno o più edifici.

Il solutore è efficiente e così, anche con pagine di nodi e componenti, si verifica solo un lieve aumento del tempo di calcolo. Un possibile uso delle reti di flusso è quello di valutare i pattern di flusso in migliaia di passi temporali a supporto di valutazioni dei rischi connessi alla ventilazione naturale. Le reti di flusso sono spesso usate preliminarmente agli studi CFD.

La flessibilità delle reti di flusso comporta sia possibilità, sia rischi. La discussione che segue presenta metodologie atte ad aiutarti a decidere quando le reti sono necessarie, consigli per la pianificazione delle reti di flusso e tecniche per comprendere i pattern di flusso previsti nel tuo modello.

ESP-r differisce da altri strumenti di simulazione perché chiede all'utente di definire le reti esplicitamente. Una descrizione esplicita permette gli utenti con conoscenza di controllare la risoluzione della rete così come la scelta dei componenti di flusso e dei loro dettagli.

Questo approccio assume che l'utente abbia delle opinioni sui percorsi dei flussi e che abbia accesso a informazioni rilevanti relative ai componenti utilizzati nelle reti di flusso. Come succede nel caso della risoluzione geometrica dei modelli, creare una rete di flusso è tanto un'arte quanto una scienza.

Tradizionalmente la scalatura delle competenze e delle pratiche operative in vista di un adeguamento ai livelli di complessità propria dei progetti realistici la si è ottenuta attraverso mentori o workshop. Questo ha limitato sviluppo della funzione nel software.

Il *Cookbook* si ripropone di demistificare l'argomento delle reti di flusso e di fornire dei consigli a proposito di dove tendono a nascondersi i *leones*.

11.3 Blocchi di costruzione

I blocchi di costruzione che possiamo utilizzare per definire una rete di flusso di massa sono nodi di flusso, componenti di flusso e connessioni di flusso. La rete meno complessa con la quale il solutore potrà lavorare include un nodo di zona e due nodi di contorno connessi da due componenti (vedi figura 11.1).

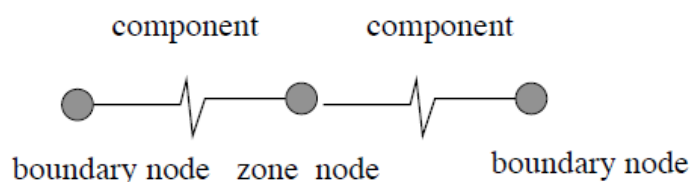


Figura 11.1. La rete meno complessa.

Nodi del flusso

I nodi in una rete di flusso sono punti di misurazione per la pressione, la temperatura e il tasso di flusso. Queste entità sono di quattro tipi:

- pressione interna non conosciuta;
- pressione interna conosciuta (raramente usato);
- condizione al contorno conosciuta (raramente usato);
- condizione al contorno determinata dal vento (solo per aria).

Un nodo del flusso ha una certa temperatura, come ha una temperatura il volume dell'aria associata a una zona termica. Tipicamente, ci sarà una mappatura uno a uno tra zone termiche e nodi di flusso. I nodi interni possono derivare la loro temperatura da una zona termica o possono essere definiti per seguire la temperatura di un nodo di flusso specifico. Chiamiamo i primi *veri nodi* e i secondi *nodi extra*.

I nodi al contorno indotti dal vento rappresentano la pressione del vento in un punto della facciata di un edificio. Questa è una funzione della velocità del vento, della sua direzione, del terreno, dell'altezza dell'edificio, dell'orientamento della superficie e della posizione del punto nella facciata. Tipicamente, una rete di flusso include un nodo al contorno per ciascuna posizione in cui l'aria può penetrare in un edificio (o attraverso la quale può uscire da esso, NdT).

Le buone pratiche posizionano un nodo al contorno all'altezza di ciascuna apertura verso l'esterno. Se tu seguirai questo pattern, il processo di posizionamento dei componenti di flusso rappresentanti le aperture risulterà semplificato.

Coefficienti di pressione

L'espressione lessicale che usiamo per esprimere dei cambiamenti nella pressione dovuti a cambiamenti nella direzione del vento è quello di *coefficiente di pressione Cp*. In ESP-r, i valori di Cp per angoli standard di incidenza (16 valori per rappresentare 360°) per una località specifica sono conservati come *set*.

ESP-r ha un database costituito da set di coefficienti Cp per differenti tipi e orientamenti di superfici derivato dalla letteratura. Siamo chiari su questo punto: uno dei maggiori punti di incertezza nella simulazione dei flussi sta nella derivazione dei set dei coefficienti di pressione. Alcuni gruppi riducono questa incertezza intraprendendo test di simulazione in gallerie del vento o creando gallerie del vento virtuali attraverso l'uso di strumenti CFD. ESP-r offre una funzione denominata Cpcalc per generare coefficienti di pressione, ma questa zona è una di quelle in cui si nascondono i *leones*.

Fattori di riduzione della velocità del vento

La proporzione tra velocità dell'aria derivante dal clima (usualmente ad un'altezza standard di 10 m) e velocità del vento in corrispondenza dell'edificio è conosciuta come *fattore di riduzione della velocità del vento*. Questo è:

$$V = V_{\text{clim}} \times R_f$$

(dove R_f – *Reduction Factor* – è il fattore di riduzione della velocità del vento, V la velocità del vento risultante e V_{clim} la velocità del vento specificata nel file climatico. NdT)

R_f è calcolata a partire da alcuni profili ipotizzati di velocità del vento e prende in conto le differenze altezza tra il punto di misurazione del vento e terreno circostante (urbano, rurale, localizzato in centro città) e tra altezza dell'edificio e terreno circostante.

I profili del vento possono essere calcolati in tre modi: con legge esponenziale, LBL, e logaritmica.

Si consiglia cautela nell'uso dei fattori di riduzione poiché i profili da cui sono derivati non sono validi all'interno della *calotta urbana* (*urban canopy*, NdT). In questi casi, è consigliabile utilizzare un valore piccolo per R_f negli studi per il raffrescamento o per il perseguimento della qualità dell'aria e alti valori per gli studi implicanti infiltrazioni facenti effetto sul riscaldamento, così da rappresentare le peggiori condizioni possibili.

11.3.1 Componenti di flusso

I componenti di flusso (per esempio, ventole, pompe, condotti, fessure, valvole, orifizi etc.) descrivono le caratteristiche del flusso tra nodi di flusso. Il flusso è generalmente una funzione non lineare dei coefficienti di pressione in corrispondenza dei componenti basata su studi sperimentali e analitici tratti dalla letteratura.

ESP-r ha un set di componenti impiantistici precostruiti che includono condotti, tubazioni, ventole e pompe, così come fessure, orifizi e porte. I componenti includono componenti di flusso a volume fisso e modelli di resistenza che seguono la legge quadratica o esponenziale. Dettagli sui metodi usati sono inclusi nel codice nella cartella “src/esrums”. Alcuni componenti comunemente utilizzati sono i seguenti (i numeri di riferimento sono tra parentesi):

- “Power law volume flow” (10) (flusso a volume legato a una legge esponenziale). Può essere usato dove il flusso è adeguatamente descritto da una legge esponenziale.
- “Self regulating vent” (11) (bocchetta di ventilazione autoregolante, NdT). E' una bocchetta di ventilazione di tipo europeo che viene inserita nel telaio di una finestra, così da moderare il flusso per una certa gamma di pressioni.
- “Power law mass flow” (15 & 17) (flusso di massa legato a una legge esponenziale, NdT). Può essere usata quando il flusso segue una legge esponenziale.
- “Quadratic law volume” (20) (volume legato a una legge quadratica) e “Quadratic law mass” (25) (massa legata a una legge quadratica, NdT). Possono essere usate quando il flusso segue una legge quadratica.
- “Constant volume flow” (30) (flusso a volume costante, NdT) e “Constant mass flow” (35) (flusso a massa costante, NdT). Sono rappresentazioni astratte di una ventola (possono essere controllate per approssimare velocità variabili).

- “Common orifice” (40) (orifizio comune, NdT). Può essere usato con un coefficiente di scarico definito dall'utente.
- “Specific air flow opening” (110) (apertura specifica per il flusso d'aria, NdT). Ha un coefficiente di scarico fisso e ha solo bisogno di un'area.
- “Specific air flow crack” (120) (fessura specifica per il flusso d'aria, NdT). E' utile per aperture larghe fino a 12 mm.
- “Bi-directional flow component” (130) (componente di flusso bidirezionale, NdT). E' utile per porte e per finestre che abbiano forma di porte, dove le differenze di pressione e temperatura possano risultare in flusso nelle due direzioni.
- “Roof outlet/cowl” (211) (uscita dal tetto/camino, NdT). E' basato sulle misurazioni di elementi ceramici tipici dell'Europa.
- “Conduit with converging 3-leg” (220) e “Conduit with diverging 3-leg” (230). Ci sono molti parametri necessari per descrivere questo e qui vivono i *leones*.
- “Conduit with converging 4-leg” (240) e “Conduit with diverging 4-leg” (250). Ci sono molti parametri necessari per descrivere questo e qui sono stati avvistati i *leones*.
- “Compound component” (500) (componente composto, NdT). Rimanda a due componenti, per esempio a un'apertura e a una fessura con parametri necessari ad azioni di controllo.

11.3.2 Connessioni di flusso

Le connessioni di flusso collegano i nodi e i componenti attraverso una sintassi descrittiva che prende la forma di: “ il nodo al contorno 'south' è collegato con il nodo interno 'office' attraverso il componente 'door' “.

Una connessione definisce inoltre la relazione spaziale tra il nodo e il componenti, come per esempio quando una griglia a pavimento si trova 1,5 m sotto il nodo. Se i nodi e le connessioni sono a differente altezza, la differenza di pressione in corrispondenza della connessione includerà anche l'effetto della convezione dovuta a cause termiche.

La buona pratica posiziona un nodo al contorno in corrispondenza di ciascuna apertura verso l'esterno. Se segui questo schema, la differenza di altezza tra i componenti dal punto di vista del nodo al contorno è pari a 0.

Nella parte superiore della figura 11.2 è presente una fessura sotto la porta che connette le zone (dove i nodi relativi alle zone si trovano a differenti altezze). Nella parte più bassa della figura 11.2 c'è una rappresentazione di una finestra a ghigliottina (dove c'è un componente di flusso rappresentante l'apertura superiore e un altro rappresentante l'apertura inferiore). La finestra a ghigliottina è associata a due separati nodi al contorno.

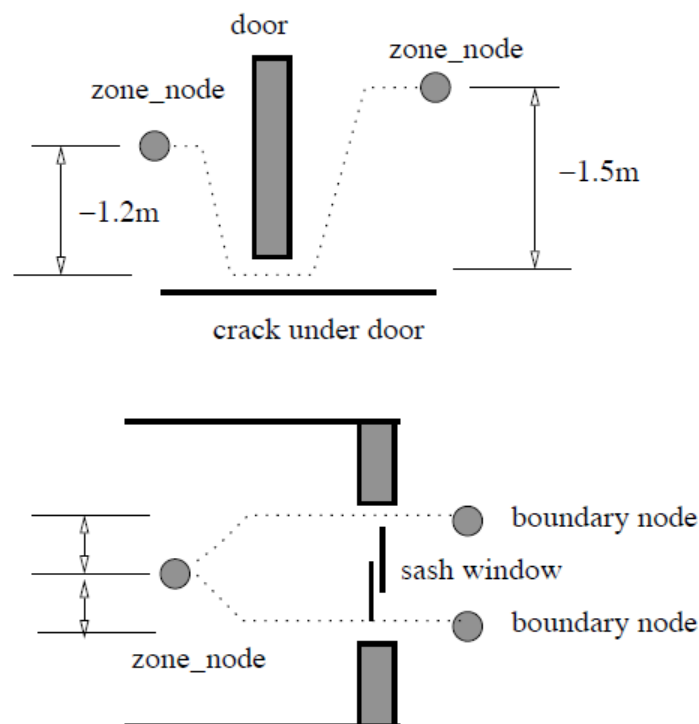


Figura 11.2. Una fessura sotto una porta e una finestra ghigliottina.

Alcune persone trovano un po' difficile la sintassi utilizzata per descrivere la relazione tra nodi e componenti. Ecco una tecnica che funziona per vari utenti.

Immaginati nella posizione del nodo del flusso (per esempio, al centro del volume di una zona) guardando verso il componente. Se guardi orizzontalmente, la differenza di altezza è zero. Se guardi in alto, la differenza di altezza è positiva. Se guardi in basso (per esempio, verso alla fessura sotto la porta), la differenza di altezza è negativa.

Per esempio, se un nodo è a 1,5 m sopra il terreno, l'apertura inferiore della finestra è a 1 m sopra il terreno e l'apertura superiore della finestra è a 2,1 m sopra il terreno. Guarda l'apertura inferiore della finestra dal punto di vista del nodo della zona: essa è a 0,5 m sotto il nodo della zona e alla stessa altezza del nodo al contorno inferiore. L'apertura superiore della finestra è a 0,6 sopra il nodo della zona e alla stessa altezza del nodo al contorno superiore.

Percorso per il contorno (Path to boundary, NdT)

L'altra regola per la creazione di reti è che ogni nodo interno deve in qualche modo avere un percorso verso un nodo al contorno. Il solutore tratta l'aria come incompressibile (per tutti gli scopi pratici) e la soluzione è quella del trasferimento di massa attraverso la rete. Quando la temperatura cambia, il volume deve cambiare, e se la pressione non ha punti di uscita il solutore va in *crash*.

Il progetto della rete deve prendere in considerazione questa regola, specialmente se il controllo applicato ai componenti avrebbe l'effetto di isolare totalmente un nodo. Il rischio di contravvenire alla regola aumenta con la complessità della rete; per questo il *Cookbook*

enfatisa procedure di lavoro che siano sufficientemente solide da consentire una scalatura in rapporto alla complessità dei modelli che creiamo.

Connessioni parallele e in serie

La figura 11.3 è la parte di una rete che usa una apertura comune per rappresentare la finestra quando è aperta, così come un percorso parallelo a una fessura. Se la finestra è controllata ed aperta, la fessura ha poco o nessun effetto sulla previsione. Quando la finestra è chiusa, la fessura diventa la connessione al nodo al contorno.

Le versioni recenti di ESP-r supportano il concetto di un componente composto che può essere costituito, per esempio, da un'apertura e una fessura. L'uso di componenti composti può semplificare le reti di flusso, riducendo il bisogno di connessioni parallele.

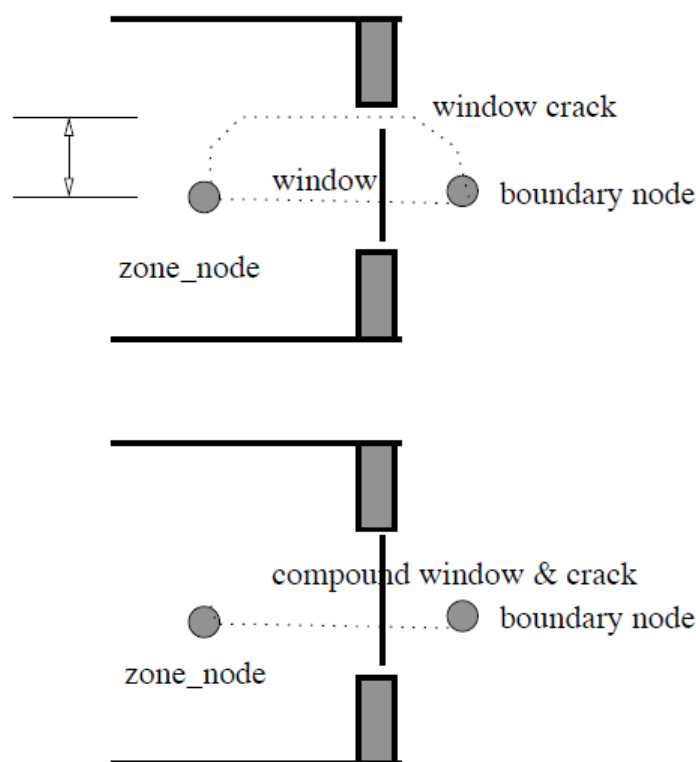


Figura 11.3. Una fessura + finestra e un componente composto.

Fino a questo punto, le reti sono state connesse attraverso un componente singolo o a componenti in parallelo. Supponiamo di volere aprire una finestra nel caso in cui la temperatura in corrispondenza del nodo della zona fosse sopra 22 °C e la temperatura esterna fosse sotto 19 °C. Come potremmo implementare la logica e (AND, NdT)? Una tecnica è quella di usare componenti in serie.

Se “zone_node” fosse collegato a “boundary_node” dal componente finestra e noi volessimo inserire un secondo controllo di componente, sarebbe necessario creare “extra_node” e assegnargli di seguire la temperatura di “zone_node”. Il nuovo

componente di flusso sarebbe di un tipo che presenti poca resistenza al flusso quando aperto. La connessione esistente sarebbe quindi ridefinita; e la seconda connessione nella sequenza sarebbe ridefinita come nella figura 11.4. Il componente *finestra* prenderebbe una logica di controllo e il componente di controllo prenderebbe il secondo controllo. La fessura originale della finestra permanerebbe.

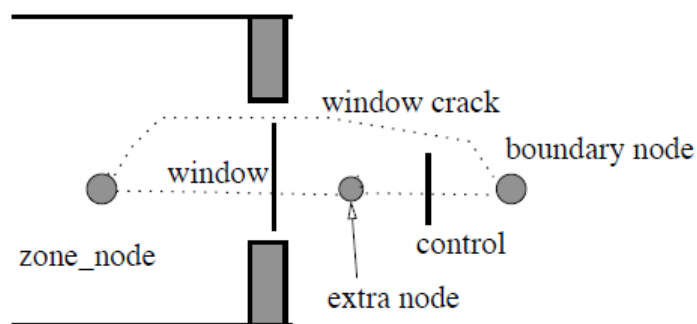


Figura 11.4. Uso di nodi e componenti aggiuntivi per finalità di controllo

Quando il controllo è imposto, occorre prestare attenzione nell'aggiustamento del passo temporale della simulazione per tenere conto della risposta del sensore e dell'attuatore del flusso. Quando osserviamo che i tassi di flusso oscillano, di solito è un indizio che dobbiamo accorciare il passo temporale della simulazione.

11.4 Passaggi nella creazione di una rete

Il *Cookbook* di ESP-r raccomanda un approccio metodico alla creazione di reti. E' possibile progettare reti di dozzine di nodi e componenti che lavorano correttamente fin dal primo momento. Pianifica con accuratezza e poi implementa il piano! I professionisti di successo usano il seguente insieme di regole.

Regola uno

schizza la rete come uno schema 2D o 3D sopra il disegno wireframe del modello.

Regola due

dà nomi esplicativi ai nodi e ai componenti e usa questi stessi nomi nell'interfaccia.

Regola tre

identifica le porzioni della rete dove sarà applicato il controllo.

Regola quattro

se è probabile che ci siano varianti di progetto, usa dei lucidi sullo schizzo per abbozzare delle alternative e assicurati che lo schizzo fornisca una sintesi dello scopo della sovrapposizione.

Regola cinque

se c'è spazio nello schizzo, includi attributi critici dei componenti; se non c'è, assicurati di registrare separatamente gli attributi dei componenti prima di iniziare a lavorare nell'interfaccia del programma.

Un buon schizzo vale ore di lavoro di “spulciamento” del modello (*debugging*, NdT) – fidati di noi su questo!

ESP-r non rappresenta graficamente la rete (per ora). Gli schizzi rendono più semplice l'interpretazione della storia raccontata dai nomi dei nodi e dei componenti.

Quando pianifichiamo una rete, dobbiamo tenere conto di come il flusso è indotto o fermato, di dove i controlli potrebbero essere imposti e di dove ci aspettiamo che ci siano differenze nelle temperature dell'aria in un edificio.

Per esempio, se *credi* che la sezione perimetrale di un edificio sarà spesso a una differente temperatura, considera la possibilità di creare zone differenti per il perimetro. Alcuni professionisti includono vertici aggiunti nel modello e suddividono le superfici del pavimento e del soffitto nel loro modello iniziale, così che risulti semplice suddividere una zona in una fase successiva.

L'esperienza indica che la la suddivisione dell'ultimo minuto delle zone richieda più tempo di quanto uno si aspetti; e anche piu` tempo per la verifica, che non è stato preso in considerazione nei conti economici.

La progettazione della rete di flusso dovrebbe prendere in considerazione *che-cosa-vogliamo-misurare*. Tipicamente di tratta di una corrispondenza uno-a-uno dei nodi interni e delle zone termiche. Tuttavia, se in una stanza ci fossero molte aperture sulle facciate est e quella a sud e noi fossimo interessati al flusso aggregato su ciascuna facciata, allora potremmo pianificare una rete che abbia un numero aggiuntivo di nodi interni, come in figura 11.5. Nello schizzo, “west_node” e “east_node” prendono la loro temperatura da “zone_node”.

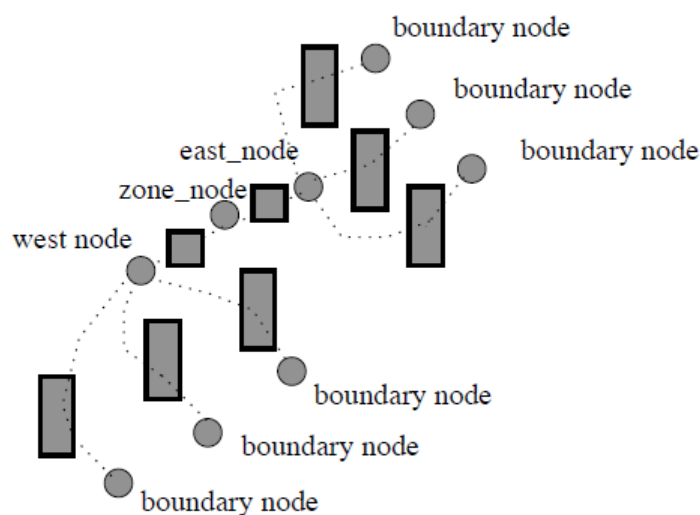


Figura 11.5. Rete con nodi extra.

Collegare i nodi e i componenti è un passaggio critico che si avvantaggia di un approccio metodico e di pattern coerenti per l'individuazione di relazioni tipiche.

Un buon schizzo vale ore di “spulciamento” del modello per la ricerca di errori!

Nel decidere quali componenti usare, la nostra operazione iniziale è quella di passare in rassegna le caratteristiche dei componenti e delle opzioni di controllo disponibili che possono essere applicate ad essi, così come dei loro requisiti.

Ci sono anche le opzioni dell'esplorazione di modelli esistenti che includono reti di flusso, dell'esecuzione di analisi e dell'esame delle previsioni. Un ottimo modo per capire come funziona il flusso è quello di prendere questi modelli di esempio, adattarne sistematicamente la rete e/o la descrizione dei controlli e osservare il cambiamento ottenuto nelle prestazioni.

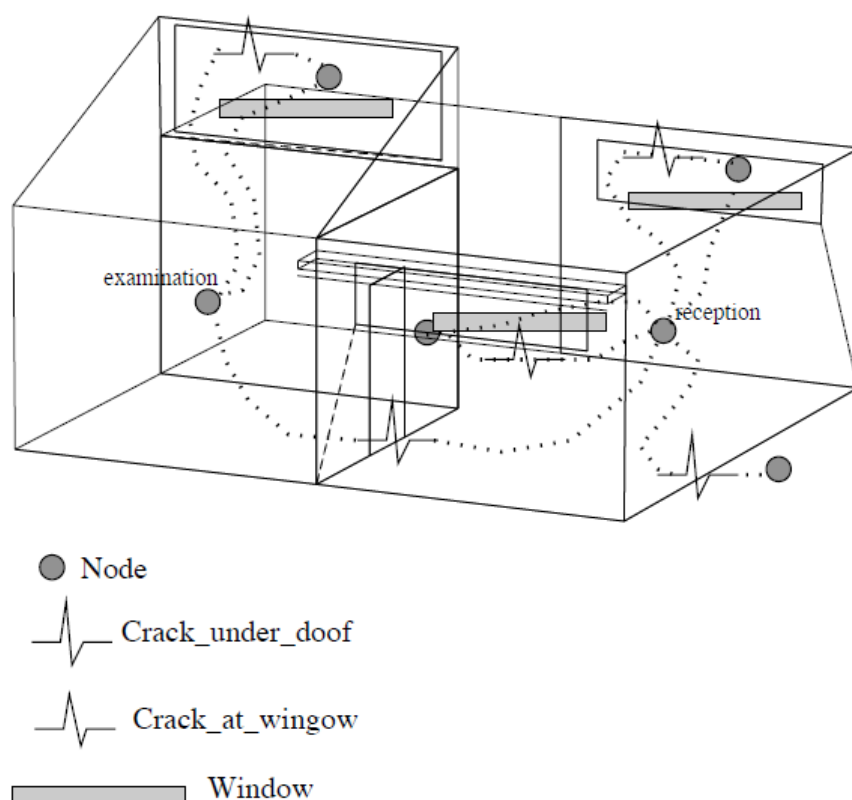


Figura 11.6. Una rete semplice per l'ufficio medico.

11.5 Una rete semplice

Per illustrare il processo, creiamo una rete semplice per l'ufficio medico a cui hai lavorato prima.

Dove potrebbe esserci flusso d'aria

L'aria può fluire sotto la porta tra la reception e la stanza delle visite. Quando abbiamo creato la zona iniziale è stata presa la decisione di escludere la porta a causa del fatto che essa è poco importante ai fini del flusso di calore complessivo in quella parte di edificio. Il posto dove l'aria fluirebbe sarebbe un ingresso alla reception. Questo implica che noi torniamo alla descrizione della geometria e aggiungiamo una porta? Non necessariamente.

Considera il caso in cui ci fosse una fessura di 5 mm nel muro. Il po' di malta mancante non cambierebbe lo stato termofisico del muro, ma l'aria in movimento attraverso la fessura potrebbe notarsi. In ESP-r la descrizione della zona e della rete di flusso può *differire*, purché ci ricordiamo dello *scopo* della differenza.

L'aria può anche fluire attorno ai telai delle finestre. E' difficile sapere se vi sono differenze nei percorsi di infiltrazione delle tre finestre orizzontali. Per questo progetto, assumiamo che abbiano tutte le medesime caratteristiche di infiltrazione. Ci sono tre posizioni sulla facciata per queste finestre – ma ciascuna può essere rappresentata con il medesimo componente di fessura. La finestra nord è di una dimensione differente e assumiamo che abbia differenti caratteristiche di infiltrazione, e quindi che ci sia bisogno di un differente componente.

La questione successiva è quanto sia lunga la tipica fessura e dove sia. Volendo essere pedanti, ci sono fessure in alto, in basso, a destra e a sinistra di ciascuna finestra. Per questo esercizio, assumiamo che la fessura sia lungo la linea mediana della finestra e sia della stessa lunghezza della larghezza della finestra.

Quale tipo di apertura della finestra?

Se qualcuno aprisse una finestra, si potrebbe verificare un flusso se ci fosse qualche posto in cui potesse andare l'aria. Una rete di flusso di massa ha limitazioni quando si intende rappresentare una ventilazione da un lato solo. In alcuni casi è possibile usare un componente bidirezionale per rappresentare una finestra (ci sono discussioni nella comunità sulla validità di questo approccio). Se si aprono due finestre, le forze che determinano il flusso in una rete di flusso di massa sono meglio rappresentate.

Dipendentemente dalla dimensione e dai dettagli fisici dell'apertura, ci sono vari componenti di flusso che potrebbero essere utili. Prima che guardiamo i dettagli sui componenti, vale la pena di considerare se le finestre in questo ufficio medico siano operate dal personale e se questo lo farà con una logica prevedibile (per esempio, la finestra verrà aperta quando la temperatura raggiungerà i 22 °, e verrà aperta completamente)?

Per questo progetto, iniziamo con l'ipotesi di volere testare un regime di apertura delle finestre che implichi una apertura del 25% della superficie delle finestre stesse. Possiamo includere i componenti rilevanti nella nostra pianificazione, così che risulti semplice includerli in un secondo tempo. Il come la finestra è operata determinerà i tipi di componenti di flusso che dovremo usare e le connessioni che stabiliremo nella rete di flusso.

ESP-r offre un componente predefinito di finestra che necessita solo dell'area dell'apertura e che include anche un'apertura comune che richiede un'area e un fattore di scarico (“*discharge factor*”). Se si avessero i dati, l'apertura potrebbe essere governata da una legge polinomiale o esponenziale. Una finestra scorrevole orizzontale è costituita da due aperture e alcuni utenti

rappresentano anche una finestra a bilico come due separate aperture. Alcune finestre hanno un rapporto tra larghezza e altezza che è simile a quello di una porta, e in quel caso alcuni utenti potrebbero decidere di usare un componente di flusso polinomiale (si dirà di più su questo più tardi).

Per ora, usiamo il componente “air flow opening” e ipotizziamo che esso sia centrato sulla superficie della finestra.

Quali tipi di ventola di estrazione?

L'aria può essere indotta a fluire da una ventola di estrazione. E qui le nostre scelte iniziano ad espandersi, perché ci sono componenti sia astratti, sia dettagliati per l'estrattore. E poiché ci sono volte in cui l'estrattore non è richiesto, avremo bisogno di controllarlo.

Presto nel processo di progettazione la nostra tattica sarà quella di confermare se la ventilazione forzata nell'ufficio medico sarà di aiuto, poi di specificare l'entità del flusso e magari il livello di temperatura di soglia (*setpoint*) per l'attivazione. Questo si ottiene più facilmente attraverso un componente a tasso di flusso fisso e una semplice legge di controllo. Una volta che confermeremo le caratteristiche generali e la risposta dell'edificio, possiamo considerare se una specifica curva di rendimento relativa al ventilatore (*fan curve*, NdT) debba essere applicata al modello.

Quale tipo di stanza?

Cos'altro potrebbe attirare la nostra attenzione? Tornando a vedere la dimensione dell'ufficio medico: il soffitto inclinato della stanza delle visite aumenta il volume dello spazio e alza il centro del volume d'aria rispetto alla stanza delle visite. La decisione precedente per rappresentare la stanza degli visite come un singolo volume d'aria ben miscelata (cioè ad una singola temperatura) introduce un elemento di rischio, perché ci saranno momenti nei quali l'aria vicino alla sommità del soffitto si troverà a una temperatura differente rispetto alla parte occupata dello spazio.

Data la specifica di progetto iniziale, la decisione relativa a un singolo volume è stata appropriata. Se la questione diventasse quella del comfort abitativo e la regolazione fine delle aperture o della ventola di estrazione, allora si potrebbe ricorrere a una suddivisione dello spazio fisico in più zone termiche. Per il progetto corrente, non modifichiamo le zone.

Quando schizziamo la rete, abbiamo bisogno di nomi per i nodi e per i componenti (figura 11.6). A un certo punto dobbiamo registrare gli attributi dei componenti, così che questa informazione sia disponibile quando creeremo la rete; e vorremo anche poter passare le nostre note alla persona che verifica il modello.

Questo è anche un momento propizio per tirare fuori una calcolatrice e focalizzare il *project manager* sulla geometria delle zone, così che possiamo registrare la differenza di altezza tra i nodi e i componenti. La tavola che segue fornisce alcune delle dimensioni rilevanti.

Nomi e posizione dei componenti.

Nome del nodo - tipo altezza

```

reception - internal 1.5m
examination - internal 2.25m
south - boundary 2.375m
north - boundary 2.375m
exam_north - boundary 3.75m
exam_extract - boundary 3.0m
east - boundary 0.1m

Nome del nodo - tipo    dati
long_win - air flow opening 1.0m^2
long_cr - crack 5mm x 3.0m
door_cr - crack 10mm x 0.8m
upper_win - orifice 1.5m^2 0.5 coef
upper_cr - crack 5mm x 3.0m
extract - volume flow ~1 air change

nodo - a - nodo    componente
south to reception via long_win
south to reception via long_cr
north to reception via long_win
north to reception via long_cr
east to reception via door_cr
exam_north to examination via upper_win
exam_north to examination via upper_cr
reception to examination via door_cr
examination to exam_extract via extract

height differences:
long_win is 0.875m above reception
long_cr is 0.875m above reception
upper_win is 1.5m above examination
upper_cr is 1.5m above examination
door_cr is 1.5m below reception
door_cr is 2.25m below examination

```

Quale connessione viene prima?

In aggiunta a cosa includere nello schizzo, abbiamo anche bisogno di considerare l'ordine in cui colleghiamo i nodi e i componenti. La connessione associata con la ventola di estrazione dovrebbe iniziare in corrispondenza di un nodo di zona e finire in corrispondenza di un nodo al contorno, così che il flusso risulti verso l'esterno. Per le altre connessioni, l'ordine non è importante a livello numerico.

Avere un'impostazione coerente con le aperture verso l'esterno aiuta, perché un flusso attraverso una connessione è riportato come positivo se il flusso è nella stessa direzione rispetto alla definizione della connessione e negativo se esso fluisce dal punto di fine a quello di inizio. Se tu considerassi concettualmente l'aria in ingresso dall'edificio come positiva, allora sceglieresti di definire le connessioni con l'esterno come aventi inizio al nodo di contorno e aventi termine al nodo di zona.

La nostra operazione è quella di registrare le nostre decisioni e gli attributi sullo schizzo della rete di ventilazione e poi usare l'interfaccia prima per definire i componenti e poi per mettere insieme la rete.

11.6 Alla tastiera

Avendo pianificato e registrato le informazioni associate con la nostra rete, ora possiamo usare l'interfaccia per aumentare la risoluzione del modello. Nel *Project manager* cerca “Model management -> browse/edit -> network flow” e scegli “flow network” (menu), conferma il nome del file suggerito e poi specifica che la rete è tutta di aria (“all air”). Ti sarà presentato il menu iniziale in figura 11.7. All'inizio non ci saranno nodi o componenti o connessioni e nessun nodo sarà stato collegato alle zone. La sequenza di descrizione è quella di definire prima i nodi, poi i componenti e poi le connessioni tra i nodi.

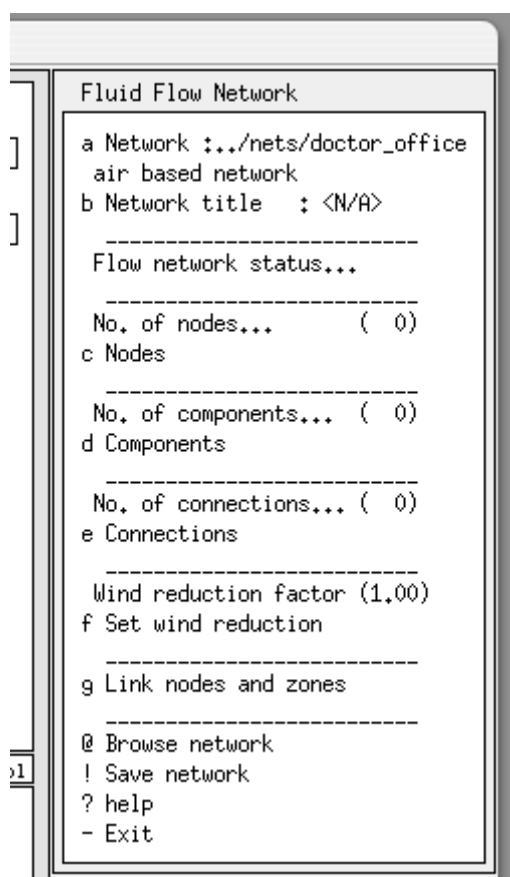


Figura 11.7. L'interfaccia all'inizio del processo.

Nodi iniziali

Seleziona l'opzione “nodes” e consenti una auto-generazione dei nodi per la zona corrente. La lista iniziale include i due elementi mostrati nella figura 11.8. L'opzione “auto-generate” assume che ciascuna zona termica avrà un nodo, il nome della zona è dato al nodo e il centro della zona diviene l'altezza del nodo del flusso.

@strath.ac.uk

nit

Nodes					
Name	Fluid	Type	Height	Data1	Data2
a reception	air	internal	1.50	0.0	120.0
b examination	air	internal	2.25	0.0	60.0

+ add/delete/copy node
? Help
- Exit

Figura 11.8. Nodi auto-generati.

@strath.ac.uk

nit

Nodes					
Name	Fluid	Type	Height	Data1	Data2
a reception	air	internal	1.50	0.0	120.0
a reception	air	internal	1.50	0.0	120.0
b examination	air	internal	2.25	0.0	60.0
c south	air	bound wind P	2.38	9.0	180.0
d north	air	bound wind P	2.38	9.0	0.0
e exam_north	air	bound wind P	3.75	9.0	0.0
f exam_extract	air	bound wind P	3.50	9.0	90.0
g east	air	bound wind P	0.10	9.0	90.0

+ add/delete/copy node
? Help
- Exit

Figura 11.9. Aggiungere nodi al contorno.

quiries to esru@strath.ac.uk

Components

Name	Type	Description ...	
a long_win	110	Specific air flow opening	$m = \rho \cdot f(A, dP)$
b long_cr	120	Specific air flow crack	$m = \rho \cdot f(W, L, dP)$
c door_cr	120	Specific air flow crack	$m = \rho \cdot f(W, L, dP)$
d upper_win	40	Common orifice flow component	$m = \rho \cdot f(C_d, A, \rho, dP)$
e upper_cr	120	Specific air flow crack	$m = \rho \cdot f(W, L, dP)$
f extract	30	Constant vol. flow rate component	$m = \rho \cdot a$

+ add/delete/copy component
? Help
- Exit

Figura 11.10. I componenti completati.

Il passo successivo è quello di definire i nodi al contorno. Fallo basandoti sulle informazioni nella tavola sopra. Per ciascun nodo al contorno ti sarà chiesto di nominare una superficie dove si trova l'apertura. Questo predispone l'orientamento del nodo al contorno così che le direzioni del vento possano essere risolte. Il centro della superficie diventa l'altezza del nodo. Quando ti è chiesto di confermare l'altezza, controlla le note (non sei contento di avere fatto questa annotazione?).

Ti sarà anche chiesto quale coefficiente di pressione usare e per questo esercizio seleziona “1:1 sheltered wall” (parete protetta con proporzioni 1:1, NdT) per ciascuna connessione. Il risultato dovrebbe assomigliare alla figura 11.9. Questo è un buon momento per salvare la rete!

Componenti

L'operazione successiva è quella di creare i componenti. Fallo sulla base delle informazioni nelle tue note. Ciascun componente necessita di un nome e, dipendentemente dal tipo di componente, ci saranno uno o più attributi da definire. L'ordine in cui crei i componenti non è importante. Quando definisci la ventola di estrazione come un componente del tipo “constant volume flow rate” (tasso di flusso a volume costante, NdT) nota i vari modi attraverso i quali puoi definire il tasso di flusso. Il tasso di ricambio d'aria all'ora è particolarmente utile nelle fasi preliminari, quindi usa quello (che equivale a $0,01667\text{m}^3/\text{s}$ in ragione del volume della stanza per le visite).

Quando i componenti saranno completati, dovrebbero assomigliare a quelli mostrati nella figura 11.10. Salva ancora la tua rete. Puoi anche usare l'opzione “browse network” per passare in rassegna i dati che hai fornito.

Connettere i nodi e i componenti

Il passo successivo è quelli di collegare i nodi e i componenti per formare la rete. Ciascuna connessione ha un nodo iniziale, un componente e un secondo nodo. Ti è chiesto di specificare la differenza di altezza dal componente dal punto di vista di ciascun nodo. L'ordine che darai non è critico, eccezione fatta per la ventola di estrazione. Il flusso nella direzione dal nodo iniziale al secondo è riportato come un numero positivo.

Avere un *pattern* coerente nel definire le connessioni aiuta. Un pattern comune per le connessioni che coinvolge i nodi al contorno: usa il nodo al contorno come nodo iniziale, così che il flusso verso il vano sia riportato come un numero positivo. Alcuni utenti definiscono prima tutti i collegamenti con i nodi al contorno e poi definiscono i collegamenti tra i nodi interni.

Un altro pattern è quello della definizione delle differenze in altezza. I nodi al contorno sono stati definiti all'altezza delle aperture, così che la differenza di altezza dalla posizione del nodo al contorno risulta essere sempre zero. E se una connessione usa un componente dove la convezione di origine termica è fuori questione, (come il componente “constant volume flow”), allora specifica *zero* come differenza di altezza.

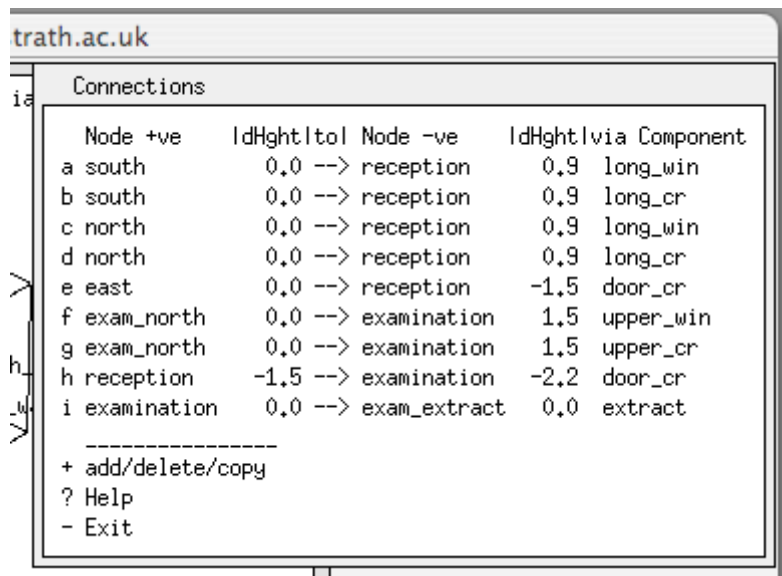


Figura 11.11. Le connessioni completate.

“

```

7 6 9 1.000 (nodes, components, connections, wind reduction)
Node Fld. Type Height Temperature Data_1 Data_2
reception 1 0 1.5000 20.000 0.0000 120.00
examination 1 0 2.2500 20.000 0.0000 60.001
south 1 3 2.3750 0.0000 9.0000 180.00
north 1 3 2.3750 0.0000 9.0000 0.0000
exam_north 1 3 3.7500 0.0000 9.0000 0.0000
exam_extract 1 3 3.5000 0.0000 9.0000 90.000
east 1 3 0.10000 0.0000 9.0000 90.000
Component Type C+ L+ Description
long_win 110 2 0 Specific air flow opening m = rho.f(A,dP)
1. 1.
long_cr 120 3 0 Specific air flow crack m = rho.f(W,L,dP)
1. 0.004999999989 3.
door_cr 120 3 0 Specific air flow crack m = rho.f(W,L,dP)
1. 0.009999999978 0.800000012
upper_win 40 3 0 Common orifice flow component m = rho.f(Cd,A,rho,dP)
1. 1.5 0.5
upper_cr 120 3 0 Specific air flow crack m = rho.f(W,L,dP)
1. 0.004999999989 3.
extract 30 2 0 Constant vol. flow rate component m = rho.a
1. 0.0166670009
+Node dHght -Node dHght via Component
south 0.000 reception 0.875 long_win
south 0.000 reception 0.875 long_cr
north 0.000 reception 0.875 long_win
north 0.000 reception 0.875 long_cr
east 0.000 reception -1.500 door_cr
exam_north 0.000 examination 1.500 upper_win
exam_north 0.000 examination 1.500 upper_cr
reception -1.500 examination -2.250 door_cr
examination 0.000 exam_extract 0.000 extract

```

“

Figura 11.12. Il file relativo alla rete di flusso in ESP-r.

Prenditi il tempo che ci vuole per evitare di dovere ridefinire delle connessioni. Per questo esercizio ci sono tre set di connessioni parallele riguardanti le finestre e le fessure. Quando definirai una connessione parallela, l'interfaccia chiederà la conferma. L'interfaccia chiederà se vuoi auto-generare le connessioni. Per questo esercizio, scegli no.

Dritta: man mano che crei le connessioni, fai un visto al tuo schizzo, così da registrare la progressione. E' facile duplicare una connessione, o, peggio ancora, saltare il passaggio di crearla.

Verificare i tuoi dati

L'ultimo passaggio è quello di confermare i legami tra i nodi del flusso e le zone termiche. Cerca l'opzione "link nodes and zones" nell'interfaccia. Quando avrai completato questa operazione, l'interfaccia assomiglierà alla figura 11.11. Salva ancora la rete. Dopo essere usciti dal menu relativo alla rete, è anche una buona idea generare un rapporto per l'assicurazione della qualità. Quando guardi un rapporto per l'assicurazione della qualità, presta particolare attenzione ai valori "Z" per i componenti. Se i due valori "Z" differiscono, potresti avere fatto un errore nella differenza di altezza da ciascuno dei nodi.

La descrizione della rete è scritta in un file di ESP-r nella cartella "nets" del tuo modello. Il file mostrato nella figura 11.12 è riferito all'ufficio medico.

11.7 Calibrazione dei modelli di flusso

Avendo aggiunto una rete di flusso al modello, vediamo se il modello funziona e poi se i flussi d'aria in questione hanno senso. Che cosa potremmo cercare? Le finestre sono aperte e così ci si aspetterebbero dei flussi significativi, specialmente in giorni caratterizzati da consistente velocità del vento, dove potrebbe verificarsi fino a un ricambio d'aria al minuto. Vogliamo includere nella nostra analisi i giorni che abbiano una varietà di velocità dell'aria e di direzioni del vento.

Potremmo anche desiderare di identificare alcuni giorni dove è probabile il surriscaldamento, così che aggiungendo controlli alle finestre e alla ventola di estrazione possiamo migliorare le condizioni termiche nei vani.

Per l'analisi iniziale, seleziona il periodo di simulazione di una settimana in aprile e resetta il passo temporale della simulazione a 10 minuti.

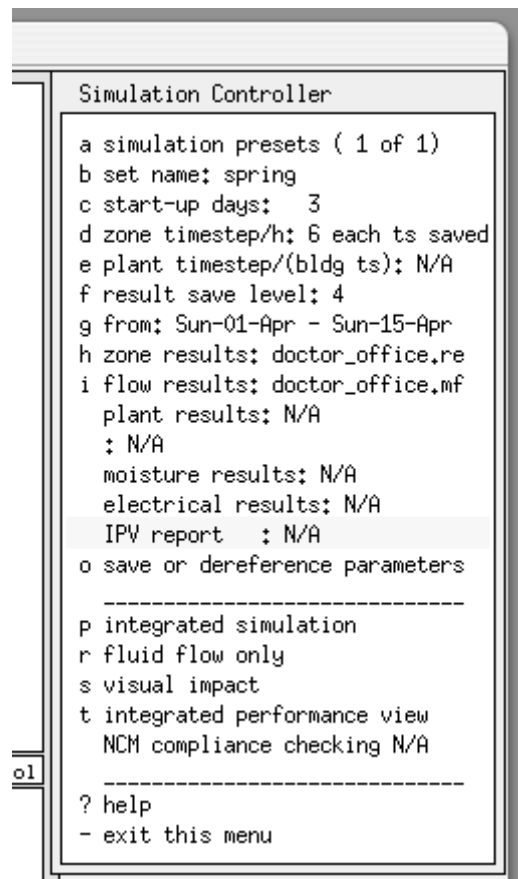


Figura 11.13. Parametri di simulazione per una analisi primaverile.

Quando chiediamo una simulazione integrata vengono effettuati una serie di controlli sul modello per assicurare che esso sia corretto sia sintatticamente, sia in relazione alle dipendenze del modello stesso. Durante la simulazione, se l'opzione "monitoring" è attivata (come in figura 11.14) le temperature interne risulteranno vicine a quella ambiente (linea nera) nella reception (dove c'è ventilazione incrociata), e vi saranno temperature più alte nella stanza delle visite, dove il flusso è limitato dalla ventilazione monoaffaccio e dalla fessura sotto la porta. Chiaramente, c'è bisogno di controllare l'apertura della finestre per evitare il freddo nella stanza.

Grafici e tavole

Prima di aggiungere controlli alla rete di flusso, guarda le previsioni relative al flusso per vedere quale delle relazioni o dei grafici forniscono informazioni utili. Avvia il modulo "results analysis": vi verranno utilizzate le ultime previsioni simulate.

Un buon posto per partire sono le funzioni "graph" e, nell'ambito di queste, il grafico "Time:var", dove possiamo guardare l'energia incorporata nel movimento dell'aria. Selezionare "climate -> ambient temperature" e "temperatures -> zone temperature" e "zone flux -> infiltration" fornirà una buona panoramica (figura 11.15). Come dalle attese, il raffreddamento prodotto dall'infiltrazione nella stanza delle visite è minimo. Il raffreddamento da infiltrazione (l'implicazione energetica del

movimento dell'aria) nella reception varia tra 0 W e 1000 W. Quando le differenze di temperatura si riducono, si riduce anche l'uso di energia.

E c'è anche il caso in cui il volume del flusso cambi la grandezza del consumo di energia. Per verificarlo dobbiamo usare una funzione grafica differente. Usa l'opzione "Network flow ->" e richiedi "volume flow rates -> total" per il nodo in ingresso per i due vani. I tassi di flusso mostrati nella figura 11.16 dovrebbero essere simili ai pattern che vedi nel tuo modello.

Considera come un investimento il tempo speso nel modulo "results analysis", decidendo da te quali rapporti e quali grafici ti aiutano a comprendere i pattern di flusso. Molti professionisti sono rimasti fregati da un'ispezione sbrigativa dei pattern di flusso!

E' adesso il momento di introdurre qualche controllo nella nostra rete di flusso, così che le finestre risultino aperte solo quando appropriato. E se troviamo che i flussi sono insufficienti, allora verrà aggiunto qualche controllo per la ventola di estrazione.

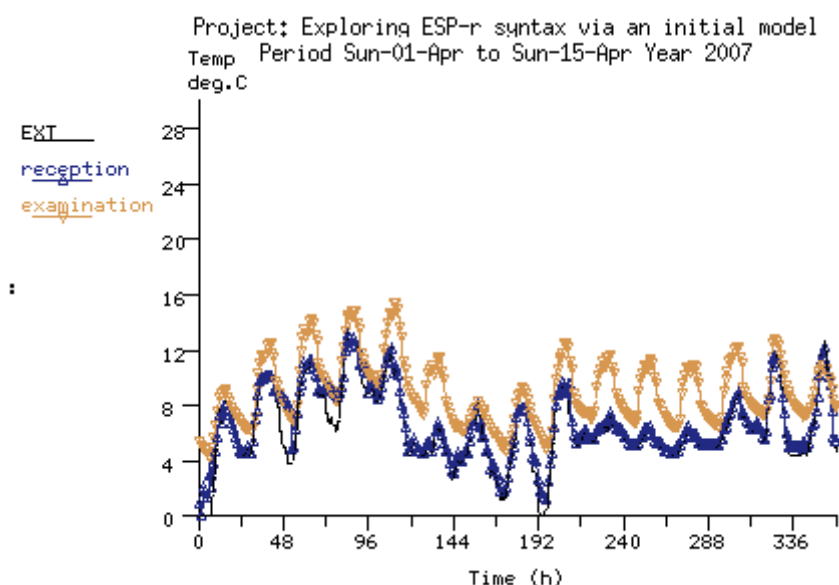


Figura 6.14. Temperature durante le analisi relativa alla primavera.

Lib: doctor_office.res; Results for doctor_office spring network
 Period: Sun-01-Apr@00h05(2007) to Sun-15-Apr@23h54(2007) : sim@10m, output@10m
 Zones: reception examination

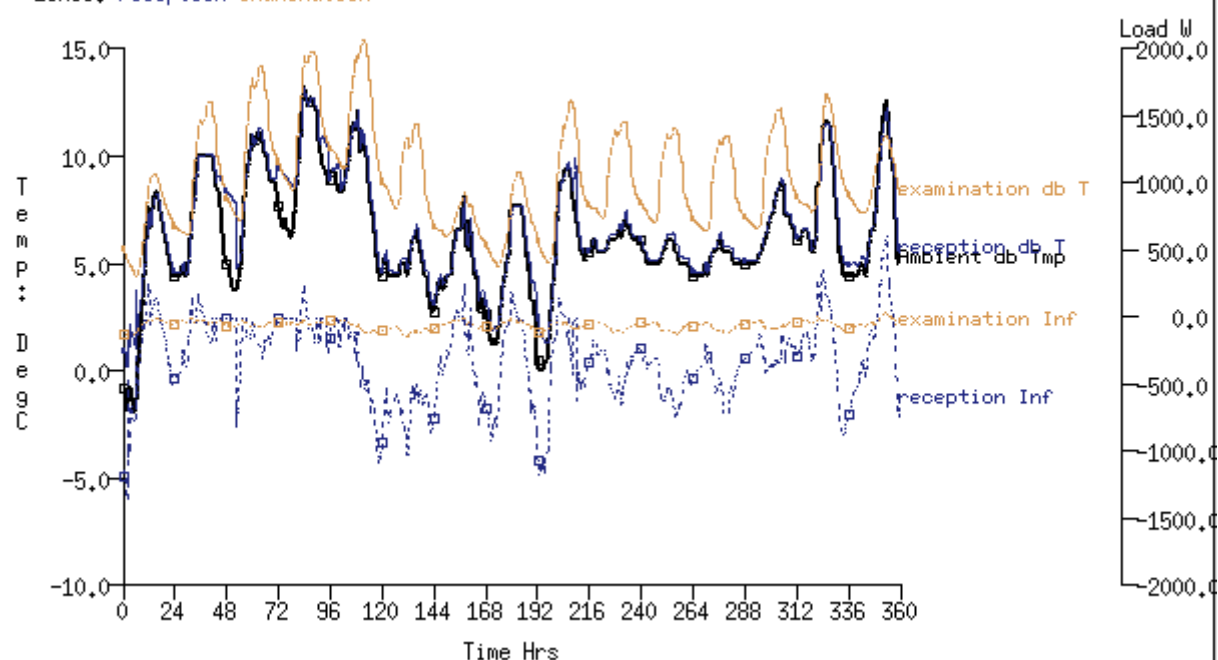


Figura 6.15. Temperature e raffreddamento dell'aria durante l'analisi relativa alla primavera.

Lib: doctor_office.mfr; Results for doctor_office spring network
 Period: Sun-01-Apr@00h05(2007) to Sun-15-Apr@23h54(2007) : sim@10m, output@10m

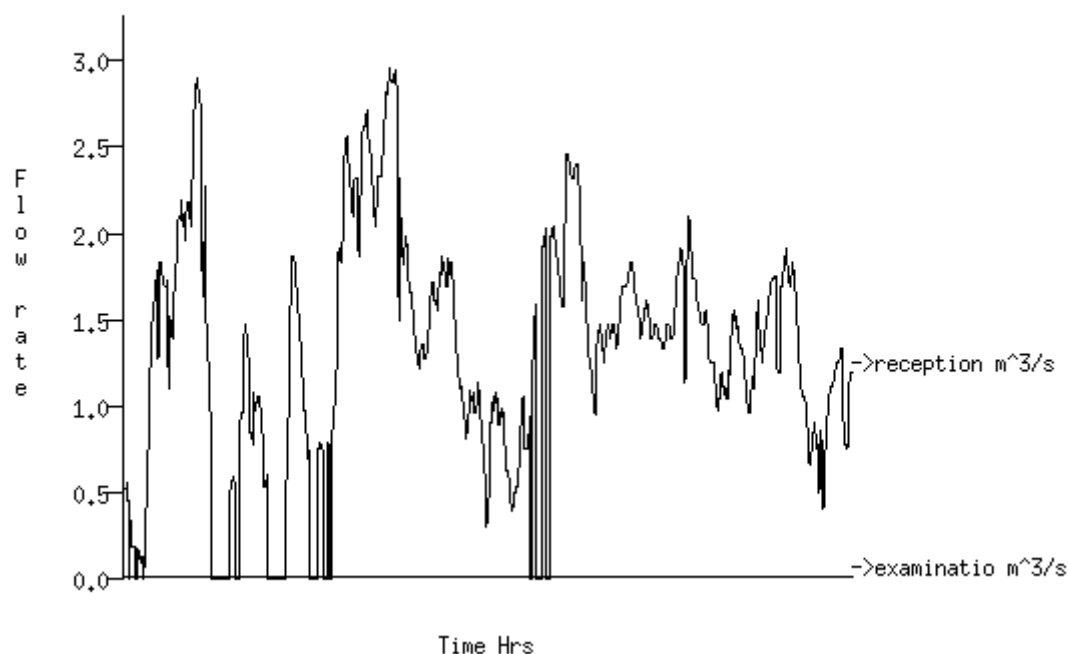


Figura 6.16. Temperature e raffreddamento dell'aria durante l'analisi relativa alla primavera.

11.8 Controlli di flusso

Come in un controllo di zona ideale, la rete di flusso usa una struttura del tipo *sensore > controllore > attuatore* per definire i cicli di controllo di flusso. Un ciclo di controllo rileva uno specifico tipo di dato in una specifica posizione. Il valore rilevato è controllato da una legge di controllo e l'attuazione del controllo è applicata al componente associato a una specifica connessione di rete. Una giornata può essere suddivisa in vari periodi di controllo con differenti leggi o dettagli di leggi di controllo. Un certo numero di cicli di controllo può essere usato in serie o in parallelo per implementare regimi di controllo complessi.

In ciascun passo temporale della simulazione il solutore dei flussi prende la condizione corrente e prevede il flusso. Le previsioni dei flussi sono passate al solutore della zona, che genera un nuovo insieme di condizioni da usare da parte del solutore di flusso nel passo temporale successivo.

La logica di controllo è testata a ciascun passo temporale. Se stiamo approssimando degli attuatori a risposta rapida, la frequenza della simulazione dovrebbe tenere conto di questo, per quanto possibile. Correntemente, la frequenza più alta supportata da ESP-r è di un minuto di passo temporale per i domini della zona e del flusso.

Per quanto concerne l'ufficio medico, nella versione non controllata del modello, come passo temporale sono stati usati 10 minuti. Ciò risulta in un controllo leggermente “appiccicoso”, così che dobbiamo prestare attenzione alle previsioni per vedere se questo è un problema.

Sensori di flusso e attuatori

In ESP-r un sensore di flusso è definito dalla sua posizione e dal tipo di valori che può rilevare. Questi includono la temperatura, la differenza di temperatura, la pressione, la differenza di pressione, i tassi di flusso, l'umidità, etc. in corrispondenza dei nodi nel sistema. E' anche possibile rilevare le temperature nelle zone o nel file climatico.

La maggior parte dei componenti di flusso sono in grado di essere controllati. Il controllo è espresso come una modifica di un attributo del componente. Per esempio, un valore di controllo dell'attuatore di 0.6 applicato a una finestra di 1.0 m² risulterebbe in una superficie apribile di 0.6 m².

Il controllo può anche essere imposto su specifica istanza di un componente, e quindi risulta possibile controllare la finestra affacciata a sud nella reception usando una logica di controllo differente da quella usata per la finestra affacciata a nord.

Leggi per il controllo del flusso

La gamma di leggi di controllo include “on/off”, “range based”, “proportional control” e “multi-sensor control”, dove la legge di controllo può includere la logica di controllo AND o OR da varie condizioni rilevate.

Un controllo ON/OFF ha un singolo livello di temperatura di soglia (*setpoint*) e attributi che determinano se il controllo agisce direttamente (ON sopra il *setpoint*) o indirettamente (ON sotto il *setpoint*), così come la frazione dell'area nominale da usare quando in posizione ON.

Un controllore di flusso multisensore è un controllore di tipo ON/OFF che include la definizione di più di una posizione rilevata, così come una logica da applicare di tipo AND oppure OR. In alcuni casi, un controllore di flusso multisensore può rimpiazzare una serie di controlli individuali (come descritto nella figura 11.4).

Il controllo di tipo “range-based” (basato sull'escursione, NdT) usa l'area nominale o il tasso di flusso del componente, ma passa a un tasso/area alternativo in funzione delle condizioni riscontrate – tasso basso se sotto la temperatura di *setpoint* bassa; tasso medio se sotto la temperatura di *setpoint* media; tasso alto se sopra la temperatura di *setpoint* massima, come mostrato in figura 11.17.

Range based flow controller details

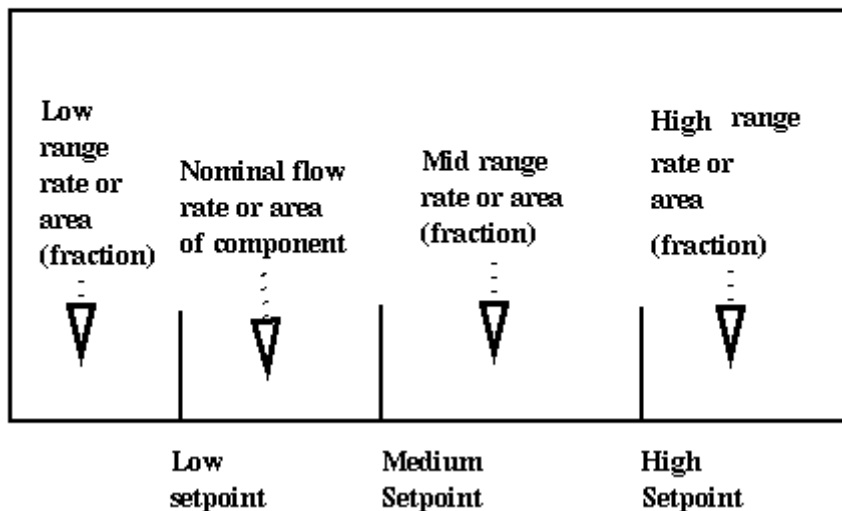
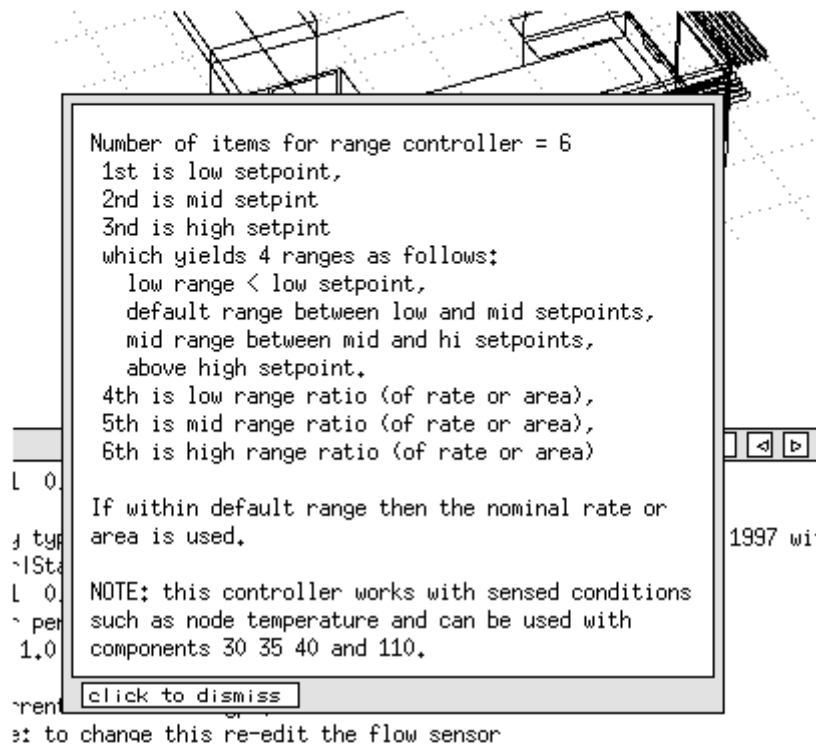


Figura 11.17. Panoramica dei controlli basati sull'escursione.

Per quanto riguarda l'ufficio medico, la rete di flusso iniziale includeva componenti costituiti da finestre che rappresentavano uno stato completamente aperto. In realtà, gli occupanti probabilmente aprirebbero una finestra solo quando necessario. A differenza dei controlli automatici, gli occupanti tenderebbero a implementare un controllo lento, ritardatario (rimandando l'aggiustamento). Quali tipi di controllo potrebbero approssimare questo?

- Controllo di tipo “ON/OFF”, con ON espresso come una frazione nominale dell'aria di apertura – questo sarebbe equivalente a chiudere la finestra sotto a una certa temperatura di soglia (*setpoint*) e aprirla sopra questo valore di una percentuale X dell'area nominale.
- Controlli proporzionali, dove l'area nominale varia tra due valori. Alcuni occupanti non eserciterebbero questo controllo fine (e continuo).
- Controlli basati sull'escursione (*range based*, NdT). Questi potrebbero essere usati per un controllo che riducesse l'area delle finestre se la temperatura del vano fosse vicina alla temperatura di *setpoint* per il riscaldamento o il raffrescamento. Nella fascia inattiva tra il riscaldamento e il raffrescamento tale controllo consentirebbe il raffrescamento per ventilazione naturale prima usando l'area nominale della finestra e poi, se necessario, un'area aggiuntiva. Sarebbe necessario ridefinire l'area nominale della finestra per rappresentare la situazione di “parzialmente aperto” anziché “tutto aperto”.

Nel caso in cui gli occupanti stessero manipolando le finestre, i periodi di controllo dovrebbero corrispondere al periodo di occupazione con una legge di controllo alternativa per il periodo non occupato. In alcuni edifici potrebbe essere adottata la strategia di limitare l'apertura delle finestre dopo l'orario di lavoro per limitare il potenziale danno dovuto alla pioggia. Se i dispositivi di apertura e chiusura (*dampers*, NdT) automatici stessero manipolando le aperture, sarebbe necessario trovare una combinazione di leggi di controllo che rifletta il regime in atto.

Suggerimento: una volta che viene specificato un ciclo di controllo di flusso, esso può essere copiato e associato con altre connessioni di flusso.

Per la nostra prima implementazione di controlli di flusso, usiamo un controllo di tipo ON/OFF per ciascuna delle finestre consentendo loro di aprirsi per il 25% della loro area nel caso in cui la temperatura salga sopra 22 °C. Definiremo il controllo una volta e poi copieremo il ciclo di controllo e lo assoceremo con l'altra finestra. E faremo accendere la ventola di estrazione nel caso in cui la temperatura nella stanza delle visite superi 24 °C. Di notte terremo la finestra chiusa ponendo la temperatura di *setpoint* per la finestra a 100 °C.

11.9 Alla tastiera...

Prima le cose più importanti. Fa un backup del tuo modello. Per definire i controlli di flusso usa l'opzione “Browse/Edit -> Controls -> network flow” e accetta il nome del controllo suggerito. Inizia con il modificare la linea di descrizione del controllo di flusso e dà una descrizione del controllo di flusso incluso. Aggiungi il primo ciclo, che sarà usato per definire il regime di apertura della finestra (chiusa di notte e nei week-end e aperta per il 25% sopra 22 °C) durante i giorni feriali dalle 8.00 alle 18.00 (figura 11.18).


```

Controls

a control focus >> vent/hydronic
b description: no overall control descript
c description: ON/OFF control for windows
  loops      : 0

-----
cntll sensor |actuator|day |valid |period
loop|location|location|type|during|in day
-----
+ add/delete/copy control loop or day type
! list or check current control data
> save control data
? help
- exit this menu

```

Figura 11.18. Interfaccia del ciclo di controllo prima di aggiungere dei periodi.

```

Controls

a control focus >> vent/hydronic
b description: no overall control descript
c description: ON/OFF control for windows
  loops      : 1

-----
cntll sensor |actuator|day |valid |period
loop|location|location|type|during|in day
e  1 -4  0  0 -4  0  0 wkd  1 365  3
f                               Sat  1 365  1
g                               Sun  1 365  1
-----
+ add/delete/copy control loop or day type
! list or check current control data
> save control data
? help
- exit this menu

```

Figura 11.19. Interfaccia del ciclo di controllo dopo avere aggiunto dei periodi.

Selezione il tipo di giorno 'wkd' (*week day*, giorno feriale, NdT) e definisci il sensore e l'attuatore per la connessione di flusso per la finestra a sud della reception (figura 11.19). Il sensore dovrebbe essere posizionato in corrispondenza del nodo di flusso della reception. E quando ti si chiederà l'attuatore di flusso scegli “single flow connection” e poi la connessione rilevante che usa il componente di flusso “long_win”.

Poi modifica i dati relativi a 'wkd'. Il primo periodo è di non occupazione, così usa una temperatura di *setpoint*. Dopo la modifica, l'interfaccia dovrebbe assomigliare a quella rappresentata in figura 11.20.

Quando inserisci i dati per i sabati e le domeniche, non c'è bisogno di ridefinire il sensore e l'attuatore (i cicli di controllo di flusso usano la stessa posizione di sensore e di attuatore per tutti i tipi di giorni e tutti i periodi). Dopo avere definito tutti i tipi di giorni, salva il file di controllo. Per usare una logica simile per la finestra a nord nella reception, copia il primo ciclo e riassegna il sensore e l'attuatore. Una volta che tutti i tipi di giorno siano stati definiti, salva il file di controllo. Per usare ancora questa logica per la stanza delle visite, copia il secondo ciclo di controllo e riassegna il suo sensore e il suo attuatore. E' una buona idea prendere nota di quale ciclo di controllo corrisponda a ciascuna finestra.

La ventola di estrazione probabilmente sarà di tipo semplice, abbinata a un semplice termostato che non sa in quale giorno si sia. Il controllo dovrebbe tenere conto di questo avendo un giorno tipo e un periodo. Tale controllo rileverà la temperatura in corrispondenza del nodo "Examination" (stanza delle visite, NdT) e la connessione relativa alla ventola di estrazione si troverà dove agisce il controllo.

Aggiorna il file di controllo, genera un nuovo rapporto per l'assicurazione della qualità e guarda i dettagli e le tue note per vedere se è tutto corretto.

Lancia nuovamente la simulazione. Se attivi "monitoring" durante la simulazione, potresti vedere qualcosa di simile alla figura 11.21. Adesso le temperature in entrambe le stanze sono molto più vicine ed entrambe sono più alte della temperatura ambiente. Se usiamo lo strumento "results analysis" e guardiamo il flusso entrante nella reception, il tasso di flusso è basato sulla componente fessura, perché la temperatura non ha superato il livello di soglia.

iger: enquiries to esru@strath.ac.uk

Control periods									
function 1 day type 1									
number of periods: 3									

perl	start	sensed	lactu	ated	control	law	data		
no.	time	property	property						
a 1	0.00	dry bulb	>	flow	on / off		100.00	1.00	0.25
b 2	8.00	dry bulb	>	flow	on / off		22.00	1.00	0.25
c 3	18.00	dry bulb	>	flow	on / off		100.00	1.00	0.25

* add/ delete a period									
? help									
- exit									

Figura 11.20. Dettagli del periodo del ciclo di controllo.

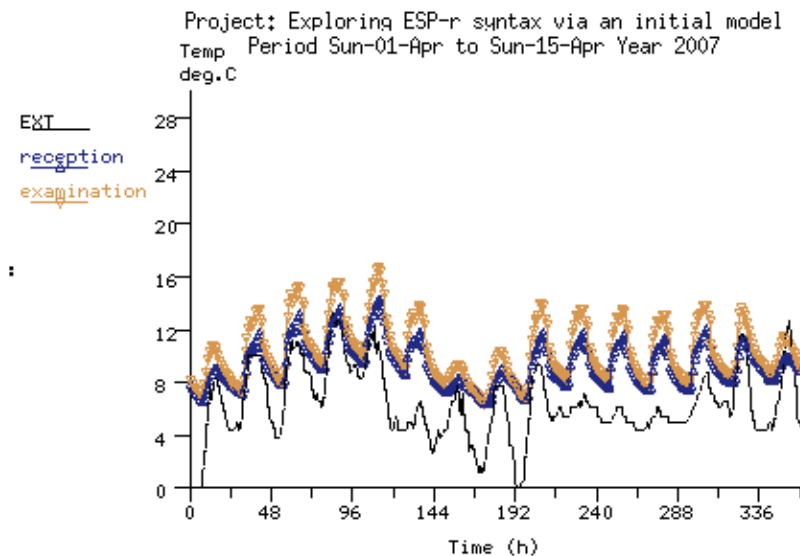


Figure 11.21. La simulazione relativa alla primavera va avanti con finestre controllate.

Seleziona un periodo più caldo dell'anno, per esempio la prima settimana di luglio, e conferma che il controllo stia lavorando. Verificando la simulazione (figura 11.22), possiamo vedere che la stanza delle visite sembra avere un picco a 24 °C (che è anche la temperatura di *setpoint* per la ventola di estrazione) e che ci sono alcuni rapidi cambiamenti nella reception attorno al livello 22 °C. Poiché la stanza delle visite è limitata al flusso sotto la porta, essa non è interessata da quasi nessun movimento dell'aria, finché la ventola di estrazione si accende.

L'implicazione energetica dell'apertura della finestra si vede chiaramente quando rappresentiamo “zone flux -> infiltration” nel modulo “results analysis”. Le finestre si aprono per poco tempo, eccezione fatta che nell'ultimo giorno, quando risultano aperte per varie ore. Anche la ventola di estrazione è accesa per poche ore, eccetto che nei giorni più caldi, quando anch'essa è in funzione per varie ore.

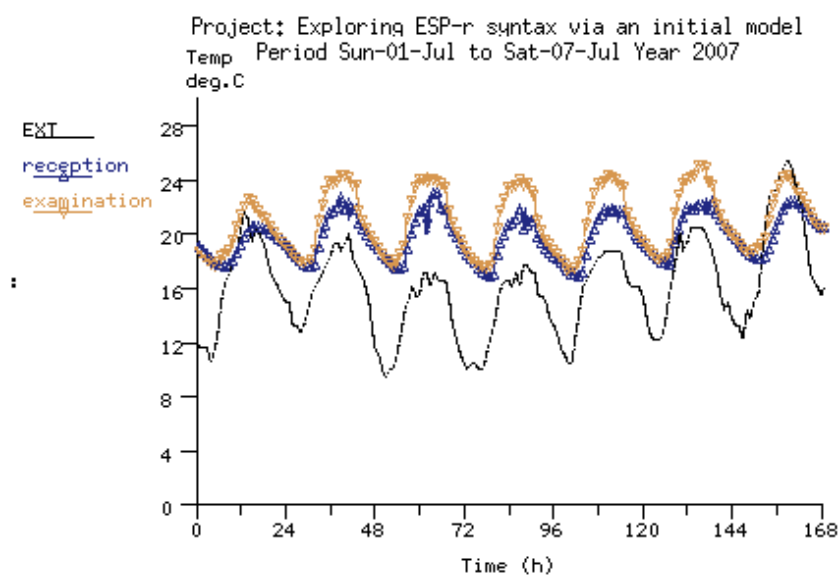


Figura 11.22. Periodo caldo con finestre controllate.

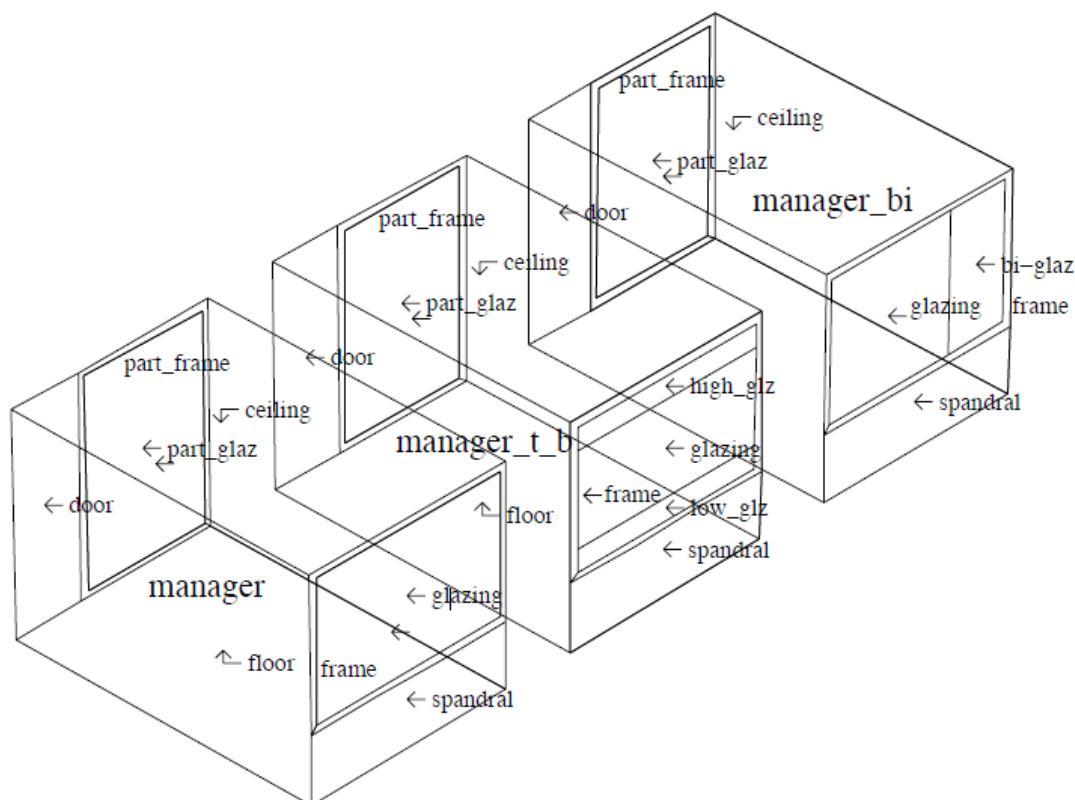


Figura 11.23. Rappresentazione wireframe di tre stanze oggetto della prova.

11.10 Rappresentazione delle finestre

Questa sezione del *Cookbook* è un work-in-progress.

Il primo esercizio utilizzava una rappresentazione semplice delle aperture delle finestre. Molti tipi di finestre richiedono che si adattino i percorsi dei flussi e i componenti. La discussione seguente usa un modello con tre zone adiacenti (figure 11.23 e 11.24) che differiscono per i dettagli della finestra. La zona “manager” ha una semplice apertura di finestra e un semplice componente. La seconda zona ha una finestra a ghigliottina e usa una connessione superiore e una connessione inferiore per rappresentare questo. La terza zona ha una finestra alta e stretta dove è possibile un flusso bidirezionale e dove è usato un componente bidirezionale.

In questo caso creiamo un modello iniziale in cui le finestre sono nella posizione aperta. A causa del fatto che possiamo aggiungere dei controlli in seguito, la rete include due connessioni per apertura, una per la finestra e una per la fessura, che può operare come un *bypass* nel caso in cui la finestra sia completamente chiusa.

Queste combinazioni di finestre e fessure si vedono in molti tra i modelli di esempio. Quando la finestra è aperta (anche parzialmente), la fessura non ha quasi nessuna influenza sulla soluzione. Se la finestra viene chiusa, allora la fessura assicura che lo stato *chiuso* consenta un flusso per quanto limitato, così che il solutore non vada in *crash*. E visto che le finestre senza infiltrazioni dal telaio sono rare, il componente *fessura* è una rappresentazione migliore del percorso del flusso che la definizione di un’apertura molto piccola.

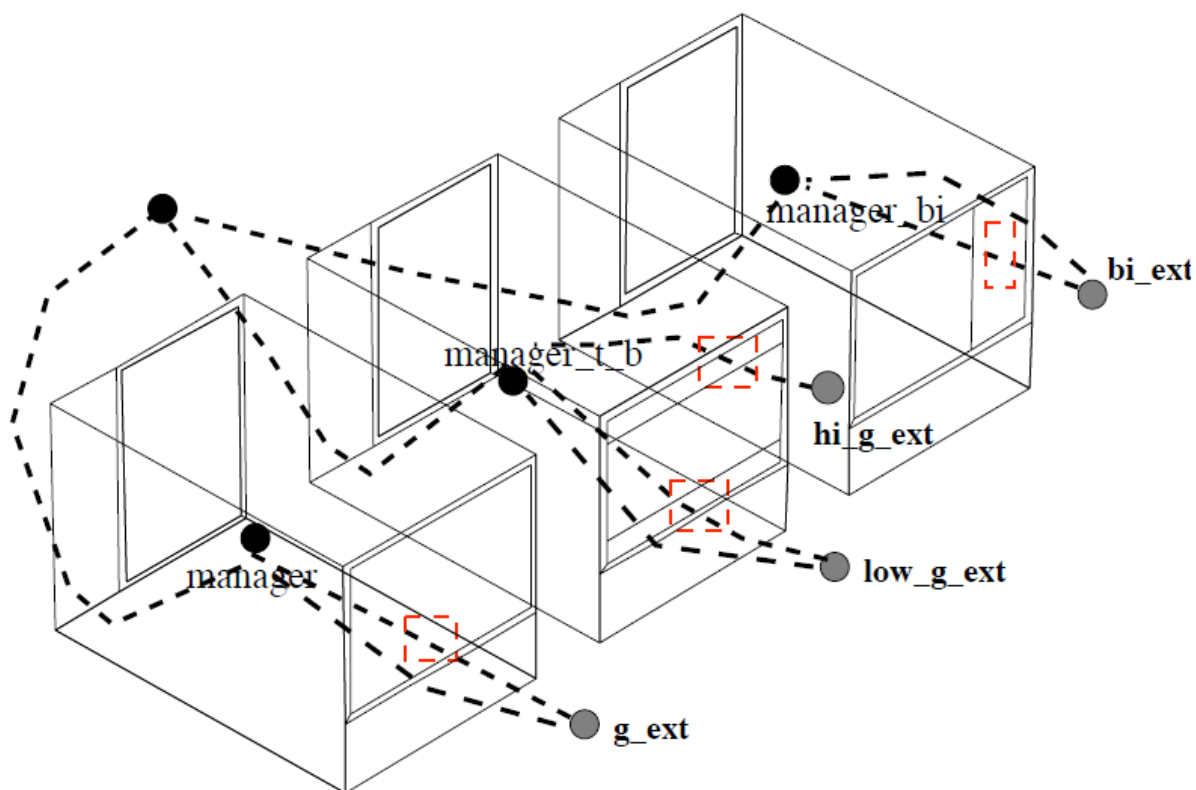


Figura 11.24. La rete nelle tre stanze di test.

- Ciascuna zona ha una connessione fessura-di-finestra verso l'esterno. Il componente fessura ("window_crack") è 2,0 m x 5 mm ed è usato molte volte;
- ciascuna zona ha una fessura di porta verso uno spazio adiacente (che non è geometricamente definito). Questo componente fessura ("door_crack") è 0,8 m x 10 mm ed è usato molte volte;
- ciascun nodo di spazio dovrebbe essere definito in modo tale da usare la temperatura corrente del nodo di flusso nella prima zona;
- il vano "manager" ha una apertura di finestra ("window1.67"), che è 1.67 m² ed è definita e usata una volta;
- il vano "manager_t_b" (con finestra superiore e inferiore) necessita di 2 finestre ("win_up_.884" e "win_low_.884") che sono definite separatamente;
- il vano "manager_bi" (con un'apertura di flusso bidirezionale). Il componente ("win_bi") è largo X m, alto Y m, ha un coefficiente di scarico (*discharge coefficient*, NdT) di 0.6 e la distanza del nodo adiacente dalla sua base è X. A causa del fatto che la distanza dalla base della porta al nodo di zona adiacente può differire, può qui essere necessario definire componenti bidirezionali per l'uso in differenti contesti;

- i nodi al contorno sono definiti alla specifica altezza dell'apertura o della fessura con cui sono associati. Questo consente una differenza di altezza tra il nodo al contorno e il componente pari a 0.

“

```

      8      6  7   1.000   (nodes, components, connections, wind reduction)
Node      Fld. Type Height Temperature Data_1 Data_2
manager   1  0   1.5000   20.000      0.    40.501
manager_t_b      1  0   1.5000   20.000      0.    40.501
manager_bi  1  0   1.5000   20.000      0.    40.501
gl_ext     1  3   1.9500      0.    5.0000   180.00
low_glz_ext      1  3   1.1500      0.    5.0000   180.00
hi_glz_ext  1  3   2.7500      0.    5.0000   180.00
bi_glz     1  3   1.9500      0.    5.0000   180.00
adjacent   1  0   0.5000E-01      manager      0.    40.501
Comp      Type C+ L+ Description
door_crack 120  3      0 Specific air flow crack      m = rho.f(W,L,dP)
1.00000      5.00000E-03 0.800000
win_1.68    110  2      0 Specific air flow opening      m = rho.f(A,dP)
1.00000      1.68000
win_low.84  110  2      0 Specific air flow opening      m = rho.f(A,dP)
1.00000      0.840000
hi_win.84   110  2      0 Specific air flow opening      m = rho.f(A,dP)
1.00000      0.840000
bi_win      130  5      0 Specific air flow door      m = rho.f(W,H,dP)
1.00000      0.880000   1.88000   0.600000   0.600000
win_crack   120  3      0 Specific air flow crack      m = rho.f(W,L,dP)
1.00000      5.00000E-03 2.00000
+Node      dHght -Node      dHght Comp Snod1 Snod2
gl_ext     0.000 manager      0.225 win_1.68
low_glz_ext 0.000 manager_t_b -0.175 win_low.84
hi_glz_ext 0.000 manager_t_b  0.625 hi_win.84
bi_glz     0.000 manager_bi   0.225 bi_win
adjacent   0.000 manager      -0.725 door_crack
adjacent   0.000 manager_t_b -0.725 door_crack
adjacent   0.000 manager_bi   -0.725 door_crack

```

“

Figura 11.25. Il file della rete di ESP-r relativo alle aperture nel modello.

I nodi possono essere generati automaticamente per ciascuna zona; i dati sono desunti dalla zona (volume, altezza di riferimento, etc). I nodi interni si trovano usualmente ad una pressione sconosciuta. Definisci i nodi al contorno per riflettere la posizione delle aperture nella facciata.

Assicurati che i nomi dei tuoi componenti corrispondano a quelli dello schizzo! Un componente può essere usato in diverse posizioni. Se il controllo deve essere applicato, possono essere utili nomi unici di componenti e alcune duplicazioni dei componenti (per esempio “win_low.84” e “hi_win.84”).

Le connessioni dovrebbero raccontare una storia! Connessioni parallele – per esempio una apertura e una fessura – sono utili se deve essere applicato un controllo.

Suggerimento: fai dei visti al tuo schizzo man mano che vengono realizzate le connessioni.

La figura 11.25 è una copia del file completato che include gli attributi dei nodi, i componenti e le connessioni. Quando lavori alla rete fai riferimento a questo gruppo di dati.

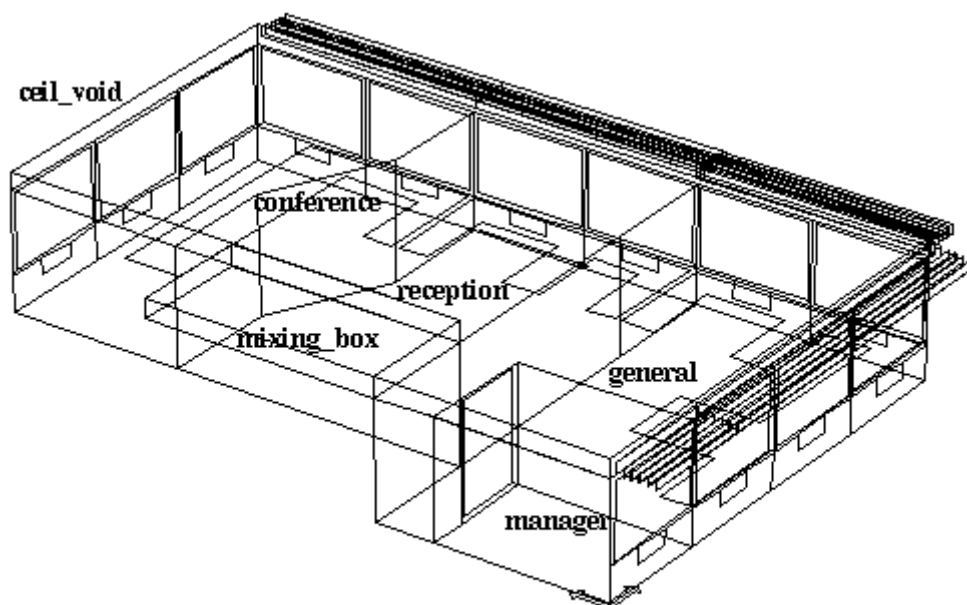
11.10.1 Selezione dei componenti

Quale definizione di finestra funziona meglio?

- Un'apertura al flusso lavora solo in una direzione, e quindi nel caso di ventilazione da un lato solo il flusso può risultare ridotto;
- un componente bi-direzionale è inteso per porte e quindi devono essere usate attenzioni nell'usarlo per finestre;
- un flusso bi-direzionale può essere approssimato con un paio di aperture al flusso monodirezionali. Gli effetti di convezione termica vengono calcolati se sono specificate le altezze corrette.

Nessuno dei componenti disponibili tiene conto dei cambiamenti di pressione ad alta frequenza che sono la forza prevalente nella ventilazione da un lato singolo. Quando si porta avanti una analisi su questo tipo di modello, l'apertura di una finestra semplice nella zona “manager” risulta interessata da quasi nessun flusso. Questo deriva dal fatto che questo tipo di flusso è supportato in una sola direzione in ciascun passo temporale. Il componente limitante è la fessura sotto la porta. I tassi di flusso previsti per la finestra a ghigliottina e il componente a flusso bidirezionale sono più in linea con le aspettative.

Questo non implica che non si dovrebbero usare componenti di flusso semplici. Solo che essi sono una rappresentazione insoddisfacente nel caso di ventilazione da un singolo lato.



Project: Office model for network flow studies

Figura 11.26. Parte di un edificio per uffici.

11.11 Programmi orari versus reti

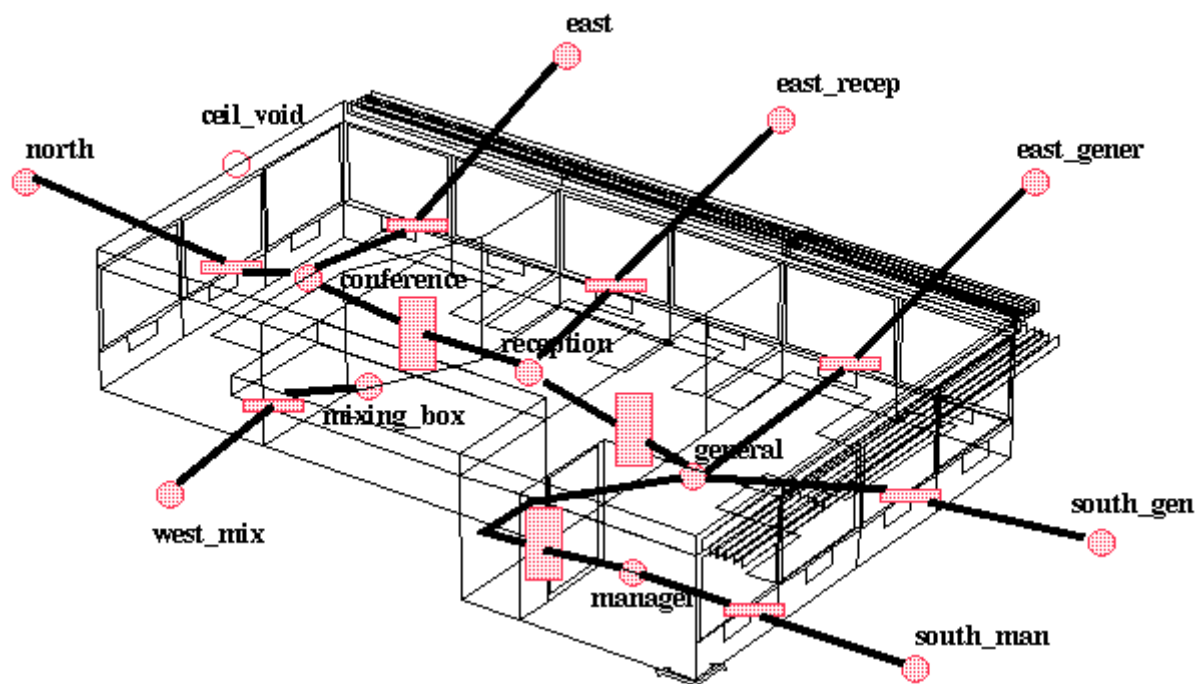
Questa sezione del *Cookbook* è un work-in-progress.

Adesso ci volgiamo a una applicazione pratica di una rete in una parte di edificio per uffici (che include una reception, una stanza per conferenze, un ufficio generico a pianta aperta e ufficio a cellule). Eccetto che per l'ufficio a cellule, ciascuno degli spazi è sostanzialmente aperto nei confronti degli altri (la sala per conferenze è solo occasionalmente chiusa). La facciata è di vecchio tipo e si suppone che sia di scarsa tenuta all'aria.

Ai fini dello studio delle reti di flusso, il caso è ottimo per esplorare le opzioni per il condizionamento dello spazio, ad inclusione della ventilazione naturale e forzata.

L'osservazione del cliente è che ci sono molte ore in cui le condizioni esterne si prestano alla ventilazione meccanica piuttosto che al condizionamento. Tali condizioni sono adatte all'impiego di controlli di chiusura e apertura meccanica inseriti nella facciata per consentire la ventilazione naturale senza ventole?

L'altra peculiarità di questo progetto è il trattamento dell'aria negli spazi a pianta aperta e negli spazi cellulari. Molti gruppi di simulazione e alcuni strumenti di simulazione fanno finta che non ci sia movimento d'aria tra i vani perimetrali e i vani interni, o attraverso gli spazi a pianta aperta. Questo isolamento del perimetro non tiene conto del movimento dell'aria che consente agli spazi meno caldi di riscaldarsi e agli spazi meno freddi perché meno serviti da impianti per il raffrescamento di derivare raffrescamento da altri spazi.



Project: Office model network for dynamic infiltration

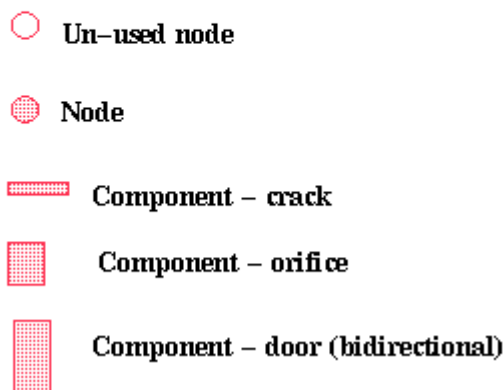


Figura 11.27. Schema delle infiltrazioni nell'edificio per uffici.

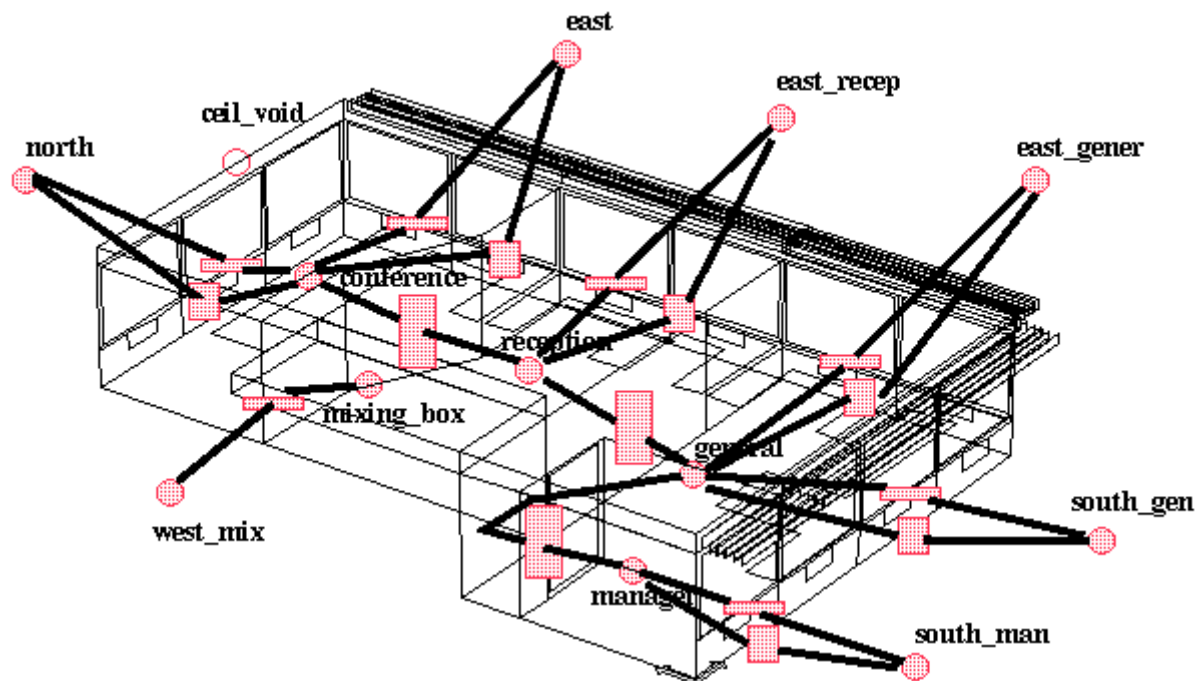
Nel valutare se è più appropriata una rete di flusso o un programma orario di flusso bisogna considerare che:

- ci possono essere considerevoli differenze tra l'infiltrazione imposta e i tassi di infiltrazione previsti;
- in un ufficio a pianta aperta ci sono grandi flussi tra una zona e l'altra, risultanti in riscaldamento/raffrescamento derivato da spazi adiacenti.

Ci sono tre stadi di complessità da investigare:

- il modello dei flussi programmati ipotizzando che non ci siano movimenti d'aria tra zone;
- un modello variante con collegamento tra zone e percorsi di infiltrazione (figura 11.27);
- un modello variante con collegamenti tra zone, percorsi di infiltrazione e sistemi di apertura e chiusura su ciascun orientamento della facciata (figura 11.28).

Queste tre varianti sono incluse nei modelli di esempio. Se sei interessato, usa questi modelli per esplorare questioni relative ai flussi. Passa in rassegna la documentazione dei modelli, specialmente gli schizzi della rete di flusso. Compara questi con i contenuti del file relativo alle reti di flusso e della relativa interfaccia.



Project: Office model network for dynamic infiltration and facade vents

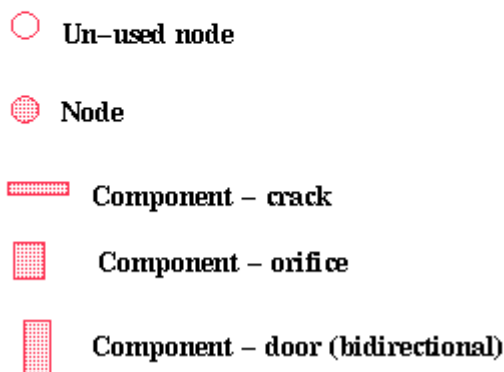


Figura 11.28. Schema della ventilazione nell'edificio per uffici.

Flussi pianificati in un ufficio a pianta aperta

La versione del modello con i flussi pianificati fornirà una previsione sull'energia dovuta all'infiltrazione dipendentemente dalla differenze di temperatura e indipendentemente dalla velocità del vento, dalla direzione del vento e dalla posizione della facciata. Le previsioni seguiranno il pattern visto in figura 11.29.

Infiltrazioni e flussi tra zone

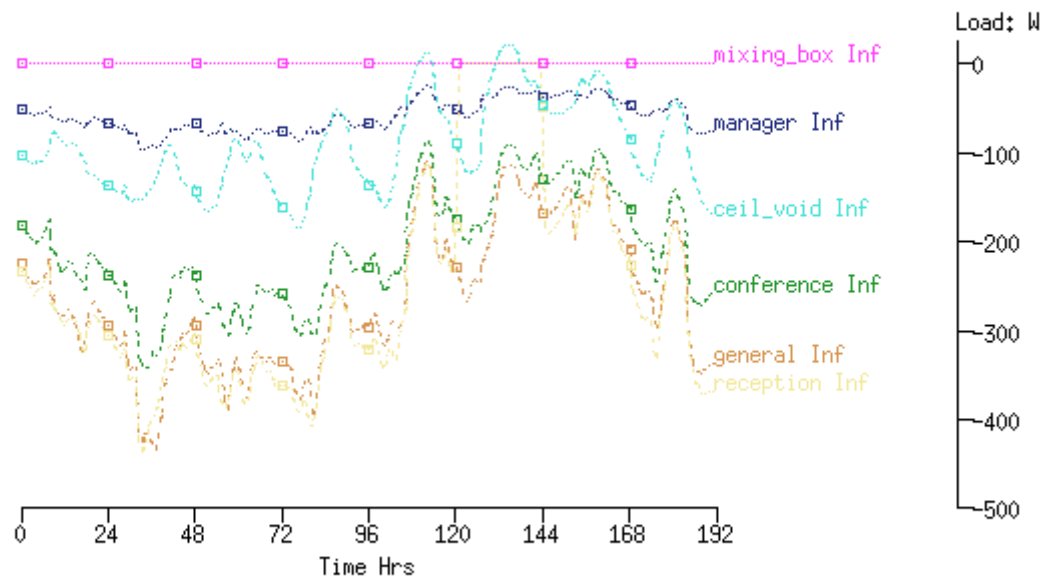
La variante del modello con infiltrazioni e flusso tra zone trasforma le previsioni in molti modi (come nella figura 11.30): ora vengono prese in considerazione la velocità e la direzione del vento e si ha una riduzione dei fabbisogni, perché il riscaldamento e il raffrescamento sono distribuiti tra le zone.

Ventole controllate e flussi tra zone

Usando la variante del modello con ante controllate e flussi tra le zone ed effettuando una analisi (come nella figura 11.31) si desume che le ante sono aperte più a lungo del necessario e che questo ha delle conseguenze sulle prestazioni. I dati indicano anche che la sala delle conferenze è sovraventilata, forse perché ha due orientamenti di facciata e la ventilazione incrociata risulta essere più del necessario.

Office model with "scheduled" infiltration – energy implications of imposed infiltration

Lib: office_ventapril.res: Results for office_vent (mid-april)
 Period: Tue 8 Apr @00h45 to: Tue 15 Apr @23h45 Year:1997 : sim@ 30m, output@ 30m
 Zones: manager general conference reception ceil_void mixing_box



Heating and cooling demands and running hours (per zone and total)

Zone total sensible and latent plant used (kWhrs)

Zone id name	Sensible heating		Sensible cooling		Humidification		Dehumidification	
	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd
1 manager	8.79	60.0	-14.93	51.0	0.00	0.0	0.00	0.0
2 general	22.00	44.5	-83.67	62.5	0.00	0.0	0.00	0.0
3 conference	26.87	54.5	-53.97	55.5	0.00	0.0	0.00	0.0
4 reception	16.95	44.5	-24.00	49.5	0.00	0.0	0.00	0.0
5 ceil_void	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
6 mixing_box	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
All	74.61		-176.56		0.00		0.00	

Heating and cooling capacity for each zone and diversified totals

Lib: office_ventapril.res: Results for office_vent (mid-april)
 Period: Tue 8 Apr @00h45 to: Tue 15 Apr @23h45 Year:1997 : sim@ 30m, output@ 30m
 Zone sensible load (kW)

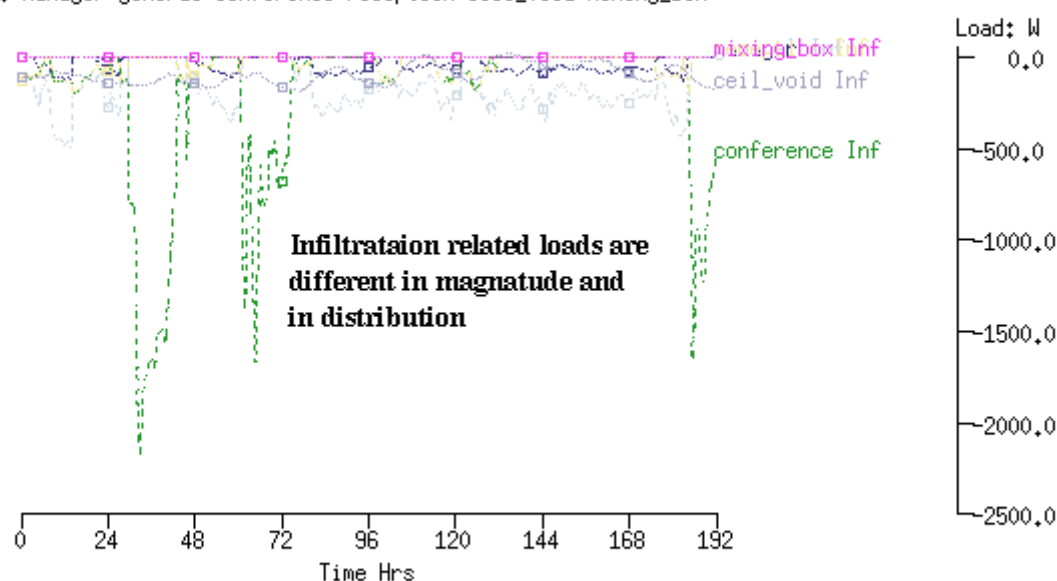
Description	Maximum		Minimum		Mean value	Standard deviation
	value	occurrence	value	occurrence		
manager	0.42	8 Apr@08h45	-0.65	12 Apr@14h15	-0.03	0.20
general	1.22	9 Apr@08h15	-2.92	15 Apr@14h15	-0.32	0.88
conference	1.38	9 Apr@08h15	-2.60	15 Apr@14h45	-0.14	0.68
reception	1.25	9 Apr@08h15	-1.34	15 Apr@14h15	-0.04	0.38
ceil_void	0.00	8 Apr@00h15	0.00	8 Apr@00h15	0.00	0.00
mixing_box	0.00	8 Apr@00h15	0.00	8 Apr@00h15	0.00	0.00
All	4.25	9 Apr@08h15	-7.34	15 Apr@14h45		

Figura 11.29. Prestazioni relative ai flussi programmati.

Prenditi il tempo che ti ci vuole per esplorare i risultati relativi ai flussi. Scoprire approcci per l'uso del modulo “`results analysis`” che producano chiare indicazioni sulle prestazioni dei flussi è un investimento che vale la pena di fare. La quantità di informazioni su questo può essere grande e sono disponibili varie visualizzazioni delle previsioni di flusso, così come vari rapporti sulle implicazioni energetiche del flusso.

Office model with dynamic infiltration and interzone flows – energy implications of infiltration

Lib: office_vent_netinf_apr; Results for office_vent_netinf
 Period: Tue 8 Apr @00h52 to: Tue 15 Apr @23h52 Year:1997 ; sim@ 15m, output@ 15m
 Zones: manager general conference reception ceil_void mixing_box



Heating use reduced, cooling slightly increased.

Period: Tue 8 Apr @00h52 to: Tue 15 Apr @23h52 Year:1997 ; sim@ 15m, output@ 15m

Zone total sensible and latent plant used (kWhrs)

Zone id name	Sensible heating		Sensible cooling		Humidification		Dehumidification	
	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd
1 manager	6.00	41.8	-15.27	53.0	0.00	0.0	0.00	0.0
2 general	15.09	32.2	-84.16	57.2	0.00	0.0	0.00	0.0
3 conference	24.09	41.8	-59.24	50.8	0.00	0.0	0.00	0.0
4 reception	6.43	26.0	-34.14	51.5	0.00	0.0	0.00	0.0
5 ceil_void	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
6 mixing_box	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
All	51.60		-192.81		0.00		0.00	

Heating capacity increased while cooling capacity the same

Lib: office_vent_netinf_apr; Results for office_vent_netinf
 Period: Tue 8 Apr @00h52 to: Tue 15 Apr @23h52 Year:1997 ; sim@ 15m, output@ 15m
 Zone sensible load (kW)

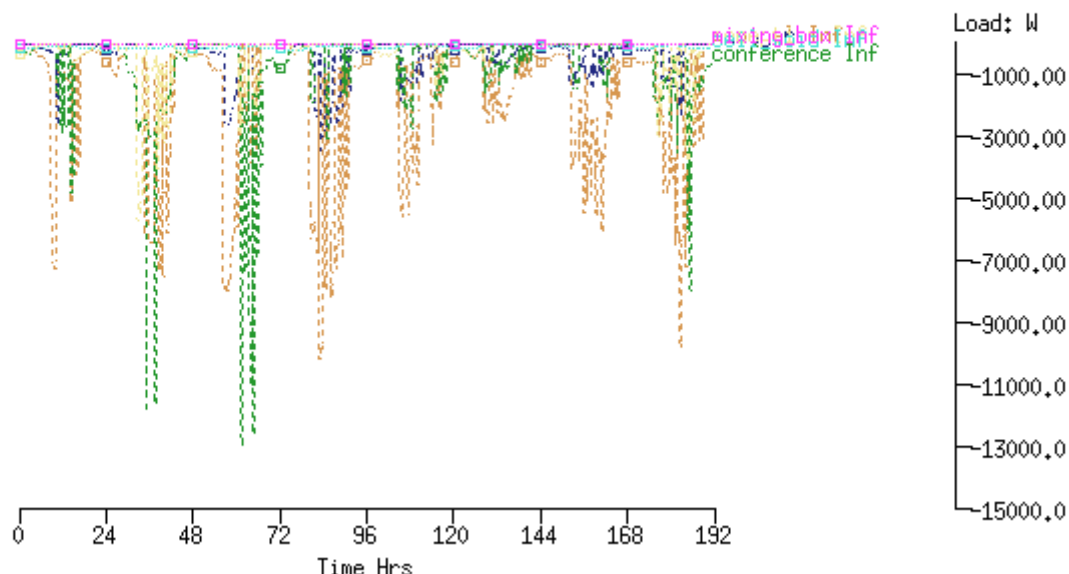
Description	Maximum		Minimum		Mean value	Standard deviation
	value	occurrence	value	occurrence		
manager	0.52	8 Apr@08h37	-0.66	12 Apr@14h22	-0.05	0.19
general	1.65	8 Apr@08h07	-2.81	14 Apr@14h22	-0.36	0.86
conference	2.89	9 Apr@08h22	-2.80	15 Apr@14h52	-0.18	0.77
reception	1.52	8 Apr@08h07	-1.54	15 Apr@14h52	-0.14	0.39
ceil_void	0.00	8 Apr@00h07	0.00	8 Apr@00h07	0.00	0.00
mixing_box	0.00	8 Apr@00h07	0.00	8 Apr@00h07	0.00	0.00
All	6.24	9 Apr@08h07	-7.51	15 Apr@14h37		

Figura 11.30. Prestazioni relative alle infiltrazioni.

C'è una importante omissione nel rapporto sul flusso. Non è facile ottenere una panoramica di quanto sta accadendo attraverso la rete in un singolo istante nel tempo. Questa operazione velocizzerebbe la scoperta di pattern in una rete. Attualmente gli utenti devono raccogliere questa informazione manualmente.

Office model with controlled facade vents – classic on-off switching characteristics are (primarily) an artifact of the simulation timestep.

Lib: office_vent_netventc_a; Results for office_vent_netventc (ctld)
 Period: Tue 8 Apr @00h52 to: Tue 15 Apr @23h52 Year:1997 ; sim@ 15m, output@ 15m
 Zones: manager general conference reception ceil_void mixing_box



Node south_gen with node general day 8 month 4 (1997)
 to day 15 of month 4 (1997)

— Node south_gen entering
 — Node south_gen leaving

open continuous

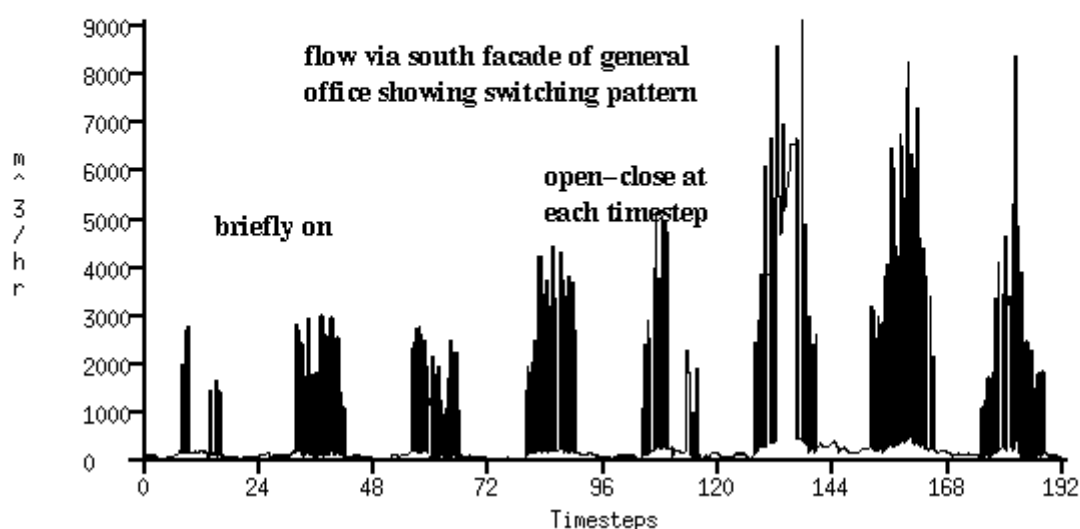


Figura 11.31. Prestazione relativa alle aperture di ventilazione della facciata.

Una parola sulle previsioni “a dente di sega”. I flussi che oscillano a ogni passo temporale sono un artefatto del processo di simulazione. Se è probabile che la grandezza dell'oscillazione diminuisca, ma non c'è tempo (o spazio su disco) per lanciare l'analisi con un passo temporale più corto, alcuni utenti scelgono l'integrazione dei risultati durante la simulazione. Questo rimuove le oscillazioni, ma preserva le tendenze generali dei flussi.

11.12 Ventilazione ibrida

Nel 2000 il *Chartered Institute of Building Services Engineers* ha pubblicato *Mixed mode ventilation CIBSE AM13* (ISBN 1 903287 01 4). Questa pubblicazione ha definito vari tipi di ventilazione ibrida, cioè sistemi a modo misto contingente (*contingency mixed mode*: una logica di controllo che guarda lo stato corrente dell'edificio e decide a quale modalità di riscaldamento o raffrescamento ricorrere, NdT), e a modo misto di zona (*zoned mixed mode*, NdT). In quegli anni c'erano poche opzioni per analizzare numericamente come funzionava la ventilazione mista. La pubblicazione inclinava anche verso regioni del mondo dove c'era una tradizione di ventilazione naturale e incentivi economici per creare edifici *a prova di futuro*.

Una delle limitazioni critiche della simulazione di soluzioni progettuali a cavallo tra ventilazione naturale, ventilazione meccanica e condizionamento completo dell'aria è la definizione di controlli di flusso d'aria.

- Approssimare la risposta degli occupanti al discomfort o ai cambiamenti delle condizioni è potenzialmente complesso.
- La frequenza di risposta dei dispositivi di apertura e chiusura e dei dispositivi di attuazione delle finestre suggerisce che la logica di controllo necessita di essere testata ad una frequenza relativamente alta.
- Alcune persone aprono le finestre mentre i sistemi di controllo ambientale sono attivi, mentre in altri edifici c'è una migliore coordinazione. Idealmente, i sistemi dovrebbero essere controllati diversamente se le finestre sono aperte.
- Alcuni sistemi possono richiedere il monitoraggio della qualità dell'aria nei vani.

In teoria, può essere implementata quasi ogni logica di controllo che possa essere definita attraverso una rete o punti decisionali sequenziali o paralleli (vedi figura 11.4). La necessità di note aggiuntive per definire questi percorsi logici limita quanto tali controlli possano essere scalati. Estendere una rete di flusso per accomodare questa logica era una funzione più che lineare del numero delle aperture e delle ventole da controllare.

Simulare la transizione tra i *modi* definiti nel CIBSE AM13 pone considerevoli richieste alle funzioni degli strumenti di simulazione. Fino al 2008 era difficile spegnere le ventole se le finestre si aprivano, specialmente se la logica di apertura delle finestre era basata sia sulle condizioni interne, sia sulle condizioni esterne.

Versioni recenti di ESP-r includono un controllore di flusso multi-sensore. Questo consente, per esempio, a una finestra di aprirsi se la temperatura esterna (*ambient temperature*, NdT) si trova entro una certa escursione termica e se la temperatura interna è entro una certa escursione, come nella figura 11.32.

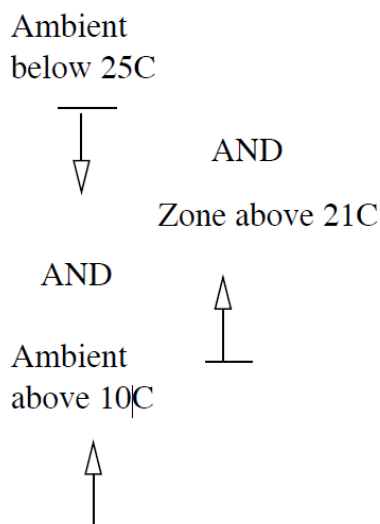


Figura 11.32. Controllo attraverso stati multipli.

Supponiamo che ci sia una variante dei due uffici a stanze singole che includa due zone aggiuntive rappresentanti delle scatole di miscelazione dell'aria condizionata (una per la zona di sinistra e una per la zona destra) come in figura 11.33. Entrambe le scatole di miscelazione sono controllate fino a 16 °C e c'è una rete di flusso che se necessario può produrre 5 ricambi d'aria/ora nell'ufficio. Questa situazione approssima un sistema di condizionamento a volume costante (*CV HVAC system*, NdT) in assetto di raffrescamento.

La zona di sinistra include una apertura di finestra superiore e una inferiore controllate secondo la logica mostrata nella figura 11.32. La ventola associata con la scatola di miscelazione usa una descrizione inversa della logica di controllo della finestra, così che la ventola si accenda se le condizioni non sono idonee per l'apertura delle finestre. La zona destra usa la scatola di miscelazione durante le ore di ufficio. Il ritorno della scatola di miscelazione è attraverso il corridoio.

Se la zona di sinistra è in grado di aprire le sue finestre, ci sono potenziali risparmi nell'energia per le ventole e nel raffrescamento. In questo modello sono rappresentate il calore e l'umidità presi dall'aria di ritorno. Sfortunatamente, ESP-r non riporta l'energia elettrica usata dal componente di flusso *ventola*, così è necessaria qualche operazione post-processo.

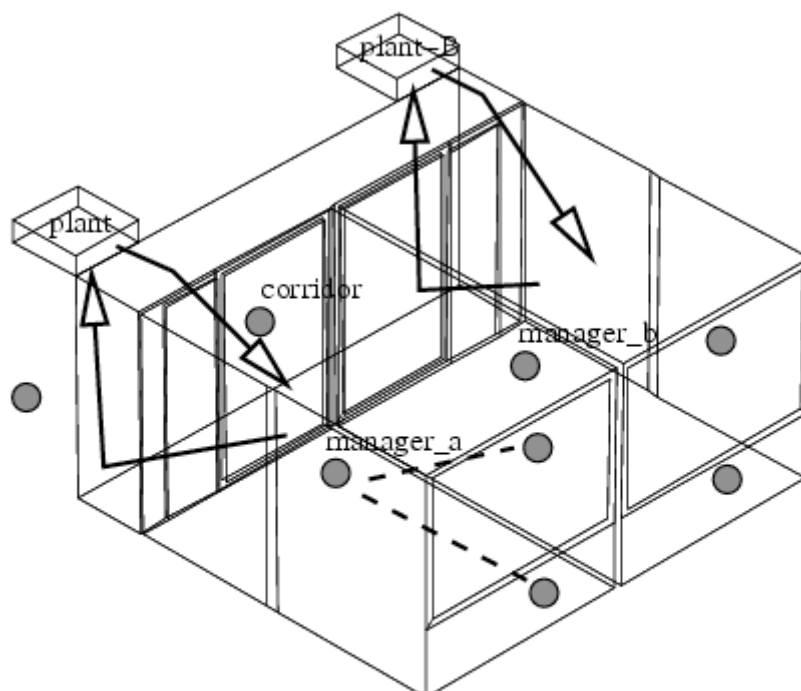
L'elenco nella descrizione del controllo del modello che segue (Elenco 11.34) mostra il controllo di zona usato per le zone con le scatole di miscelazione e per il controllo ibrido del flusso della ventola.

Guardando le prestazioni della zona di sinistra per un giorno nella figura 11.35, le ore tra le 8.00 e le 15.00 vanno bene per l'apertura delle finestre e ci sono 300 – 400 W equivalenti di raffrescamento associati con il flusso. La differenza di temperatura tra interno ed esterno è

meno di 5 °C, quindi non si ricava molto raffrescamento dal movimento dell'aria. Alle 15.00 la temperatura esterna va sopra i 25 °C, le finestre si chiudono e la scatola di miscelazione è usata per poche ore fino a che la temperatura esterna scende e la finestra si apre ancora fino a che inizia il periodo di non occupazione, quando sia le ventole, sia le finestre sono ri-chiuse.

Guardando le prestazioni della zona destra in figura 11.36, la rappresentazione del sistema di condizionamento a volume costante controlla la zona nella banda tra 24 e 25 °C. La linea punteggiata blu è la quantità di raffrescamento nella scatola di miscelazione. La linea punteggiata marrone è il raffrescamento fornito alla zona.

La differenza nel fabbisogno di energia per il raffrescamento tra le due scatole di miscelazione è mostrata nella figura 11.37. La riduzione nel raffrescamento per la zona sinistra indica chiaramente che uno schema di ventilazione ibrida in certe condizioni ha il potenziale di ridurre i costi di gestione.



Manager_a using hybrid vent – switches to HVAC
Manager_b using HVAC during office hours
Both return via corridor to mixing boxes.

Figura 11.33. Uffici, per controllo ibrido delle aperture e condizionamento dell'aria convenzionale.

Elenco 11.34. Descrizioni dei controlli

“

Zones control strictly controls plant and plant-B temperature to 16degC.

The sensor for function 1 senses the temperature of the current zone.
The actuator for function 1 is air point of the current zone

There have been 1 day types defined.
 Day type 1 is valid Mon-01-Jan to Mon-31-Dec, 2001 with 3 periods.
 Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
 1 0.00 db temp > flux free floating
 2 6.00 db temp > flux basic control
 basic control: max heating capacity 99999.0W min heating capacity 0.0W max cooling capacity 99999.0W min cooling cap 0.0W. Heat setpoint 16.00C cool setpoint 16.10C.
 3 18.00 db temp > flux free floating

Zone to control loop linkages:
 zone (1) manager_a << control 0
 zone (2) manager_b << control 0
 zone (3) coridor << control 0
 zone (4) plant << control 1
 zone (5) plant-B << control 1

Flow control Windows open and fan shuts down for manager_a when ambient temp is between 10 and 21 degC and room temp is more than 21degC .

The sensor for function 1 senses node (1) manager_a
 The actuator for function 1 is flow connection: 1 man_alow - manager_a via low_win

There have been 1 day types defined.
 Day type 1 is valid Mon-01-Jan to Mon-31-Dec, 2001 with 3 periods.
 Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
 1 0.00 dry bulb > flow on/off setpoint 100.00 direct action ON fraction 0.000.
 2 8.00 dry bulb > flow multi sensor on/off
 multi-sensor: normally closed with 3 sensors: For sensor 1 ambient T setpoint 25.00 inverse action AND sensor 2 ambient T setpoint 10.00 direct action AND sensor 3 sense node manager_a setpoint 21.00 direct action.
 3 17.00 dry bulb > flow on/off setpoint 100.00 direct action ON fraction 0.000.

The sensor for function 2 senses node (1) manager_a
 The actuator for function 2 is flow connection: 2 man_ahi - manager_a via high_win

There have been 1 day types defined.
 Day type 1 is valid Mon-01-Jan to Mon-31-Dec, 2001 with 3 periods.
 Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
 1 0.00 dry bulb > flow on/off setpoint 100.00 direct action ON fraction 0.000.
 2 8.00 dry bulb > flow multi sensor on/off
 multi-sensor: normally closed with 3 sensors: For sensor 1 ambient T setpoint 25.00 inverse action AND sensor 2 ambient T setpoint 10.00 direct action AND sensor 3 sense node manager_a setpoint 21.00 direct action.
 3 17.00 dry bulb > flow on/off setpoint 100.00 direct action ON fraction 0.000.

The sensor for function 3 senses node (1) manager_a
 The actuator for function 3 is flow connection: 9 plant - manager_a via fan
 There have been 1 day types defined.
 Day type 1 is valid Mon-01-Jan to Mon-31-Dec, 2001 with 3 periods.
 Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
 1 0.00 dry bulb > flow on/off setpoint 100.00 direct action ON fraction 0.000.
 2 8.00 dry bulb > flow multi sensor on/off
 multi-sensor: normally open with 3 sensors: For sensor 1 ambient T setpoint 25.00 inverse action AND sensor 2 ambient T setpoint 10.00 direct action AND sensor 3 sense node manager_a setpoint 21.00 direct action.
 3 17.00 dry bulb > flow on/off setpoint 100.00 direct action ON fraction 0.000.

“

Lib: annual.res: single day run
 Period: Mon-06-Aug@00h05(2001) to Mon-06-Aug@20h54(2001) : sim@10m, output@10m
 Zones: manager_a manager_b corridor plant plant-B
 Switching between windows and mechanical vent

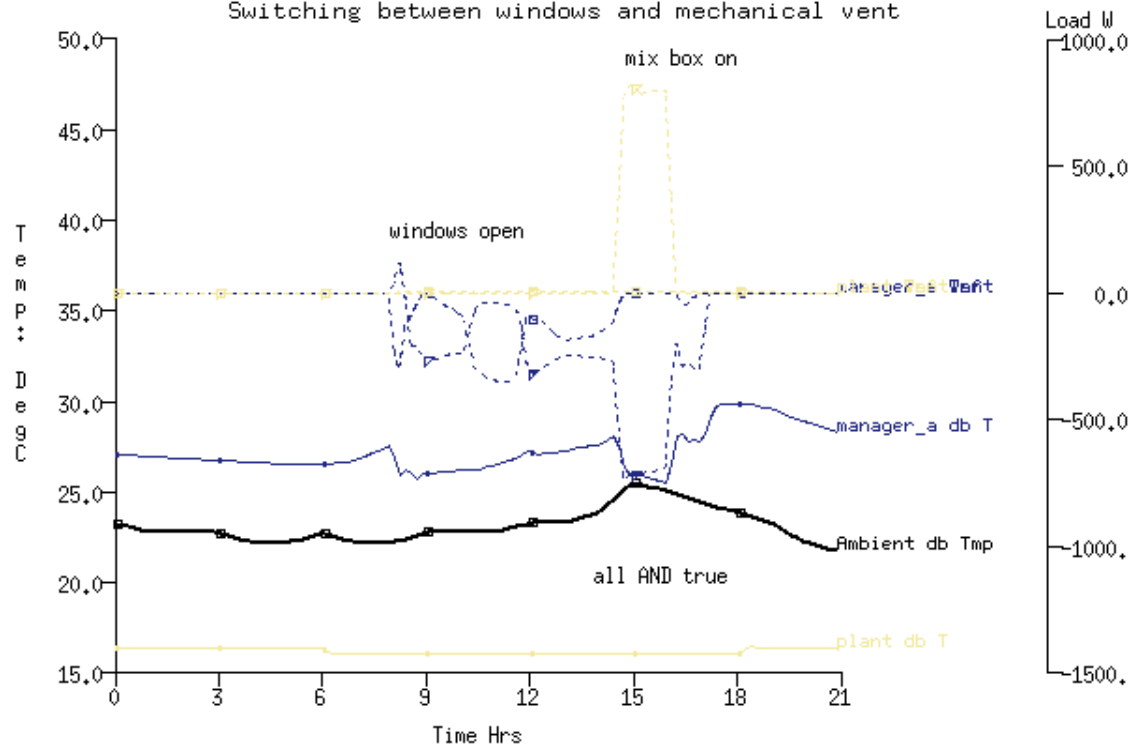


Figura 11.35. Prestazioni connesse alla ventilazione ibrida.

Lib: annual.res: single day run
 Period: Mon-06-Aug@00h05(2001) to Mon-06-Aug@20h54(2001) : sim@10m, output@10m
 Zones: manager_b plant-B
 Mechanical cooling only in Manager B

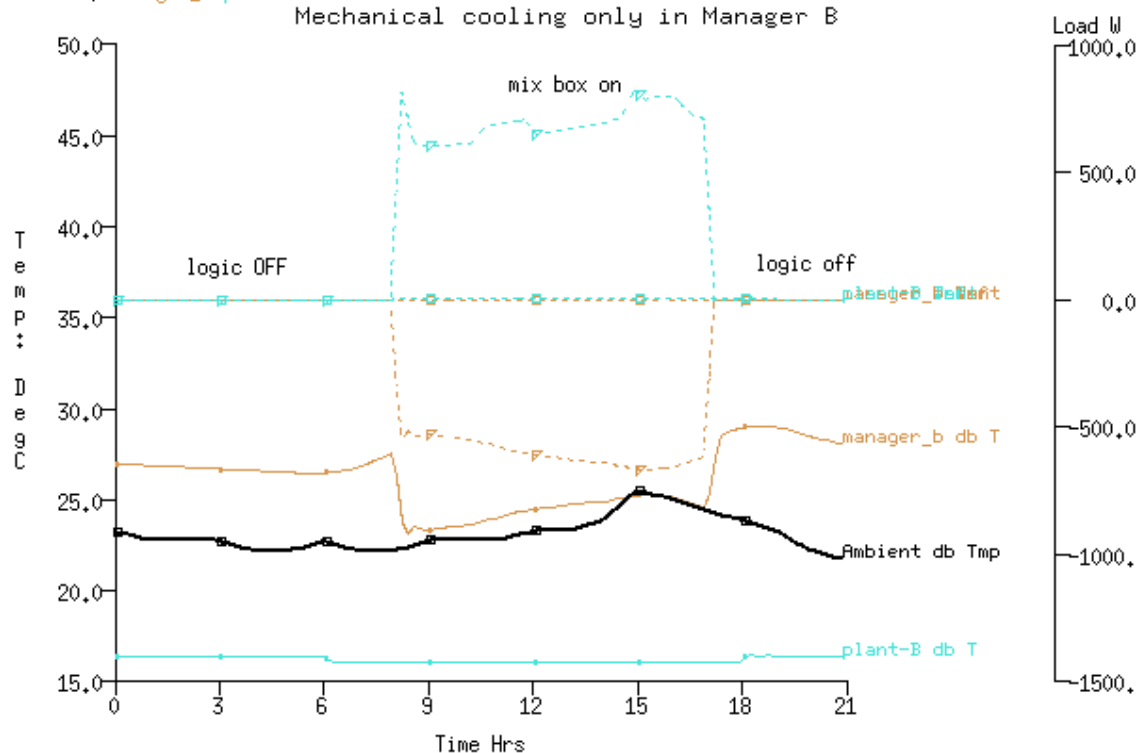


Figura 11.36. Prestazioni del sistema di condizionamento a volume costante.

Lib: annual.res: single day run
 Period: Mon-06-Aug@00h05(2001) to Mon-06-Aug@20h54(2001) : sim@10m, output@10m

Zone total sensible and latent plant used (kWhrs)								
Zone id name	Sensible heating		Sensible cooling		Humidification		Dehumidification	
	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd	Energy (kWhrs)	No. of Hr reqd
4 plant	0.00	0.0	-1.23	12.2	0.00	0.0	0.00	0.0
5 plant-B	0.00	0.0	-6.28	12.2	0.00	0.0	0.00	0.0
All	0.00	0.0	-7.51	24.3	0.00	0.0	0.00	0.0

Figure 11.37. Prestazioni del sistema di condizionamento a volume costante.

11.13 Limitazione dei modelli di flusso d'aria a rete

Benché i modelli a rete di flusso d'aria siano utili, essi sono limitati ad alcune applicazioni:

- grandi volumi rappresentati da un nodo singolo, che implicino condizioni di buona miscelazione;
- le distribuzioni di temperatura tra volumi d'aria (quelle cioè dovute alla stratificazione) non possono essere determinate;
- gli effetti dovuti alla cinetica dell'aria non sono considerate;
- la risoluzione della convezione su superfici localizzate è insufficiente.

FLUSSO D'ARIA DETTAGLIATO ATTRAVERSO CFD

12 Flusso d'aria dettagliato attraverso CFD

Date le limitazioni delle reti di flusso di massa menzionate nel capitolo precedente, circa dieci anni fa si è iniziato a fare ricerca per estendere ESP-r per supportare livelli di risoluzione più alti incorporando un solutore CFD. Benché il CFD sia un campo di ricerca maturo, la sua implementazione in modelli di edifici pone un certo numero di classici problemi. Per prima cosa, le velocità dei flussi negli edifici sono basse (rispetto a quanto accade nelle altre applicazioni tradizionali del CFD) e tali da trovarsi probabilmente all'interno della banda tra le condizioni del flusso che è considerato turbolento e di quello considerato laminare. Il secondo problema è che le condizioni al contorno, come le temperature delle superfici, le temperature dell'aria e la forza del vento, cambiano con il tempo.

Negli edifici il movimento dell'aria cambia la temperatura delle superfici e la temperatura delle superfici cambia il campo di flusso. Il fatto che i nostri modelli virtuali non rappresentino bene questo è stato causa di considerevole irritazione nell'ambito della comunità della simulazione.

Al contrario, il solutore edilizio tipicamente fa alcune ipotesi di massima a proposito del campo di flusso nella zona e del trasferimento di calore in corrispondenza delle superfici. Anche in modelli che includono una rete di flusso di massa possiamo solo fare ipotesi grossolane a proposito della velocità che un dato trasferimento di massa comporta.

Chiaramente, sia il solutore edilizio, sia il solutore CFD avrebbero molto da guadagnare dallo scambio informazioni man mano che la simulazione avanza.

Quello che è stato implementato in ESP-r è un approccio radicale a un problema difficile. Esso assume che le condizioni al contorno cambieranno, così aggiorna le sue condizioni al contorno a ogni passo temporale. Esso assume inoltre che le direttive iniziali al processo di soluzione possano non essere appropriate quando le condizioni cambiano, e così ri-valuta il campo di flusso per valutare se sia meglio usare delle differenti cosiddette *funzioni di parete* (*wall functions*, NdT). Esso poi crea nuove istruzioni affinché il solutore rappresenti al meglio le condizioni date per il passo temporale considerato e poi restituisce le informazioni al solutore edilizio, così che siano usate per valutare il trasferimento di calore in corrispondenza delle superfici nella zona. La sua ipotesi è che il dominio CFD sia transiente piuttosto che statico.

La soluzione prende in considerazione anche le connessioni tra il dominio CFD e una rete di flusso di massa. Questo fa sì che cambiamenti nella pressione o nel flusso di massa in altre zone divengano la forza propulsiva per il solutore CFD. E visto che la rete di flussi di massa include nodi al contorno, il dominio CFD ha anche informazioni sui cambiamenti nei pattern climatici. E le sorgenti di calore variabili con il tempo rispetto ai programmi orari previsti per le zone sono viste dal solutore CFD e possono essere associate con blocchi di celle.



Roba potente. E così avvolta in un gergo che sembra inglese, ma vuol dire qualcosa di differente. Il dominio CFD è un posto dove vivono i *leones*. L'interfaccia di ESP-r per il CFD ha una curva di apprendimento ripida.

Il *Cookbook* non è un libro sulla teoria CFD o sul cosiddetto *meccanismo di conflazione* usato dai solutori. Ci sono varie tesi di Dottorato scritte su questo tema, che sono disponibili per il download sul sito web dell'ESRU alla pagina delle pubblicazioni, all'indirizzo <<<http://www.esru.strath.ac.uk>>>. E ci sono numerosi libri sull'argomento. E il codice sorgente associato al CFD è fortemente commentato e può fornire molte informazioni utili.

Se tu hai già un solido background sul CFD e ti senti a tuo agio con quello che hai trovato nelle fonti menzionate sopra, continua a leggere questo capitolo. Se non è così, il CFD ti assorbirà risorse sia del computer, sia mentali, a un livello doloroso. Sei stato avvisato.

Il capitolo include una panoramica delle entità e dei parametri che possono essere usati per definire un dominio CFD, un metodo per progettare uno schema di griglia all'interno del dominio, e indicazioni su cosa guardare nelle previsioni sulle prestazioni. Ci sono anche alcuni box di informazione e alcune box sui *leones*, in corrispondenza delle parti che richiedono particolare attenzione.

Questo capitolo sarà completato successivamente.

13 Impianti

In ESP-r i sistemi di controllo ambientale possono essere rappresentati come cosiddetti controlli idealizzati di flusso/zona o come reti di componenti di sistema, che sono spesso chiamate sistemi impiantistici. La scelta di quale approccio seguire è in parte basata su quanto si voglia conoscere a proposito delle prestazioni dettagliate del sistema di controllo ambientale e in parte su quanta informazione descrittiva si può recuperare a proposito della composizione dei controlli ambientali.

Il *Cookbook* non copre la teoria delle reti di componenti o delle tecniche di soluzione usate. Fornisce una indicazione generale per usare le funzioni relative alle reti. I lettori potrebbero trattare questo capitolo come un abbozzo iniziale. Ci sono molti *leones* striscianti in questa parte di ESP-r e vi rimangono molti vuoti nelle strategie.

Le reti di componenti offrono le seguenti funzioni:

- lo stato psicrometrico nei componenti e in corrispondenza di punti nella rete è calcolato in maniera esplicita ed è disponibile per l'ispezione;
- le interazioni tra componenti e/o i controlli sono calcolate a intervalli inferiori al minuto e possono essere ispezionati in questo dominio di tempo;
- coloro che abbiano interesse a calibrare in modo fine la risposta di particolari componenti o sistemi di controllo nella rete hanno molte opzioni per creare modelli che siano approssimazioni fedeli delle situazioni ipotizzate;
- coloro interessati nella alta risoluzione di entrambi i componenti di sistema e dei flussi di massa possono collegare sia il solutore di componenti di sistema, sia il solutore di flussi di massa.

ESP-r dà un feedback sulla composizione di tali reti e molte informazioni a proposito di ciò che succede nei e tra i componenti durante le simulazioni (attraverso le funzioni “*trace*”) e le differenti viste delle *variabili di stato* nel modulo “*res*”.

Quelli che padroneggiano l'uso di componenti di sistema sono in grado di affrontare una serie di questioni che non sono solubili con altri approcci e hanno accesso a una vasta disponibilità di indicatori di prestazione.

Gli utenti tattici della simulazione non si affrettano a creare reti di componenti fino a che non hanno imparato tutto quello che possono dai controlli ideali. E lo fanno perché:

- creare reti di componenti tende a richiedere più tempo (più informazioni descrittive e più connessioni tra componenti);
- tali reti hanno bisogno di calibrazione come i sistemi reali;
- tali sistemi falliscono in modi simili ai sistemi reali;
- alcune interazioni di sistema sono nella frequenza di secondi o frazioni di secondo e così il volume delle informazioni cresce molto;
- molte informazioni sulle prestazioni sono in una forma che per molti utenti è difficile da interpretare;
- la funzione del software richiede che si costruisca una rete che sia sintatticamente corretta e anche fisicamente corretta.

A confronto con la maggior parte dei controlli di zona ideali, l'uso delle reti di componenti di sistema implica una curva di apprendimento più ripida. Molte operazioni e gran parte della assicurazione di qualità nei modelli con sistemi di componenti è responsabilità degli utenti. E' quindi essenziale un approccio metodico.

- Regola uno: inizia con i controlli di zona e/o flusso e impara il più possibile a proposito dei pattern di fabbisogno e della probabile logica di controllo appropriata per il progetto.
- Regola due: la pianificazione e gli schizzi sono essenziali.
- Regola tre: cammina prima di correre – verifica parti della rete e delle opzioni di controllo su un modello semplice prima di scalare la rete.
- Regola quattro: documenta quello che fai.
- Regola cinque: prevedi molto tempo per la verifica.

Per i lettori che stanno approcciando l'uso di reti di sistemi in ESP-r provenendo da esperienze precedenti di analisi basate su componenti: siate consci che tutti i componenti sono delle entità in una singola rete. In ESP-r non c'è differenza concettuale tra componenti rappresentanti un condotto, una valvola o una torre di raffrescamento. Non c'è la distinzione tra impianto centrale e componenti serventi.

13.1 Uso di una rete di componenti per rappresentare la ventilazione meccanica

La ventilazione meccanica è un aspetto della progettazione edilizia in cui la simulazione può avere un ruolo. Creeremo ora vari modelli relativi a progetti implicanti la ventilazione meccanica per esplorare la risposta di tali sistemi ai cambiamenti dei fabbisogni energetici e delle condizioni al contorno.

Il primo approccio è quello di rappresentare tutti gli aspetti della progettazione della ventilazione meccanica nella rete di componenti (per esempio usando un componente come una

rappresentazione semplificata di una zona termica). Benché questo non fornisca una completa relazione sulle interazioni tra la parte del fabbisogno e quella della erogazione, questo è un approccio appropriato alle domande delle prime fasi della progettazione, dove può darsi che sulle zone si sappia poco o nulla.

La Figura 13.1 mostra un sistema di ventilazione meccanica standard che ha una ventola di estrazione e una ventola di immissione e una serpentina (*coil*, NdT) di riscaldamento appena a monte della ventola di immissione. Vengono servite due zone e l'estrazione da entrambe le zone è combinata in una scatola di miscelazione appena prima della ventola di estrazione.

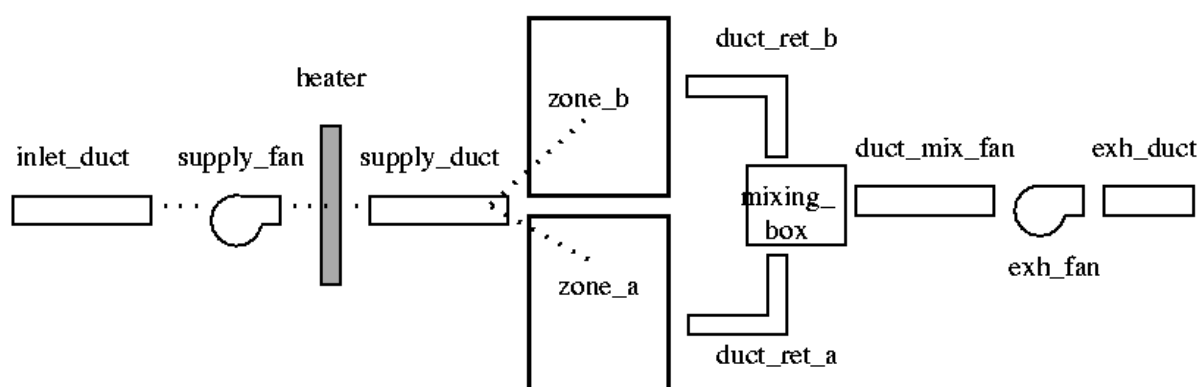


Figura 13.1. Sistema di ventilazione meccanica di base.

La pianificazione è essenziale, anche per un modello semplice. Prima schizza la tua rete e decidi i nomi dei componenti. La maggior parte del tuo lavoro nel *Project manager* implicherà nomi di componenti e numeri che rappresentino degli attributi di componenti e il tuo schizzo è essenziale per tenere traccia del tuo lavoro, per supportare le operazioni per l'assicurazione della qualità e comunicare con i clienti.

Dopo avere schizzato la rete, raccogli le informazioni sul componente. La lista alla pagina successiva contiene informazioni sui 12 componenti e dovresti fare riferimento a questa mentre crei la tua rete.

I componenti hanno una sequenza – il gruppo iniziale va dal ritorno dalle zone all'estrazione e poi va nelle zone idealizzate e poi a “inlet_duct” e “supply_duct”. Adottare una sequenza che procede dal ritorno all'immissione può rendere le operazioni successive più semplici.

Dopo il nome del componente c'è un numero nelle parentesi () che è il componente nella rete impiantistica. Includi questo numero nel tuo schizzo in aggiunta al nome del componente. Perché? Perché ci sono un po' di posti nell'interfaccia dove dovrai digitare questo indice invece che scegliere tra una lista di nomi di componenti.

La maggior parte dei componenti include un attributo per la massa totale del componente. Per questi esercizi non c'è bisogno che questo sia esatto. C'è anche un calore specifico medio

ponderato in relazione alla massa, che tende a essere tra 500.00 o 1000.00. Ciascun componente ha anche un valore di UA, cioè del coefficiente globale di scambio termico [W/K]. Questi parametri supportano calcoli su come l'involucro dei componenti interagisce con l'intorno.

I condotti hanno parametri addizionali, includenti la lunghezza del condotto, l'area di sezione trasversale e il diametro idraulico. Se tu calcoli prima questi, il tuo lavoro di descrizione risulterà velocizzato e ci sarà meno probabilità di errori (vedi Regola due).

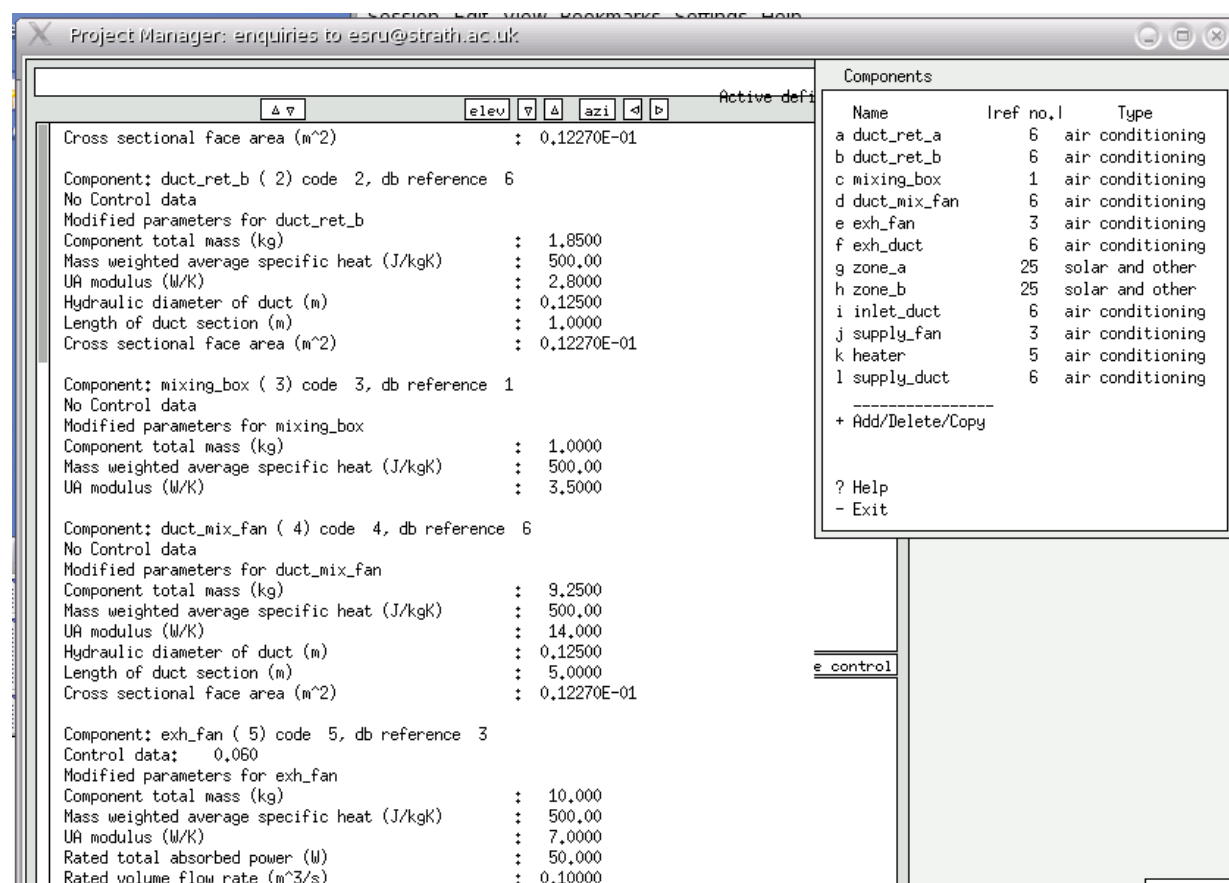


Figura 13.2. Componenti (con attributi).

Connections							
	Sending comp	@ Node	to	Receiving comp	@ Node	Conn Type	Mass Div
a	outside air	ambient	-->	inlet_duct	air node 1	zone/amb	1,000
b	inlet_duct	air node 1	-->	supply_fan	air node 1	to compt	1,000
c	supply_fan	air node 1	-->	heater	air node 1	to compt	1,000
d	heater	air node 1	-->	supply_duct	air node 1	to compt	1,000
e	supply_duct	air node 1	-->	zone_a	air node 2	to compt	0,500
f	supply_duct	air node 1	-->	zone_b	air node 2	to compt	0,500
g	zone_a	air node 2	-->	duct_ret_a	air node 1	to compt	1,000
h	zone_b	air node 2	-->	duct_ret_b	air node 1	to compt	1,000
i	duct_ret_a	air node 1	-->	mixing_box	air node 1	to compt	1,000
j	duct_ret_b	air node 1	-->	mixing_box	air node 1	to compt	1,000
k	mixing_box	air node 1	-->	duct_mix_fan	air node 1	to compt	1,000
l	duct_mix_fan	air node 1	-->	exh_fan	air node 1	to compt	1,000
m	exh_fan	air node 1	-->	exh_duct	air node 1	to compt	1,000

+ add/delete/copy							

Figura 13.3. Connessioni tra componenti.

Il pattern per la creazione di componenti è simile (vedi figura 13.5). Quando hai finito di definire i componenti dovresti vedere qualcosa come la figura 13.4. Salva la tua rete e prendi un momento per passare in rassegna i componenti listati nel menu dell'interfaccia con il tuo schizzo per assicurare che siano coerenti.

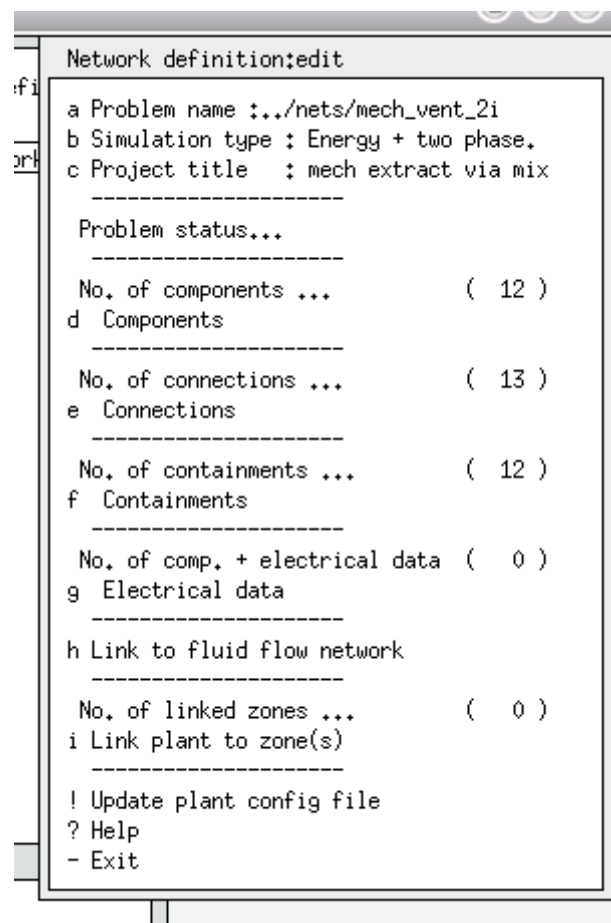


Figura 13.4. La rete completata.

L'operazione successiva è quella di collegare i componenti tra loro. Collegare dei componenti impiantistici tra loro è differente che collegare dei componenti di flusso di massa. Svuota la tua mente – il pattern è: iniziare con il focalizzarsi su un componente che riceve il flusso e capire a quale componente esso manda il flusso. Tornando alla figura 13.1 – il dispositivo scaldante (*heater*, NdT) è servito dalla ventola di immissione, così quando crei una connessione il primo componente nella connessione è “heater” e il secondo componente è “supply_fan”.

Osserva ancora la lista in figura 13.3 e disegna questo (una linea colorata serve bene allo scopo) sul tuo schizzo della rete. Quando questo ha senso, inizia il processo di aggiunta di connessioni prendendo nota di esse sul tuo schizzo. La diversione di massa per “supply_duct ->zone_a” e “supply duct ->zone_b” è 0.5, perché ciascuna prende metà dell'output del componente “supply_duct”. Eccetto che per il componente ricevente “inlet_duct”, che prende la sua fornitura d'aria dall'ambiente, ciascun'altra connessione è con un altro componente. Quando le connessioni sono complete, salva la rete.

“

```
Component: duct_ret_a ( 1)
db reference 6
Modified parameters for duct_ret_a
Component total mass (kg)      : 3.7000
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 5.6000
Hydraulic diameter of duct (m) : 0.12500
Length of duct section (m)     : 2.0000
Cross sectional face area (m^2) : 0.12270E-01
```

```
Component: duct_ret_b ( 2) db reference 6
Modified parameters for duct_ret_b
Component total mass (kg)      : 1.8500
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 2.8000
Hydraulic diameter of duct (m) : 0.12500
Length of duct section (m)     : 1.0000
Cross sectional face area (m^2) : 0.12270E-01
```

```
Component: mixing_box ( 3) db reference 1
Modified parameters for mixing_box
Component total mass (kg)      : 1.0000
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 3.5000
```

```
Component: duct_mix_fan ( 4) db reference 6
Modified parameters for duct_mix_fan
Component total mass (kg)      : 9.2500
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 14.000
Hydraulic diameter of duct (m) : 0.12500
Length of duct section (m)     : 5.0000
Cross sectional face area (m^2) : 0.12270E-01
```

```
Component: exh_fan ( 5) db reference 3
Control data: 0.060
Modified parameters for exh_fan
Component total mass (kg)      : 10.000
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 7.0000
Rated total absorbed power (W) : 50.000
Rated volume flow rate (m^3/s) : 0.10000
```

Overall efficiency (-) : 0.70000

Component: exh_duct (6) db reference 6

Modified parameters for exh_duct

Component total mass (kg) : 5.5000
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500
UA modulus (W/K) : 8.4000
Hydraulic diameter of duct (m) : 0.12500
Length of duct section (m) : 3.0000
Cross sectional face area (m²) : 0.12270E-01

Component: zone_a (7) db reference 25

Control data: -500.000

Modified parameters for zone_a

Component total mass (kg) : 10920.
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 1000.0
Wall U value (W/m²K) : 0.40000
Total surface area of walls (m²) : 78.000
Zone space volume (m³) : 45.000
Inside heat transfer coefficient (W/m²K) : 5.0000
Outside heat transfer coefficient (W/m²K) : 18.000
Outside air infiltration (ACH) : 0.0000

Component: zone_b (8) db reference 25

Control data: -1000.000

Modified parameters for zone_b

Component total mass (kg) : 7560.0
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 1000.0
Wall U value (W/m²K) : 0.40000
Total surface area of walls (m²) : 54.000
Zone space volume (m³) : 27.000
Inside heat transfer coefficient (W/m²K) : 5.0000
Outside heat transfer coefficient (W/m²K) : 18.000
Outside air infiltration (ACH) : 0.0000

Component: inlet_duct (9) db reference 6

Modified parameters for inlet_duct

Component total mass (kg) : 9.2500
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 14.000
Hydraulic diameter of duct (m) : 0.12500
Length of duct section (m) : 5.0000
Cross sectional face area (m²) : 0.12270E-01

Component: supply_fan (10) db reference 3

Control data: 0.060

Modified parameters for supply_fan

Component total mass (kg) : 10.000
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 7.0000
Rated total absorbed power (W) : 50.000
Rated volume flow rate (m³/s) : 0.10000
Overall efficiency (-) : 0.70000

Component: heater (11) db reference 5

Control data: 3000.000

Modified parameters for heater

Component total mass (kg) : 15.00
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 1000.0
UA modulus (W/K) : 3.5000

Component: supply_duct (12) db reference 6

Modified parameters for supply_duct

Component total mass (kg) : 1.8500
Mass weighted average specific heat (J/kgK): 500.00
UA modulus (W/K) : 2.8000
Hydraulic diameter of duct (m) : 0.12500

```

Length of duct section (m)          : 1.0000
Cross sectional face area (m^2)    : 0.12270E-01

```

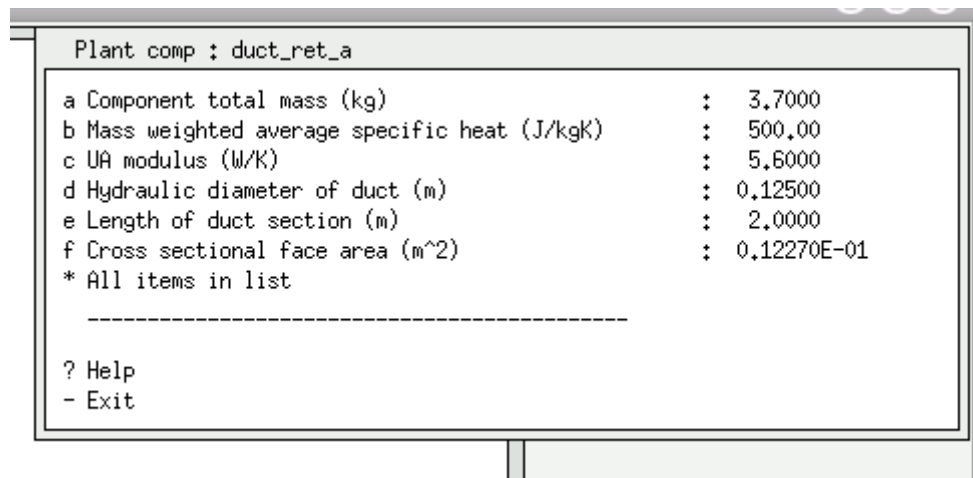


Figura 13.5. Tipico menu relativo ai componenti.

13.2 Definizione dei “limiti”

I componenti esistono in un contesto (contorno, NdT), per esempio circondati da temperatura fissa o ambiente. Ai fini di questo esercizio, vogliamo attribuire a ciascun componente una temperatura fissa di 22 °C. La figura 13.6 mostra che cosa dovresti aspettarti di vedere.

Containments			
Component	Containment descr.	Type	
a duct_ret_a	fix temp: 22,000	2	
b duct_ret_b	fix temp: 22,000	2	
c mixing_box	fix temp: 22,000	2	
d duct_mix_fan	fix temp: 22,000	2	
e exh_fan	fix temp: 22,000	2	
f exh_duct	fix temp: 22,000	2	
g zone_a	fix temp: 22,000	2	
h zone_b	fix temp: 22,000	2	
i inlet_duct	fix temp: 22,000	2	
j supply_fan	fix temp: 22,000	2	
k heater	fix temp: 22,000	2	
l supply_duct	fix temp: 22,000	2	

+ Add/Delete/Copy			

Figura 13.6. “Limiti” per ciascun componente.

13.3 Completamento e verifica del modello

A questo punto la tua interfaccia dovrebbe assomigliare alla figura 13.4. Nota che c'è un posto per inserire delle note (Regola 4) prima di dimenticare tutto di questa rete!

Poi dobbiamo testare il modello per vedere se è completo e sintatticamente corretto. Nell'interfaccia del simulatore cerca l'opzione "Simulation parameters" e fornisci il nome del file dei risultati, il periodo della simulazione e quale passo temporale usare.

Questo ti consente di ri-lanciare questa analisi senza dovere cercare pezzi di carta. I parametri mostrati nella figura 13.7 sono un buon punto di partenza. Una volta che questi sono fissati, commissiona una simulazione interattiva.

Il simulatore noterà che il modello include solo una rete di componenti e risolverà solo una simulazione basata su quel solo sistema. Chiederà conferma relativamente all'uso di zero giorni di pre-avviamento (accettali), il clima di default e il nome del file dei risultati da creare (scriviti questo nome, ne avrai bisogno tra pochi minuti). La simulazione dovrebbe richiedere pochi secondi. Esci dal simulatore e invoca il modulo "results analysis".

Nota per alcune versioni di ESP-r: il nome del file dei risultati iniziali nel modulo "results analysis" è sbagliato e deve essere modificato.

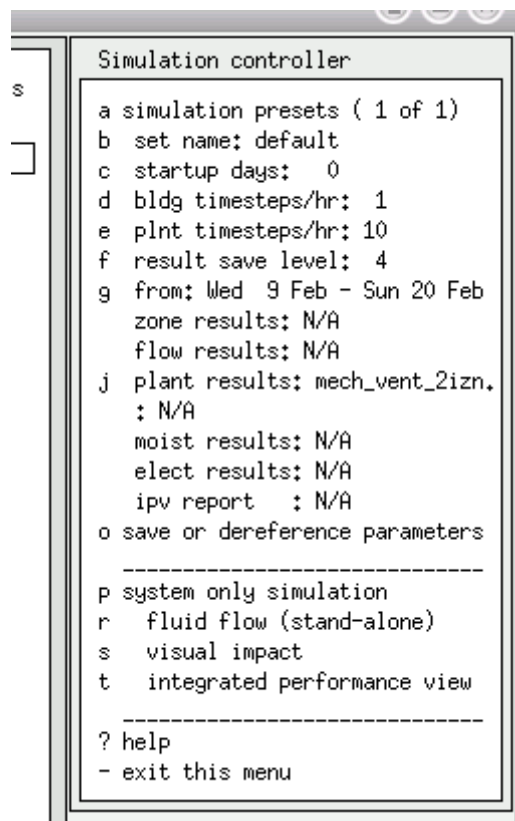


Figura 13.7. Parametri di simulazione.

Le funzioni di analisi dei risultati (vedi figura 13.8) per i componenti della rete ti consentono di muoverti tra risultati tabulari, carta psicrometrica, statistica riassuntiva, istogramma e diagramma grafico. I risultati selezionati dovrebbero essere ri-rappresentati quando cambi vista.

La figura 13.9 mostra le temperature nei “return_duct_a” e “return_duct_b” e la figura 13.10 mostra le statistiche di temperatura ed entalpia per “return_duct_b”.

Dedica alcuni minuti ad esplorare i rapporti e i grafici cercando dei pattern che indichino come funziona il sistema di ventilazione.

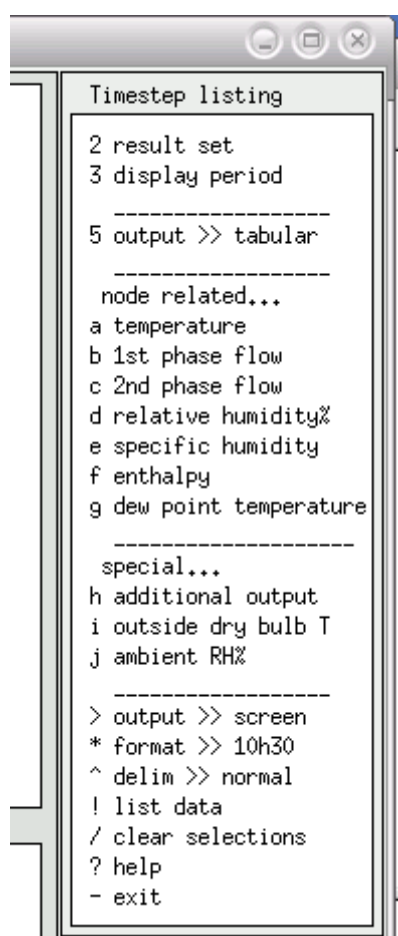


Figura 13.8. Menu di “results analysis”.

Il rapporto di deviazione (*diversion ratio*, NdT) di 0.5 dal condotto di immissione a “zone_a” e “zone_b” fa risultare che il ritorno da “zone_b” è più freddo di quello in “zone_a”. Edita il rapporto di deviazione e vedi se le differenze in temperatura possono essere ridotte.

Per risparmiare tempo, prendi nota delle informazioni per le due connessioni prima di iniziare la modifica. E ricorda di salvare il file della rete dei componenti con un nome leggermente differente quando fai questi cambiamenti, così che tu possa recuperare il file originale. Dopo avere salvato i cambiamenti e commissionato un'altra simulazione, controlla e valuta il cambiamento in termini di prestazioni (figura 13.11).

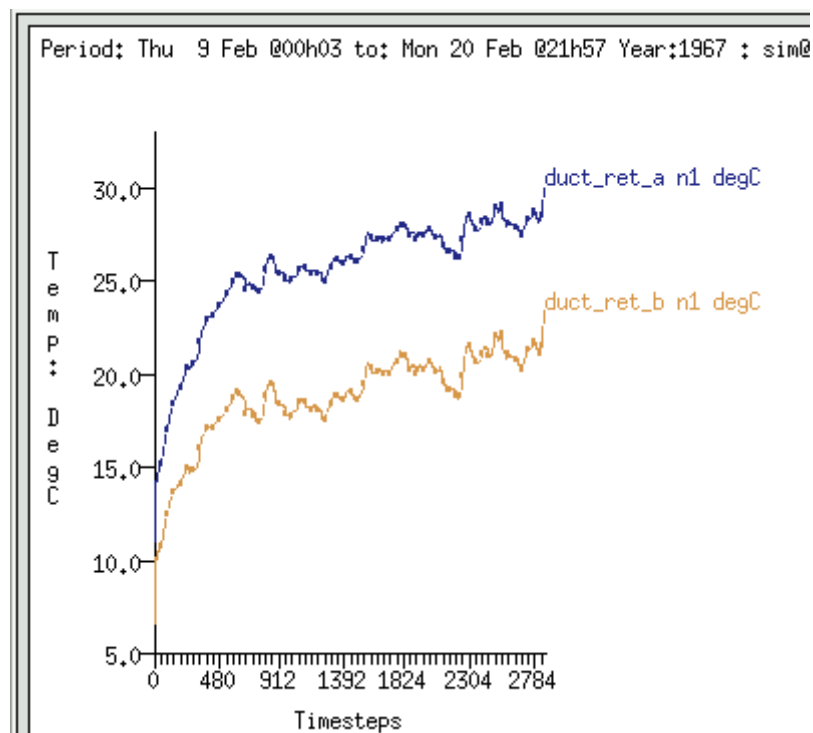


Figura 13.9. Grafico della temperatura del condotto di ritorno.

Δ ▽ capture

Selected duct_ret_b n1 degC
Selected duct_ret_b n1 KJ/Kg

	Maximum		Minimum		Mea
	value	occurrence	value	occurrence	val
duct_ret_b n1 degC	26.56	20 Feb@21h46	13.16	9 Feb@01h50	21.7
duct_ret_b n1 KJ/Kg	45.92	20 Feb@21h46	21.64	9 Feb@01h50	31.5

capture text

Figura 13.10. Statistiche relative al “return_duct_b”.

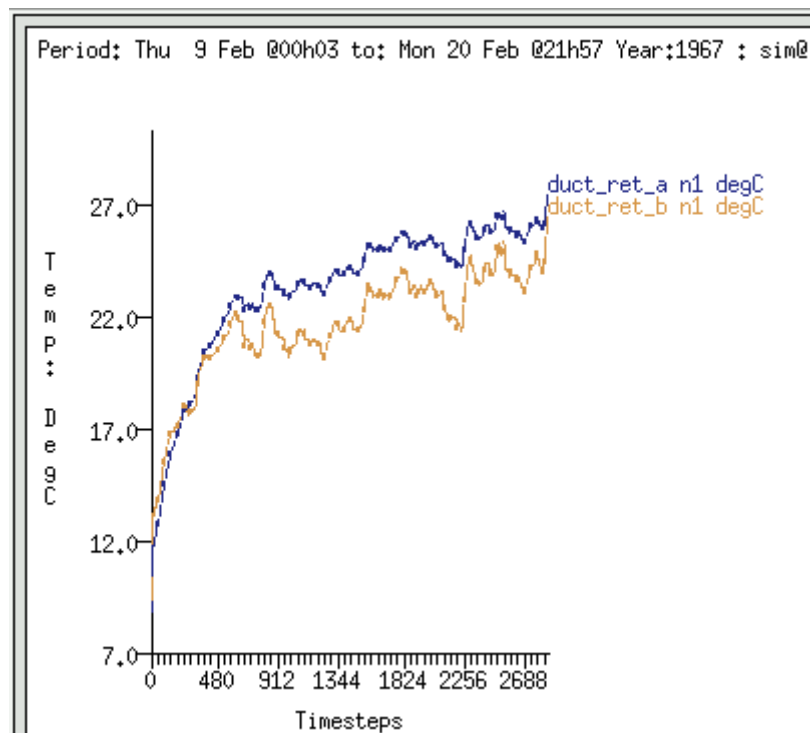


Figura 13.11. Temperature nei condotti di ritorno dopo l'aggiustamento.

13.3 Passare dai fabbisogni ideali a quelli delle zone termiche

Nei fabbisogni del modello iniziale ai quali la ventilazione meccanica doveva rispondere c'erano delle rappresentazioni di zone attraverso componenti. Tu puoi anche associare una rete di componenti per sistemi ambientali con zone termiche. In questo caso abbiamo bisogno di aggiungere due zone al modello, che avrà lo stesso volume e area di superficie e le stesse proprietà complessive delle rappresentazioni dei componenti.

Il componente “zone_a” ha un volume di 45m^3 e una zona che è larga 4 m, profonda 4 m e alta 2,81 m, equivalente nel volume e area di superficie. Il componente “zone_b” ha un volume di 27m^3 e una zona che è larga 4 m, profonda 2,4 m e alta 2,81 m e che sarà equivalente. Se tutte le superfici nelle stanze vengono attribuite con la costruzione “external_wall” affacciando verso l'esterno, allora il coefficiente UA complessivo di *dispersione termica complessiva* sarà simile a quella della rappresentazione per componenti. Queste zone sono rettangolari e non hanno finestre né porte, così il processo di creare la geometria e applicare l'attribuzione è lungimirante.

Una opzione è quella di iniziare un nuovo modello e di costruire sia la zona, sia la rete di componenti per corrispondere alle richieste dell'esercizio. Una seconda opzione sarebbe di aggiornare il modello esistente per includere le zone e di adattare la rete di componenti esistente.

Entrambi le opzioni hanno vantaggi e svantaggi e vale la pena di esplorare tutte e due.

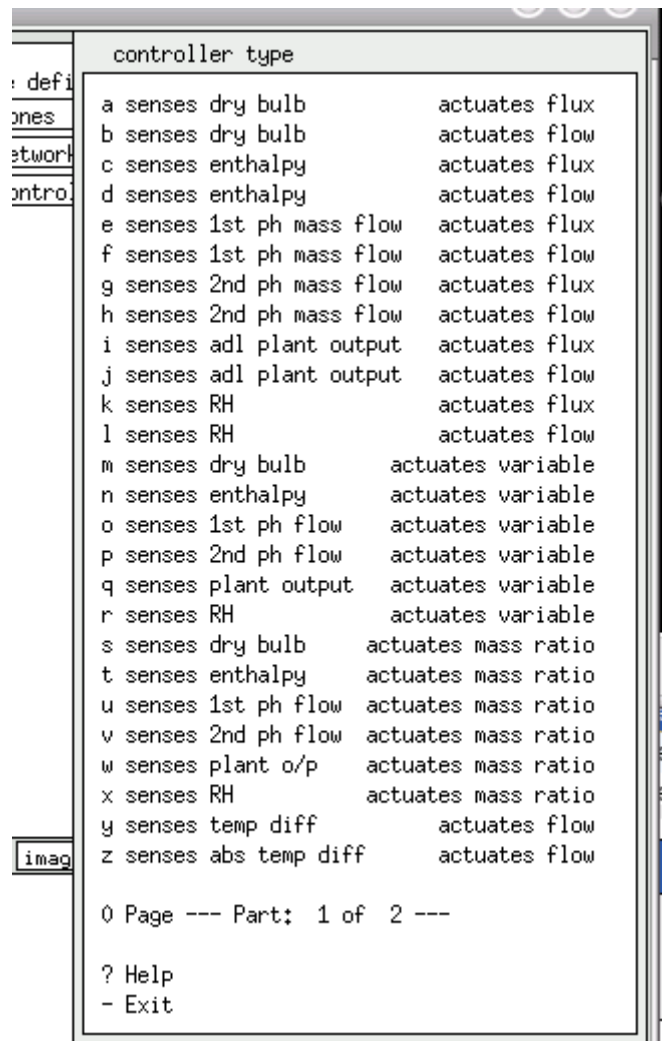


Figura 13.12. Tipi di componenti di controllo.

Per questo esercizio, modifichiamo il modello esistente e la prima operazione è quindi quella di fare una copia di backup del modello. Se la cartella originale del modello si chiama “mech_vent”, dà il comando seguente:

“cp -r mech_vent mech_vent_2z”.

Poi vai nella cartella di configurazione di “mech_vent_2z” e fa ripartire il *project manager* con il file di configurazione che vogliamo modificare. Quando il modello si carica, cambia il nome radice in “mech_vent_2z” e cambia la frase di descrizione del modello (come memoria che questo è un modello differente).

Il modello non ha zone, così vai a “zone composition” e crea “zone_a” e “zone_b”, basate sulle informazione date sopra. Alla fine di questo processo dovresti vedere qualcosa come in figura 13.13 per “zone_a” e qualcosa come in figura 13.14 per “zone_b”.

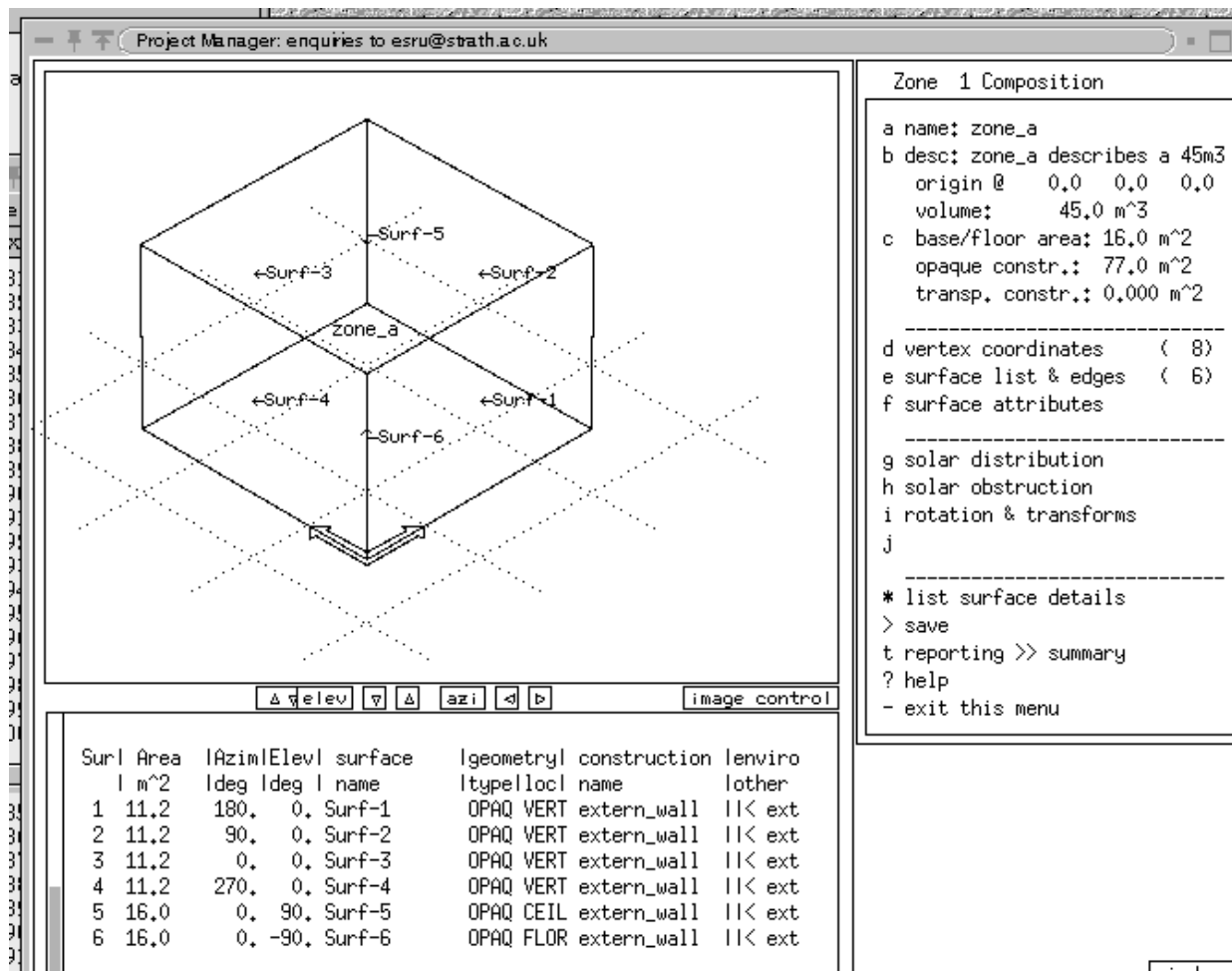


Figura 13.13. Dettagli relativi alla zona a.

Tabelle orarie di pianificazione e altri attributi

Le due zone necessitano di essere completamente attribuite in termini di composizione e dettagli operativi. Mantieni queste operazioni semplici – 200 W durante gli orari di ufficio e 0,2 ricambi d'aria per ora possono bastare.

Modificare la rete dei componenti esistente richiede diversi passi: per prima cosa, fare una copia di backup della rete esistente, in secondo luogo, cambiare la connessione a “supply_duct -> zone_a” (una connessione tra componenti) a “supply_duct -> duct_ret_a” (una connessione tra un componente e la zona termica “zone_a”).

In questo caso il componente ricevente diviene “duct_ret_a”, il tipo di connessione è “from a building zone” (da zona edilizia, NdT) e poi seleziona “zone_a” dalla lista delle zone disponibili. La questione successiva riguarda l'erogazione, e questa rimane nel componente “supply_duct” con un rapporto di deviazione di 0.5.

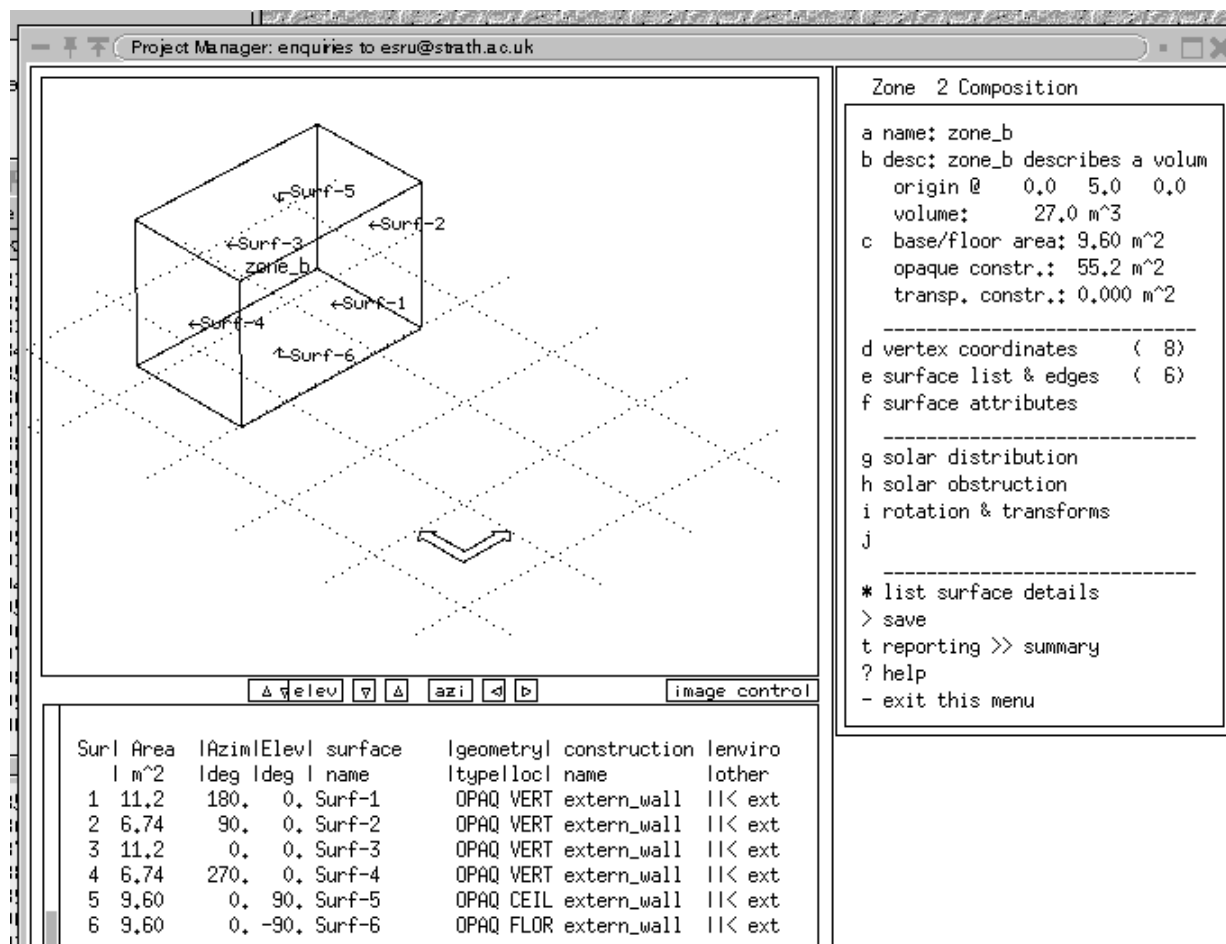


Figura 13.14. Dettagli relativi alla zona b.

La stessa cosa deve essere fatta con la connessione “supply_duct -> zone_b”, che deve divenire “supply_duct -> duct_ret_b” (una connessione tra un componente e la zona termica “zone_b”). Dopo che sono stati fatti questi cambiamenti, l'interfaccia assomiglierà a quella in figura 13.15.

Il passo successivo è rimuovere le ora ridondanti connessioni *g* e *h* nella figura sopra e poi andare nella lista dei componenti e rimuovere i componenti ideali “zone_a” w “zone_b”. Il risultato sarà una rete di 10 componenti, 11 connessioni e 10 limiti al contorno.

Connections									
	Sending comp	@	Node	to	Receiving comp	@	Node	Conn Type	Mass Div
a	outside air		ambient	-->	inlet_duct		air node 1	zone/amb	1.000
b	inlet_duct		air node 1	-->	supply_fan		air node 1	to compt	1.000
c	supply_fan		air node 1	-->	heater		air node 1	to compt	1.000
d	heater		air node 1	-->	supply_duct		air node 1	to compt	1.000
e	zone_a		zone air	-->	duct_ret_a		air node 1	zone/amb	0.500
f	zone_b		zone air	-->	duct_ret_b		air node 1	zone/amb	0.500
g	zone_a		air node 2	-->	duct_ret_a		air node 1	to compt	1.000
h	zone_b		air node 2	-->	duct_ret_b		air node 1	to compt	1.000
i	duct_ret_a		air node 1	-->	mixing_box		air node 1	to compt	1.000
j	duct_ret_b		air node 1	-->	mixing_box		air node 1	to compt	1.000
k	mixing_box		air node 1	-->	duct_mix_fan		air node 1	to compt	1.000
l	duct_mix_fan		air node 1	-->	exh_fan		air node 1	to compt	1.000
m	exh_fan		air node 1	-->	exh_duct		air node 1	to compt	1.000

+ add/delete/copy									

Figura 13.15. Connessioni dopo la modifica.

13.4 Collegamenti alle zone e ai controlli

In fondo al menu per la definizione delle reti c'è l'opzione "link plant to zone" (collega l'impianto alla zona, NdT).

Prima di poter usare questa funzione abbiamo bisogno di definire due controlli di zona e questo richiede un salvataggio delle reti di componenti, e richiede che si vada al menu dei controlli di zona per inizializzare i controlli, e che poi si ritorni all'interfaccia dei componenti di rete per completare il processo. Forse una versione futura di ESP-r includerà un aiuto automatico per supportare questo...

Il controllo della prima zona rileva la temperatura in "zone_a", attua in corrispondenza del nodo d'aria "zone_a", ha un tipo di giorno, un periodo in quel giorno e il tipo di controllo "flux connection between zone and plant"; ma evita di riempire i dettagli.

Il secondo controllo di zona dovrebbe rilevare la temperatura dell'aria in "zone_b", attuare al nodo d'aria di "zone_b", avere un tipo di giorno e un periodo con la legge di controllo "flux connection" (vedi figura 13.16). Mentre sei nella parte del programma relativa ai controlli, c'è una opzione per settare un (altro tipo di) collegamento tra le legge di controllo che hai appena creato e la zona termica rilevante. Quando avrai fatto questo, salva i controlli di zona.

Adesso ritorna alla rete di componenti e seleziona la voce "link plant to zone". Il file di controllo sarà stato esaminato e dovrebbero esserci due voci, la prima per la zona connessa "zone_a" e la seconda per la zona connessa "zone_b", entrambe con il tipo di connessione "convection". I campi rimanenti definiscono la natura della erogazione e se c'è un'estrazione.

Il collegamento per "zone_a" usa il componente "supply_duct" per l'erogazione e il componente "duct_ret_a" per l'estrazione. Il collegamento per "zone_b" usa il componente "supply_duct" per l'erogazione e il componente "duct_ret_b" per l'estrazione.

L'interfaccia, quando questo sarà stato completato, apparirà come quella in figura 13.17. Questo è un buon momento per salvare la rete dei componenti. Ti si chiederà se i controlli di zona dovrebbero essere aggiornati per riflettere i cambiamenti recenti nella rete di componenti (dì di sì).

Quasi finito. I controlli di zona devono essere messi a posto. La funzione di collegamento ha fatto una supposizione sulla capacità del componente scaldante e avrà dato un valore alla potenza per il riscaldamento e per il raffrescamento propria del controllo della zona, attribuendo un valore errato (il valore attuale del componente è 3000 W per il riscaldamento e 0 W per il raffrescamento).

Fino a questo punto abbiamo usato controlli di zona per stabilire il collegamento tra zone termiche. I domini di componenti della rete e alcuni dei parametri nei controlli di zona inoltre sono basati sulle informazioni usate durante la definizione della rete di componenti.

Dobbiamo adesso definire la logica che guiderà il componente scaldante e per questo dobbiamo definire un cosiddetto “plant control” (controllo relativo all'impianto, NdT). Ci sarà un ciclo di controllo, che rileverà il nodo 1 nel componente “duct_ret_a” e attuerà il nodo 1 nel componente scaldante. Il tipo di controllore è “dry bulb actuates flux” (dall'elenco in figura 13.12). C'è solo un tipo di giorno e tre periodi durante il giorno. Dalle 0.00 alle 7.00 il controllo userà un controllo “period switch off”, dalle 7.00 ci sarà un controllo “on-off” con una potenza di riscaldamento di 3000 W e una potenza di raffrescamento di 0 W; e dalle 18.00 un controllo “switch off”.

La selezione delle leggi di controllo (vedi figura 13.18) è abbastanza stringata, ma il messaggio di aiuto chiarifica la relazione tra la legge di controllo e il tipo di controllo. Queste relazioni sono necessarie perché alcuni componenti lavorano sul flusso energia (*flux*, NdT) e altre sul flusso di materia (*flow*, NdT) e l'attuazione deve tenere conto di questo.

Una parola sui dati per il periodo di controllo “on-off”. Ci sono sette parametri:

- “mode of operation” (modalità di operazione, NdT) (1.00);
- “off setpoint” (temperatura di soglia per lo spegnimento, NdT) (23 °C);
- “on setpoint” (temperatura di soglia per l'accensione, NdT) (19 °C);
- “output at high” (3000 W) (output al massimo, NdT);
- “output at low” (0 W) (output al minimo, NdT);
- “sensor lag” (ritardo del sensore, NdT) (zero) e “actuator lag” (zero) (ritardo dell'attuatore, NdT).

Quando il controllo impiantistico è completo e salvato, è una buona idea generare un buon rapporto per l'assicurazione della qualità per il modello. Questo fornirà un feedback aggiuntivo per controllare che il tuo modello sia coerente.

Dopo che avrai passato in rassegna il rapporto per l'assicurazione della qualità, adatta il set dei parametri di simulazione. Usa un passo temporale di 15 minuti per la soluzione relativa alla zona con un numero di sotto-iterazioni pari a 10 per la simulazione impiantistica e assicurati che ci siano nomi attribuiti per i risultati relativi alla zona e agli impianti.

Commissiona una simulazione interattiva. Se tutto è andato bene, la simulazione richiederà alcuni minuti (l'impianto arriva a soluzione ogni minuto). Quando guarderai le previsioni prestazionali, cerca grafici relativi alle prestazioni come quelli in figura 13.19. Le linee superiori verde-oliva rappresentano la temperatura del corpo scaldante e l'uscita di flusso termico (etichettato come "other"). Le linee inferiori sono le temperature a vari punti nei condotti. Vale anche la pena di guardare il rapporto relativo alle caratteristiche prestazionali delle zone.

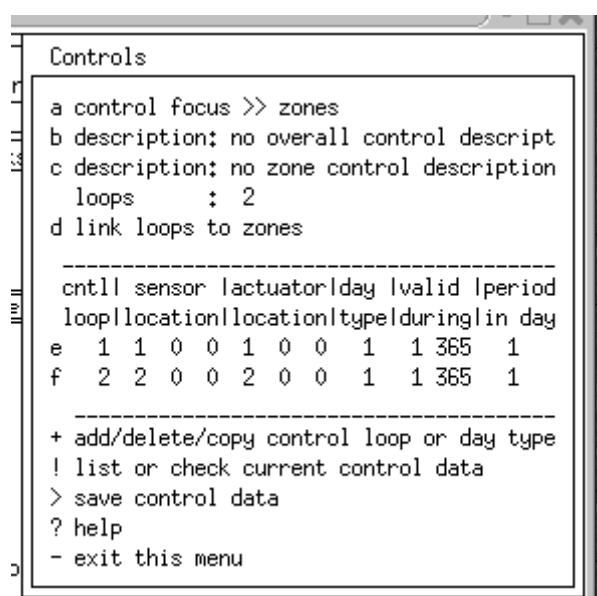


Figura 13.16. Settaggi iniziali per i controlli di zona.

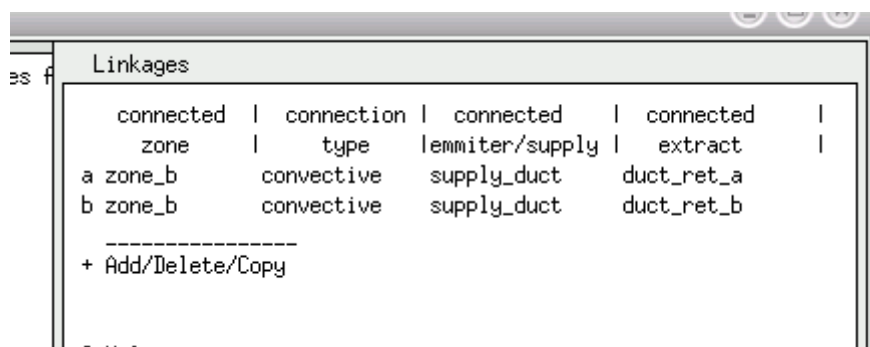


Figura 13.17. Collegamento completato tra zone e componenti.

Una delle ragioni per cui si potrebbe avere bisogno di usare una rete di componenti è indagare sullo stato interno dei componenti, quindi questo è un buon momento per esaminare che cosa è

disponibile e, cosa importante, quali informazioni sono richieste a proposito dei componenti per raccogliere i dati relativi alle prestazioni.

Un modo per verificare la sensibilità prestazionale delle reti di componenti ai cambiamenti nei parametri di controllo è quello di lanciare una serie di simulazioni, tipicamente cambiando un aspetto di un controllo o componente per volta. Questo processo funziona ancora meglio se un ingegnere amico esperto in controlli prende parte all'esplorazione. Certamente un controllo "ON-OFF" risulterà in differenti caratteristiche di prestazione rispetto un controllore di tipo PID (*Proportional Integral Derivative Controller*: un tipo di controllo generico con feedback molto usato nei sistemi industriali, NdT), ma ricordati di camminare prima di correre quando si tratta di controllori PID!

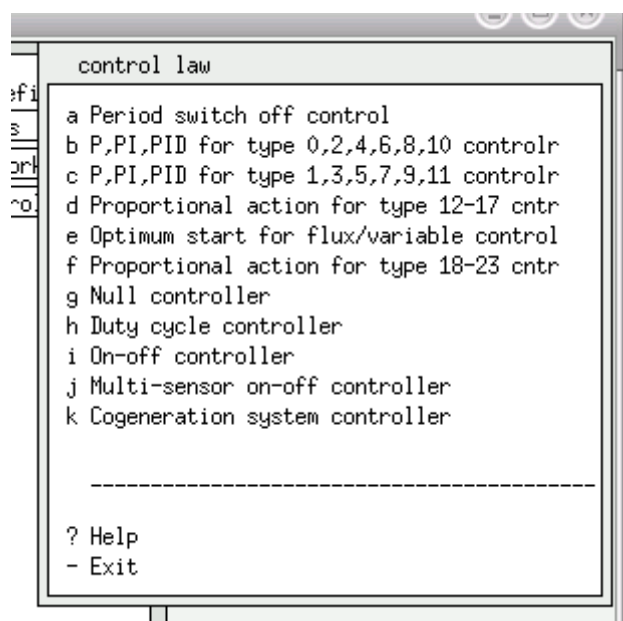


Figura 13.18. Leggi dei componenti di controllo.

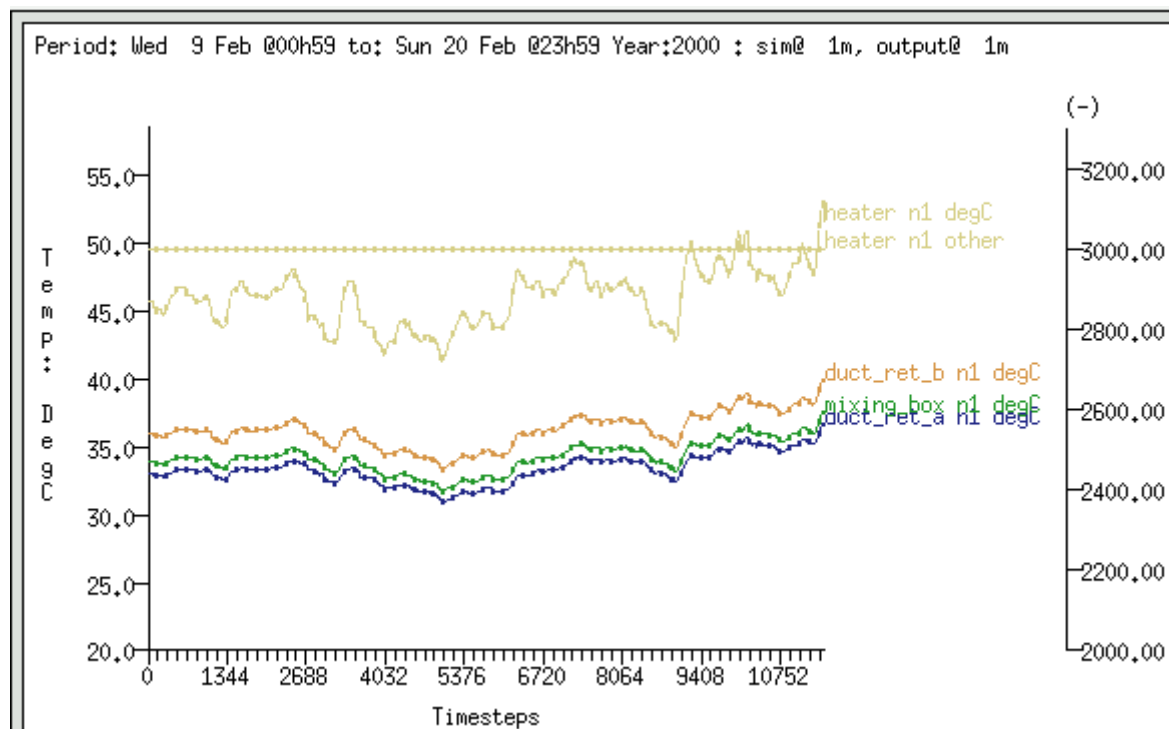


Figura 13.19. Previsioni prestazionali all'interno del modello con zone termiche.

Un giudizio sulle risorse aggiuntive che sono necessarie adottando questa impostazione a paragone con quelle necessarie con i controlli di zona ideali sarà possibile una volta che avrai definito un paio di componenti di rete e avrai sviluppato delle capacità nelle operazioni necessarie. Lo scopo è quello di adottare l'approccio più appropriato a una simulazione data, usando funzioni complesse solo dove un approccio meno complesso non supporti i requisiti del progetto.

14 Procedure di lavoro

I gruppi di simulazione che tentano di supportare progetti reali in tempo reale possono risultare meno produttivi di quanto intendano o dover lavorare più duramente di quanto programmato per una serie di motivi:

- aver saltato un'operazione, anche piccola, ma critica, in una sequenza di operazioni;
- non essere riusciti a individuare le manchevolezze del modello man mano che evolveva;
- non avere registrato decisioni di lavoro critiche o non essere riusciti a ritrovare delle note riguardanti tali decisioni;
- mancata comprensione della natura dell'analisi da portare avanti;
- aver cambiato velocemente i file di configurazione del modello senza aver documentato il cambiamento, senza essersi assicurati che il cambiamento fosse sintatticamente corretto e senza avere effettuato delle verifiche di calibrazione della simulazione;
- assumere che tutti gli altri sappiano che “ext_glas” sia inteso per l'uso sulla sola facciata sud dell'edificio.

Tali errori auto-inflitti e tali omissioni sono solo la punta dell'iceberg. I produttori di software, anche se lo volessero, potrebbero avere poca o nessuna influenza sull'organizzazione e sulle procedure adottate dai gruppi di simulazione, e tanto meno sui contenuti delle interazioni tra membri di tali gruppi.

La discussione seguente è una espansione delle idee che l'autore e altri hanno contribuito in: *Building energy and environmental modelling: CIBSE Applications Manual AM11*, 1998, The Chartered Institution of Building Services Engineers, London, April 1998. Come è detto nel capitolo “*Model Quality*”, le raccomandazioni nell' *AM11* continuano a essere valide e dovrebbero essere nella libreria di qualsiasi gruppo di simulazione. Dal punto di vista del *Cookbook*, l'*AM11* tende a essere molto compassato nelle sue raccomandazioni.

La definizione del *Cookbook* di Assicurazione della Qualità (QA, *Quality Assurance*, NdT) e Controllo della Qualità (QC, *Quality Control*, NdT) estende quella tradizionale sulla gestione del rischio e sul controllo di correttezza che si trovano nell' *AM11* per includere pattern procedurali o relativi all'organizzazione che aiutino a identificare opportunità per la produzione di valore aggiunto per il processo progettuale. Molte delle estensioni alla pratica standard richiedono risorse minime. Non sono scienza astrofisica, benché richiedano attenzione e flessibilità da parte dei membri del gruppo di simulazione così come degli altri attori del processo.

I gruppi di simulazione che prosperano investono consistente passione in pratiche operative che compensino le limitazioni dei loro strumenti. Questo capitolo è in parte basato su una decade di osservazioni su gruppi di simulazione di successo e non di successo. Limiti di tempo hanno ridotto il numero di esempi sulle procedure di lavoro e la profondità di discussione sui loro dettagli. Considera questo capitolo come un punto di partenza per creare le tue procedure di lavoro. Il complemento di questo capitolo è il capitolo *Qualità dei modelli*, che espande alcune degli argomenti trattati nel testo che segue.

14.1 Come può essere di aiuto il produttore del software?

In un certo senso, gli argomenti trattati in questo capitolo sono indipendenti dai produttori di software, perché ci sono molte vie possibili per impiegare gli strumenti di simulazione e tante preferenze d'uso quanti sono i gruppi di simulazione. Benché gli esempi specifici siano dati nel contesto di Esp-r, gli utenti di altri software troveranno qui molte cose familiari - benché possano essere necessari degli adattamenti delle procedure di lavoro di cui si parla per adattarli alle procedure e alle funzioni di altri strumenti.

I produttori di software hanno influenza – il loro marketing verso i manager è *orientato* a enfatizzare gli aumenti di produttività e la facilità d'uso e le loro brochure sono piene di modelli incredibilmente complessi.

Una volta che la licenza è venduta, i produttori hanno più interesse a esercitare gli studenti sulle pratiche sulla tastiera piuttosto che a supportare manager che volessero far maturare pratiche operative più efficienti. C'è anche poco incentivo ad aiutare i manager a capire che cosa costituisce un modello adatto a un certo tipo di progetto.

I produttori montano corsi ed esercitazioni che sono ottimizzati per le capacità sulla tastiera, per le operazioni routinarie e per la rapida generazione di modelli. Alle capacità più “esoteriche” è prestata poca attenzione (come, per esempio, l'astrazione di modelli e l'interpretazione dei risultati). I materiali che trattano queste questioni potrebbero essere disponibili - se tu sapessi cosa e a chi chiedere.

La cosa sui cui i produttori hanno la più grande influenza è sulla progettazione del nucleo dello strumento. Ci sono due classi di problemi che colpiscono i gruppi di simulazione. Il primo è la tendenza a eguagliare la qualità del modello con il “ciò che sembra corretto deve esserlo”. Le illusioni ottiche abbondano nella simulazione; quindi i gruppi di simulazione devono impiegare solide procedure per incoraggiare la qualità dei modelli.

Il secondo problema è che è molto facile che azioni indipendenti da parte di utenti differenti causino delle incompatibilità difficili da risolvere nel modello. Benché i modelli di dati delle simulazioni siano tra i più complessi sognati dagli esseri umani, non sono supportati da strumenti di gestione dei database che supportino l'interazione simultanea di gruppi di lavoro distribuiti.

14.2 Responsabilità nei gruppi di simulazione

Benché esistano simulatori indipendenti di successo, le simulazioni tendono a essere con maggiore possibilità sviluppate in un ambiente di gruppo.

Perché? In primo luogo, la simulazione richiede un'ampia gamma di competenze, per esempio gestionali, tecniche e di comunicazione.

In secondo luogo, i progetti possono non raggiungere i loro obiettivi se non si identificano gli errori nei metodi adottati o nei dettagli. Alcuni individui possono attuare il necessario spostamento mentale, ma il controllo per l'assicurazione della qualità quando è auto-gestito è un invito al rischio difficile da eliminare.

In terzo luogo, man mano che gli strumenti di simulazione diventano più complessi e le loro funzioni si allargano a nuovi domini di analisi, risulta sempre più difficile per un individuo essere abile in tutti gli aspetti dello strumento o riuscire a gestire il volume di dettagli proprio dei modelli complessi. La progettazione reale spesso interessa un livello di complessità che può solo essere gestito in un ambiente di gruppo.

Ci sono, ovviamente, opzioni affinché individui isolati lavorino congiuntamente in gruppi costituiti appositamente, usando le funzioni e le tecniche di simulazione distribuite geograficamente.

Per la maggior parte dei progetti, le limitazioni nel condividere modelli e nel mantenere un gruppo virtuale non stanno nella velocità di internet, ma nella incapacità da parte dei software di simulazione di gestire la modifica asincrona dei modelli e, in misura minore, nella limitazione nei modelli di dati sottostanti, che rendono difficile inserire la documentazione e le ipotesi di lavoro richieste dalle pratiche corrette di lavoro o necessarie a mantenere una traccia delle azioni intraprese.

Nei gruppi di simulazione creati per una certa occasione o già stabiliti, ci sono un certo numero di partecipanti:

- il team manager, che lavora avendo presente gli obiettivi del progetto, le richieste del cliente, i limiti delle risorse, le date di consegna e la motivazione del personale;
- il manager della qualità, che aiuta a calibrare il modello, assicura che esso sia adatto allo scopo, che le previsioni siano quelle attese e che (idealmente) cerca opportunità per aumentare il valore di quanto prodotto;
- il personale dedicato alla simulazione, che implementa il piano di lavoro, piega lo strumento alle necessità del progetto, commissiona incarichi per estrarre i dati ed interpretare le previsioni;
- gli esperti di domini specifici che, su basi ad-hoc, aiutano ad affinare l'approccio alla modellazione, controllano i risultati delle previsioni e identificano opportunità e incongruenze;
- anche i mentori sono partecipanti ad-hoc nel processo durante il processo di pianificazione, tendendo a focalizzarsi nella creazione di nuove pratiche operative e nell'aumentare le conoscenze del personale dedicato alla simulazione.

Mettere in piedi un gruppo di simulazione non è un'operazione semplice, come si può vedere dalla sezione 4.2.1 del *CIBSE AM11*. Il tempo non ha ridotto le verità critiche sulle necessità relative alle risorse umane.

14.3 Errori classici

L'osservazione in un certo numero di anni ha evidenziato che i gruppi di simulazione tendono a sottostimare l'investimento di tempo necessario a creare e far evolvere procedure di lavoro. Un simile ottimismo pervade l'operazione di mantenere o estendere le capacità del personale dedicato.

I paper delle conferenze tendono a non sottolineare i rischi propri dei team manager che si tengono lontani dal conoscere gli strumenti usati e che sono quindi incapaci di adattare le loro direttive per avvantaggiarsi dei punti di forza del loro personale e dei loro strumenti. Detto fuori dai denti – gli errori e le omissioni nella gestione non sono meno importanti negli errori e omissioni nell'esecuzione tecnica.

Ci sono una serie di pattern di lavoro che risultano in una cattiva allocazione o in un cattivo uso delle competenze del personale dedicato alla simulazione. Ciascuno di questi pattern sub-ottimali ha una o più alternative che fanno un uso migliore degli strumenti e/o delle capacità del personale.

In primo luogo, c'è il classico equivoco che le conoscenze alla tastiera implicino conoscenze nel dominio di analisi. Gli utenti con opinioni forti e dotati solide conoscenze e competenze di sfondo a guidare il loro uso degli strumenti hanno un vantaggio, qualsiasi sia il loro livello di interazione con il modello.

L'altro classico errore è quello di affidarsi alla potenza di calcolo bruta del computer piuttosto che a pratiche operative ben testate e alla buona progettazione dei modelli. Sì, ci sono casi in cui i limiti di potenza del computer limitano la produttività - ma la maggior parte delle operazioni di simulazione sono limitate da altri fattori.

I manager spesso ritengono che i software *dall'interfaccia amichevole* consentano a un apprendista di diventare produttivo con poca supervisione o poca pratica. Ciò che tende ad accadere è che il neofita manchi dell'autodisciplina necessaria ad evitare la complessità e si faccia guidare dallo strumento.

Una tempesta perfetta per un gruppo di simulazione è un manager che dia direttive inappropriate a un novizio che non abbia le basi per capire che la direttiva è sospetta o la confidenza necessaria a chiedere un chiarimento. Il novizio di conseguenza lavora duramente a scavare un buco nel quale il gruppo di simulazione cadrà, e la mancanza di attenzione assicura che il dolore sarà distribuito.

Un'altra classica tentazione del destino è l'assunto che la capacità di *generare* rapporti e grafici equivalga a una *comprensione* dei pattern contenuti nel rapporto e nei grafici, sufficiente ad aggiungere valore al progetto. I pattern che contano in un set di dati possono rimanere nascosti, così come un indicatore di errore può passare inosservato.

Questi percorsi verso l'insuccesso possono essere evitati. Per esempio, coloro con la maturità e l'intuizione necessari a riconoscere in fretta i pattern nelle previsioni prestazionali spesso si

trovano in un ufficio vicino. Che una risorsa di tale valore rimanga fuori dal ciclo è una limitazione auto-inflitta. Portali nella conversazione.

Solo a causa del fatto che l'interfaccia dello strumento include una funzione “WOW!”, non è una buona ragione per selezionarla anche se non si hanno buoni motivi. L'auto-generazione o l'auto-dimensionamento non dovrebbero essere invocati su base causale fino a che il gruppo esamini queste funzioni. Si tratta di quella certa funzione basata su leggi fisiche sulle quali il gruppo è d'accordo? E le entità che ne risultano sono comprensibili? E sono conformi ai requisiti del progetto?

14.4 Pianificazione dei progetti di simulazione

L'autore una volta seguiva un progetto di consulenza per valutare se dei componenti di apertura e chiusura (*dampers*, NdT) potessero essere usati nella facciata di un edificio per fornire ventilazione naturale durante le mezze stagioni. Il modello includeva otto zone, massa interna, schermature solari, due reti di ventilazione alternative e tre schemi di controllo. Una sintesi di quanto riscontrato era disponibile cinque ore dopo che le piante e le sezioni erano state aperte per la prima volta.

Questo è stato possibile perché la prima ora mezza erano state impiegate pianificando il modello:

- stabilendo cosa doveva essere incluso nel modello;
- definendo i limiti del modello e la sua risoluzione;
- stabilendo coordinate critiche nel piano e nella sezione;
- pianificando e zonizzando il modello;
- passando in rassegna i database relativi alle soluzioni di costruzione disponibili e identificando elementi necessari aggiuntivi;
- pianificando la sequenza di operazioni che avrebbe limitato gli errori e facendo sì che entità potessero essere riutilizzate;
- pianificando i test di calibrazione da effettuare;
- schizzando il modello e decidendo una strategia di denominazione;
- schizzando la rete di ventilazione e raccogliendo dati rilevanti;
- passando in rassegna il modello di esempio che usava la stessa logica di controllo.

Con queste informazioni l'operazione di creare la cellula-ufficio iniziale e gli elementi di facciata è stata semplice e l'attribuzione è proceduta senza interruzioni. E' poi stato possibile usare questi elementi in molte altre parti del modello. Non c'è stato bisogno di usare una

calcolatrice o fermarsi durante il processo di input perché tutte le dimensioni e gli attributi critici erano disponibili.

Nella creazione del modello furono impiegate circa un'ora e mezza e nella calibratura fu impiegata mezz'ora. Il tempo rimanente fu speso testando differenti controlli dei componenti di apertura e chiusura e stendendo un sunto.

Impiegare un terzo delle risorse di progetto per pianificare il progetto di simulazione e per la raccolta di dati è, per molti esperti, un approccio tipico. Se meno di un terzo del progetto è usato per la preparazione, il rischio di ritardi ed errori più avanti nel progetto aumenta.

La tavola seguente include una serie di difficoltà che possono mettere alla prova i gruppi di simulazione nella fase della pianificazione.

Questione centrale	Questione connessa	Azioni
Il cliente e il gruppo di progetto hanno esperienze precedenti con analisi basate su simulazioni?	Le esperienze precedenti facilitano il <i>compito educativo</i> . In caso contrario le aspettative possono costituire un problema.	Assicura tempo e risorse a una chiara comunicazione con il cliente. Metti al corrente il cliente sulla natura dell'informazione che gli sarà chiesto di fornire e tieni in considerazione la sua risposta.
Il cliente/gruppo di simulazione conosce i dati prestazionali che possono essere generati e i formati di rapporto disponibili?	Gestione delle aspettative legate ai rapporti. Identificazione di come i risultati intermedi possano essere comunicati.	Esamina le preferenze del cliente e chiarifica le potenziali incomprensioni nei prodotti da consegnare.
Il cliente ha usato un linguaggio o proposto degli schizzi indicanti <i>convinzioni</i> a proposito di come funzioni il progetto? La simulazione può testare quelle convinzioni.	Il momento migliore per testare delle convinzioni è appena esse sono notate. La creazione di rapidi modelli mirati che convogli informazioni con il minimo ritardo è critica.	Verifica che il personale dedicato abbia le capacità necessarie ad adottare i tipi di modelli dedicati di cui il progetto ha bisogno. Verifica i dati tipici per il tipo di edificio in oggetto, se disponibili. Crea un caso di test per verificare che il personale dedicato possa estrapolare da schizzi e catturare le caratteristiche essenziali di un progetto.
Il cliente ha indicato quali criteri segnalerebbero un successo?	Quale entità/frequenza di cambiamento vi è in tali criteri? Quali dati aggiuntivi relativi alle prestazioni possono essere catturati per aiutare il gruppo di simulazione a calibrare il modello?	Verifica se i criteri sono in linea con la pratica corrente o se sono una definizione specifica del cliente. Chiarisci se i criteri forniscono indicazioni utili per domande del tipo "che cosa succederebbe se..." che il cliente non ha ancora

		sollevato.
Il cliente ha indicato quali criteri segnalerebbero l'insuccesso?	Qual'è l'entità/frequenza del cambiamento? Quali sono le modalità probabili di insuccesso? Cosa deve essere misurato per identificare il rischio?	Verifica se i criteri sono coerenti con la pratica corrente o sono specifici del cliente. Valuta analisi probabili che testeranno quanto solido è il progetto. Identifica regimi operativi o condizioni al contorno che aiuterebbero a identificare i rischi.
Il gruppo di progetto cerca un miglioramento su una serie di questioni o su una sola questione?	Questioni multiple richiedono diversi modelli o varianti di modelli.	Verifica se il personale dedicato può fare fronte a differenti modelli o varianti di modello probabili in questo progetto. Chiarifica come si potranno identificare i modelli o le varianti di modelli.
Le domande del tipo "che cosa succederebbe se..."- sono del tipo " <i>che cosa succederebbe se usassimo un vetro bassoemissivo di bassa qualità</i> " o " <i>che cosa succederebbe se usassimo il prodotto X</i> "?	Il ruolo del gruppo di simulazione dovrebbe essere flessibile. Esso fornisce informazioni affinché altri prendano decisioni o è pro-attivo?	Identificare dei metodi potrebbe portare a identificare un miglior vetro bassoemissivo. Solleva la domanda se una certa specifica sia nell'interesse del cliente o meno.
Le domande del tipo "cosa succederebbe se" pongono domande parametriche (del tipo "quale area tra il 12 e il 36%" costituisce il livello in corrispondenza del quale i fabbisogni per il riscaldamento salgono")?	Il file system distribuito utilizzato nei modelli di ESP-r ha il potenziale di semplificare gli studi parametrici o li complica, dipendentemente dipendentemente dalla natura del parametro da cambiare. Una verifica iniziale è essenziale.	Verifica che lo strumento supporti la creazione di varianti di modello per questo progetto. Discuti se sarà necessario generare degli script per automatizzare le operazioni parametriche. Verifica che lo script sia corretto e che siano stati estratti dati corretti. Valuta se gli script e i metodi sono riusabili.
Questo progetto è simile a progetti precedenti? Possiamo adattare un modello passato per usarlo in questo nuovo progetto?	Cosa abbiamo imparato nel progetto precedente che possa essere applicato? Quali sono state le difficoltà nei progetti passati di questo tipo?	Verifica che il personale dedicato abbia le competenze necessarie a riusare e adattare il modello esistente. Valuta se il modello esistente è ben documentato. Verifica le tracce delle procedure e delle risorse umane utilizzate per capire se la corrente allocazione delle risorse è

		appropriata.
Il corrente stato del modello riflette le idee e i concetti sviluppati durante le fasi di pianificazione?	La complessità del modello è un linea con le risorse allocate per il progetto? Le risorse usate corrispondono al piano iniziale?	Valuta se i compiti del gruppo debbano essere rettificati. Verifica se sono necessari dei componenti aggiuntivi nel gruppo. Prendi decisioni per fare fronte alle defezioni se qualcuno si ammala.
Un potenziale progetto sarà discusso con un cliente in un incontro domani.	Chi dovrebbe partecipare all'incontro? Qual'è il carico di lavoro di breve periodo? Quali frasi chiave è importante ascoltare? Quanto abbiamo bisogno di questo progetto?	Passa in rassegna i dettagli di progetti simili e le risorse umane coinvolte. Rifletti sui criteri di discussione per decidere se puntare su quel lavoro. Assicurati che le presentazioni e i rapporti di esempio siano disponibili, nel caso in cui il cliente abbia bisogno di essere edotto sulle capacità del gruppo.

14.5 Il team manager

E' di importanza critica che qualcuno prenda in considerazione l'ampio spettro di questioni in gioco nel progetto e le finalità del cliente. Pochi sono in grado di gestire i salti mentali necessari a passare dal fuoco dettagliato su una simulazione a una prospettiva più ampia. E' *in genere* considerata una buona pratica il fatto che il personale dedicato alla simulazione abbia accesso a qualcuno che presti attenzione a queste *altre prospettive*.

E possibile adottare un approccio proattivo o passivo alla gestione del gruppo, purché sia mantenuta la frequenza di comunicazione e la frequente verifica del piano e dei prodotti della ricerca.

Il team manager può essere incaricato su base di singoli progetti o può mantenere la posizione per una serie di progetti. In alcuni gruppi gli individui lavorano in più di una posizione – in un certo progetto essi possono agire come team manager, in altri possono svolgere compiti di simulazione e in altri possono focalizzarsi su questioni di qualità.

La flessibilità ha diversi vantaggi:

- Consente la formazione di gruppi ad-hoc con i migliori talenti di volta in volta disponibili.
- Assicura al personale che abbia uno spettro di competenze più ampio l'opportunità di esercitare e migliorare quelle competenze.
- Può distribuire le competenze riconoscendo quali compiti di simulazione sono semplici e quali altri probabilmente noiosi.

E' particolarmente utile che un gruppo di simulazione abbia accesso a persone aventi esperienza nelle questioni gestionali delle edifici, così come nelle strategie per risolvere problemi progettuali. Questa conoscenza, se impiegata interattivamente, può accelerare il processo di verifica dei problemi progettuali.

Ricorda: altri nel processo di progettazione possono sapere molto poco del lavoro dei gruppi di simulazione e del tipo di informazione che essi possono fornire. Se il gruppo di simulazione ha sufficiente confidenza per ammettere altri all'interno del processo, ci sono opportunità significative perché entrambe le parti possano scoprire concetti e idee di mutuo beneficio.

Uno dei benefici del lavoro interattivo è che aggira le rigide strutture dei rapporti di ricerca (nel senso di relazioni, report, NdT) formali e degli argomenti limitati che possono essere inclusi in tali rapporti. Quindici minuti di esplorazione delle previsioni di performance (il modulo "results analysis" di ESP-r è specificamente progettato per un uso interattivo) possono evidenziare pattern che non sarebbero stati inclusi in un rapporto di ricerca e che avrebbero richiesto ore per l'inclusione in un rapporto formale.

La rotazione del personale e il lavoro interattivo con altri nel processo di progettazione evita anche l'isolamento e le storie dell'orrore da vicolo cieco di cui molto del personale dedicato alla simulazione fa esperienza in alcune compagnie.

Un altro tipo di flessibilità sta nella selezione dello strumento più appropriato per la necessità. Il *Cookbook* è scritto nel contesto di ESP-r. I gruppi di simulazione possono avere una preferenza per un certo strumento di simulazione e se stai leggendo il *Cookbook*, ESP-r potrebbe essere la tua preferenza. Potrebbe essere possibile piegare il tuo strumento preferito per fargli svolgere una certa serie di operazioni, ma la mancanza di scelta può comportare un prezzo. Ci sono descrizioni virtuali fornite da altri strumenti di simulazione che potrebbero essere più appropriati per un certo specifico progetto.

Il *Cookbook* raccomanda che i gruppi di simulazione passino in rassegna le capacità e il costo d'uso degli strumenti di simulazione disponibili e sviluppino criteri di scelta. Il costo associato con l'acquisto e il supporto di più strumenti dovrebbe essere preso in considerazione, per verificare se il personale dedicato è in grado di gestire molteplici strumenti o se occorrono risorse umane aggiuntive.

La pianificazione progettuale dovrebbe verificare se ci sia bisogno di un mentore o di uno o più esperti su domini specifici. Gli avvisi tempestivi di una possibile richiesta possono ridurre il rischio che tali persone non siano disponibili. Considerando che un esperto è necessario in uno stato di crisi, sarebbe forse meglio averli con sé all'inizio di un progetto, perché ciò potrebbe forse evitare la crisi.

14.6 Il manager della qualità

Così come l'autore di un libro ha bisogno di un *editor* che lo aiuti a completare il lavoro, né il team manager, né il personale sono in una buona posizione per riconoscere se il modello continui a essere adatto allo scopo, e se le ultime previsioni prestazionali stiano fornendo una storia convincente o includano nuovi pattern ai quali bisogna prestare attenzione.

Le buone competenze di riconoscimento dei pattern e un buon occhio per i dettagli sono fondamentali. Un approccio tradizionale è che il manager della qualità passi in rassegna i rapporti generati dagli altri e chieda chiarificazioni al personale dedicato.

E *cosa succede se* il manager della qualità non dovesse aspettare che gli altri generassero dei rapporti e dovesse guardare sopra le loro spalle per vedere il corrente stato del modello e/o delle analisi? Quali frasi *must* del tipo “Vieni al mio schermo e guarda cosa ho trovato nel periodo di test di lunedì mattina” nascono con il personale di simulazione?

La capacità di usare le funzioni dello strumento di simulazione per passare in rassegna i modelli e generare rapporti relativi ai modelli rompe una dipendenza classica. Un paio di occhi aggiuntivi dotati di capacità di riconoscere i pattern e aventi scopi differenti aumenta le probabilità di scoprire sia opportunità, sia errori. La decisione di investire in queste capacità per i manager della qualità trasforma il loro modo di lavorare da passivo ad attivo.

Non c'è bisogno che tali investigazioni proattive costituiscano delle zavorre in termini di tempo o di consumo delle risorse – se il gruppo ha messo in opera dei metodi per focalizzarsi su specifici periodi di analisi corti. Infatti, i criteri che si potrebbero usare per i lanci di calibrazione iniziale potrebbero anche servire per l'uso dei manager della qualità. Nel caso di ESP-r, è possibile predefinire i settaggi delle simulazioni e inserire queste informazioni nel modello.

Per molti strumenti di simulazione le competenze necessarie a esplorare un modello e ad invocare simulazioni predefinite possono essere acquisite in poche ore. Naturalmente, sentirsi a proprio agio nell'esplorazione di previsioni prestazionali e nel generare grafici e rapporti scritti richiede più tempo.

I manager della qualità produttivi avranno maturato pratiche per esaminare i modelli così come le previsioni di simulazione. Avranno strategie per assicurare di potere seguire le attività degli altri o le evoluzioni dei modelli così da identificare dei punti di interazione.

Solo sui mercati finanziari c'è un *pericolo morale* nell'aspettarsi che sia il manager della qualità a trovare e risolvere tutti i problemi. Il *processo per la qualità* funziona solo se altri nel gruppo di simulazione possono prendere delle misure per ridurre il rischio man mano che i modelli vengono definiti e fatti evolvere.

Altri capitoli del *Cookbook* sono stati scritti al fine di ridurre gli errori e creare modelli facili da comprendere per gli altri. I manager della qualità apprezzano i modelli che raccontano una storia chiara.

Un compito del manager della qualità è essere un campione nel riservare risorse di progetto per l'esplorazione di questioni dotate di valore aggiunto. Questo richiede che si segua il progresso del progetto e che si assicuri, quando possibile, che ci sia tempo disponibile per esplorare questioni che il cliente non ha ancora sollevato.

Queste risorse potrebbero essere in forma di tempo per intraprendere esplorazioni speculative da parte del personale dedicato alla simulazione o potrebbero riguardare un progetto corrente o passato.

Come il *Cookbook* ha detto in altre sezioni, i guadagni di efficienza dovrebbero essere diretti a liberare tempo per *vivere con il modello ed esplorare le sue prestazioni* e così capire meglio come funziona.

Tipicamente, il manager della qualità avrà una lista di questioni classiche e problemi da esplorare nel modello.

- Se ci fosse un fabbisogno di picco il primo lunedì, è possibile adottare un regime di avviamento ottimale?
- C'è un eccesso di calore accumulato nel corpo dell'edificio di notte? Controlla se questo può essere corretto con la ventilazione notturna della massa termica o estendendo le ore di funzionamento del sistema di controllo ambientale.
- Le sale per le conferenze sono soggette a rapido surriscaldamento quando sono pienamente occupate? Vedi se partizioni massive possono smorzare le oscillazioni di temperatura e migliorare il comfort.
- I controlli ambientali cortocircuitano? Guarda se una potenza ridotta serve a correggere questo.
- L'edificio è sovradimensionato in termini di potenza per il riscaldamento e il raffrescamento? Controlla quante ore aggiuntive al di sopra della temperatura di *setpoint* si verificano in una stagione con il 5% di riduzione e compara questo con la riduzione di spesa iniziale e di gestione.

La tavola che segue illustra alcune questioni che si presentano ai manager della qualità.

Questione centrale	Questione connessa	Azioni
Il progetto corrente è simile a un progetto passato?	Ci sono informazioni interessanti nelle note del progetto e nella documentazione? Il personale dedicato al progetto ricorda questioni utili/interessanti di esso?	Discuti quanto trovato con il team manager e con il personale dedicato. Passa in rassegna con il gruppo i modelli passati e identifica questioni critiche da seguire nel progetto corrente.
Ci sono questioni progettuali nel progetto che sono nuove al gruppo di simulazione?	Quale potrebbe essere un approccio valido per ciascuna questione? Può un modello semplice consentire al gruppo di esplorare questa questione prima di implementarla fino in fondo? Il mentore dovrebbe essere coinvolto?	Passa in rassegna i criteri usati per capire qual'è l'approccio migliore. Trova chi deve lavorare insieme per testare l'approccio. Conferma i punti nel flusso di lavoro dove sono necessarie interazioni con il manager della qualità.
Quale criterio di denominazione renderà chiaro il modello agli altri nel gruppo di progetto? Il cliente	Il cliente si riferisce al progetto usando frasi che potrebbero essere inserite nel modello? Le differenze	Verifica che lo strumento di simulazione riesca a gestire il criterio di denominazione. Considera se i nomi di

è a suo agio con le immagini o con i numeri?	essenziali nelle varianti del modello sono comunicate dalle scelte di denominazione?	prodotti da produttori specifici siano appropriati per l'uso nel progetto. Conferma quali dati prestazionali possano essere presentati in forma visuale per corrispondere alle preferenze dei clienti.
Quale documentazione ha fornito il cliente?	Un esame di questa documentazione ha identificato questioni che devono essere risolte prima di iniziare a lavorare?	Verifica che tutta o parte della documentazione del cliente siano custodite nel modello. Dà un consiglio a proposito di chi dovrà inserire tale documentazione.
Il cliente richiede una registrazione delle operazioni intraprese, dei metodi usati e del modello?	Il personale sta tenendo memoria di quello che fa, di quali ipotesi sta seguendo e di quali fonti di informazione ha usato?	Mostra il modello a una terza parte e vedi se ne capiscono gli attributi essenziali.
Il modello continua a riflettere il piano iniziale o c'è bisogno che il piano cambi? Ci sono risorse disponibili per esplorare opportunità ulteriori con valore aggiunto?	La complessità attuale del modello è nello stesso ordine di grandezza del piano iniziale?	Indaga se i ritardi nelle operazioni possono rendere difficile seguire il piano stabilito. Assicura che i cambiamenti nel modello siano resi noti a tutte le parti interessate. Evidenzia questioni a valore aggiunto da discutere.
I modelli previsionali indicano il 15% in meno di potenza di raffreddamento - si tratta di un errore o di una opportunità?	Che cosa è cambiato nel modello? Chi ha fatto i cambiamenti al modello? Chi può confermare la differenza?	Identifica altri dati di prestazione influenzati da questo cambiamento. Se si tratta di una opportunità, indaga su ulteriori cambiamenti al modello per migliorare ulteriormente le prestazioni.
Durante il controllo si è trovato che l'occupazione in varie zone era meno di quanto specificato.	Quando è successo? Quali dati prestazionali potrebbero essere a rischio? Quali decisioni progettuali potrebbero essere a rischio?	Controlla se la densità di occupazione o i dettagli del modello sono corretti. Passa in rassegna con il personale dedicato il modo in cui le previsioni cambiano quando l'occupazione viene aggiornata. Comunica i cambiamenti e se i cambiamenti siano o no in linea con gli scopi.
Il progetto si trova	Ci sono opportunità per far	Rivisita le analisi cercando

leggermente in anticipo sui i tempi, per quanto ne sappiamo?	funzionare meglio il progetto? Quale sarà la probabile prossima questione che il cliente ci chiederà di considerare?	probabili vie per il miglioramento delle prestazioni. Indaga sulle modifiche necessarie per esplorare probabili nuovi argomenti. Adotta un modello mirato per verificare se un approccio alternativo potrebbe fornire dati di prestazione migliori.
--	--	---

14.7 Il personale dedicato alla simulazione

L'impiego tradizionale del personale dedicato alla simulazione coinvolge operatori junior *primariamente impiegati* nel creare i modelli, nell'eseguire le analisi ed estrarre i dati di prestazione. La questione critica per uno sviluppo efficace è il livello di esperienza degli operatori junior, oltre alle loro capacità relative allo strumento e al loro status nel gruppo.

Il personale che manca di esperienza in un particolare dominio progettuale o di ingegneria è svantaggiato in confronto con quello con opinioni più formate. Benché i produttori di software non lo pubblicizzino, è più probabile che coloro che hanno opinioni solide facciano buon uso degli strumenti di simulazione - le opinioni aiutano nella selezione e nell'uso di funzioni dello strumento. I manager che vogliano ovviare a questa limitazione potrebbero considerare la possibilità di abbinare il novizio a personale di maggiore esperienza per vari progetti.

I dotati di opinioni solide avranno certamente molto da contribuire alle prime fasi si pianificazione di un progetto basato su simulazione in termini di:

- informazioni richieste dal cliente in differenti fasi di lavoro;
- feedback su strumenti di simulazione probabili per progetto, cioè sui vantaggi e sugli svantaggi di differenti strumenti e sul tempo e sulle risorse connessi all'uso di differenti strumenti;
- idee a proposito di come le questioni progettuali potrebbero essere rappresentate nell'ambiente (negli ambienti) di simulazione;
- idee sulle strategie di zonizzazione e sul livello di dettaglio connesso a varie domande relative al progetto;
- idee a proposito di modelli passati che potrebbe essere utile studiare.

C'è un posto per i novizi in un gruppo di simulazione ben formato se essi hanno accesso a personale di maggiore esperienza, così come al mentore, e se c'è una supervisione ravvicinata e frequente.

Dove il personale dedicato alla simulazione è reso partecipe di discussioni, può essere reso partecipe degli scopi del progetto e ha uno status sufficiente a valutare le direttive e suggerire

alternative, c'è poca possibilità che si sviluppi una tempesta perfetta. Se si tolgono una o più di queste condizioni, il rischio aumenta.

La tavola seguente include tipiche questioni che si presentano al personale dedicato alla simulazione.

Questione principale	Questioni correlate	Azioni
Quale tipo di preparazione serve per il progetto?	Ci sono chiare idee del cliente che il modello dovrebbe confermare? Abbiamo fatto un lavoro simile in passato? Abbiamo modelli di test per questo tipo di edificio?	Incontra il team manager per esaminare le richieste del cliente. Schizza degli approcci probabili al modello ed esaminali con il gruppo. Esamina i progetti passati e vedi se c'è modo di adattare dei modelli esistenti. Esamina la libreria dei modelli di test per cercare idee e tecniche utilizzabili per il progetto corrente.
Quali funzioni sono richieste per supportare il progetto?	Quali problemi di costi di gestione o di controllo? Quali problemi di comfort/ qualità dell'aria? I ponti termici sono un problema?	Per ciascun dominio identifica che cosa deve essere misurato. Definisci il livello di dettaglio richiesto. Identifica le probabili interazioni tra domini.
Quali approcci sono appropriati per la calibrazione del modello?	C'è una gamma di indici di prestazione per le migliori pratiche? Può un progetto precedente essere usato come un <i>benchmark</i> ? Quali condizioni operative e climatiche costituirebbero un buon test della risposta dell'edificio?	Esamina la letteratura standard e le relazioni passate. Consulta precedenti lavori a proposito di quali procedure di test siano raccomandati per questo tipo di edificio. Identifica pattern climatici e caratteristiche operative da utilizzare nei test. Inserisci direttive di simulazione appropriate nel modello, così che possano essere lanciate simulazioni di calibratura man mano che il modello evolve.
Quanto tempo ci vorrà per creare il modello?	C'è memoria delle risorse per un progetto simile? Questo è un modello chiavi in mano o esplorativo? Quali addetti dovrebbero lavorare bene in questo progetto? Quale produttività ci si deve aspettare?	Esamina i progetti passati di questo tipo con il team manager. Se si tratta di un modello esplorativo, pianifica una serie di modelli mirati a mettere alla prova il concetto, come <i>benchmark</i> . Esaminali con il mentore. Esamina le operazioni richieste con le

		<p>persone del gruppo disponibili che abbiano lavorato a progetti simili. Chiedi a ciascun membro del personale di fornire una stima sul tempo per la preparazione del modello ed esamina questo con il team manager.</p>
Quali varianti di modello potrebbero essere necessarie?	Quali altre questioni potrebbe porre il cliente? Il modello corrente è al limite delle funzioni dello strumento o delle competenze dei membri del gruppo? I cambiamenti sono diretti dalle nuove informazioni fornite o sono variazioni parametriche generali?	<p>Discuti con il mentore e con gli esperti di domini specifici se potrebbero essere affrontati altri argomenti con varianti del modello corrente. Esamina le pratiche operative in merito alle stime sulle risorse necessarie per aumentare o ridurre la risoluzione del modello. Esamina la complessità del modello corrente in ciascun dominio e discutine con il mentore e con il <i>project manager</i>. Individua un modello di test e usalo per testare funzioni di automazione o scripting. Riporta al gruppo ciò che hai trovato.</p>
Quale pattern di zonizzazione dovrebbe essere usato nel modello?	Qual'è la distribuzione dei pattern di occupazione? Quali parti dell'edificio sono sensibili alla facciata? Quali varianti della logica di controllo potrebbero essere usate in differenti sezioni dell'edificio? La stratificazione è un problema? La ventilazione passante è probabile?	<p>Usando schemi separati, schizza regioni per occupazione (densità, programmi orari), controllo (logica, programmi orari), sensibilità al perimetro, connessioni di flusso d'aria, tipi di sistema e capacità di controllo. Unifica gli schemi degli schizzi per definire le idee iniziali. Definisci uno schizzo alternativo prendendo in considerazione probabili questioni future. Schizza gli scenari per i flussi d'aria e revisiona la zonizzazione per mettere a posto il tutto.</p>

14.8 Il mentore

Differenti gruppi hanno differenti definizioni di mentore:

- Una persona che ha padroneggiato il software di simulazione e che aiuti il personale a impratichirsi con funzioni che tendono a essere viste come *magiche* o nelle quali *vivono i leones*.
- Una persona che ha intrapreso progetti di simulazione della scala, complessità ed eterogeneità di domini tali da costituire una guida.
- Una persona che conosca la fisica di una certa questione progettuale e che lavori con il gruppo per aiutarlo a definire strategie e criteri di valutazione (per esempio, l'esperto di un certo dominio).
- Una persona chiamata o svolgere un training estensivo con il gruppo, tipicamente per assisterlo nell'entrare in un nuovo mercato o per lavorare con differenti tipi di clienti.

I mentori potrebbero essere parte del gruppo o potrebbero essere consulenti esterni che sono trattenuti dal gruppo per mezzo di un accordo (per esempio, per X ore nei prossimi 3 mesi). I loro tipi di competenza possono essere focalizzati (per esempio, essi possono sapere come progettare e sviluppare reti di flussi d'aria per larghi spazi) o a largo spettro (perché per esempio essi possono avere gestito e/o svolto progetti simili).

Qualche volta il personale addetto chiama un mentore perché vuole esplorare nuovi argomenti o un modo alternativo di lavorare all'interno di un progetto attivo (limitando i suoi rischi). In questi casi di solito ai mentori è data l'autorità di prendere carico dello svolgimento di operazioni svolte dal personale, se ciò è necessario per garantire la consegna dei risultati.

In altri casi un mentore può mantenersi alla portata per brevi consultazioni in considerazione del fatto che la loro esperienza consente loro di rispondere a questioni o dimostrare delle tecniche.

Un rapido approccio per valutare nuovi metodi (e strumenti) di simulazione è identificare un progetto recente ed esplorare con essi uno o due aspetti del progetto attraverso simulazioni. I partecipanti dovrebbero poi comparare i risultati ottenuti con quelli ottenuti precedentemente, in termini di risorse richieste, conoscenze richieste e risultati delle previsioni.

I progetti recenti sono specialmente validi se il personale dedicato ricorda l'approccio che ha seguito e ha accesso ai dati di progetto sottostanti. Il mentore può sia guidare il gruppo di simulazione, sia aiutarlo a capire le previsioni ricavate dalle simulazioni.

La tavola seguente include questioni dal punto di vista del gruppo di simulazione e dal punto di vista del mentore.

Questione principale	Questione correlata	Azioni
Gruppo: il progetto che inizia settimana prossima include X. Noi abbiamo poca esperienza su questo. <i>Come dovremmo procedere?</i>	Questo è un argomento che il mentore tratta? Chi deve essere coinvolto nella discussione? Ci aggiorniamo o usiamo il nostro approccio	Questioni specifiche, punti di confusione, scansioni temporali e scopi. Identifica chi lavorerà con il mentore e chiarificherà gli scopi del

	standard?	gruppo. Definisci la strategia di <i>aggiornamento o non aggiornamento</i> .
Gruppo: Fred non è soddisfatto di come lavora con la funzione del programma X.	E' nell'interesse del gruppo migliorare questa competenza? Il mentore padroneggia questa questione? E' questa una parte di una questione più grande che deve essere affrontata con un mentore o con un corso di aggiornamento standard del produttore del software?	Verifica se questo causa ritardi o errori. Verifica se le nuove competenze libereranno tempo per altre attività o aiuteranno i membri del gruppo. Ottieni delle stime sul tempo e le risorse dal mentore e verifica il tempo e il costo dal fornitore del corso.
Gruppo: le previsioni relative al tempo erano in difetto del 30% nell'ultimo progetto. C'è un approccio differente che funziona meglio?	Che cosa deve capire il mentore sul gruppo per valutare il progetto? Quali metodi potrebbero essere usati per testare gli approcci alternativi?	Crea un sunto del progetto per un riesame. Esamina il sunto con il gruppo di progetto e ottieni un feedback iniziale. Ripercorri il progetto per identificare gli sbagli. Identifica chi dovrebbe prendere parte all'operazione. Prendi accordi su una tabella di marcia per l'analisi, il riesame e le sessioni di lavoro.

14.9 L'esperto in un dominio

Gli esperti di dominio possono giocare ruoli differenti in un gruppo di simulazione. Per esempio, il loro dominio può essere la teoria CFD (*Computational Fluid Dynamics*) o esperienza nelle gallerie del vento e come integrare i dati sperimentali nella fisica virtuale.

Gli esperti di dominio differiscono dai mentori perché il loro scopo è quello di risolvere o capire una questione riferita al progetto piuttosto che adattare le pratiche operative del personale o migliorarne le capacità. L'esperto di un dominio specifico può sapere poco delle cose specifiche dello strumento di simulazione, ma è probabile che abbia opinioni precise a proposito di cosa vedono nelle previsioni prestazionali o nei rapporti.

L'esperto di dominio può fornire una *seconda opinione* disinteressata per una questione controversa in un progetto o aiutare a verificare che le previsioni correnti siano in linea con le aspettative.

Ricorda che è probabile che la questione sembri **ovvia o normale** agli esperti. Essi possono non realizzare che altri non condividono la loro conoscenza. Questo può causare confusione in entrambe le parti. Prendi delle misure per ridurre questa confusione se è possibile.

L'esperto di dominio può avere *opinioni* che includono il *fatto* che il loro approccio è l'unico possibile per affrontare una certa questione. Questo può essere o non essere vero. Se ci sono davvero diversi approcci validi, allora il contributo dell'esperto di dominio può essere quello di fornire informazioni sugli approcci, così che il gruppo possa confrontare le opzioni.

Se c'è un solo approccio valido e se lo strumento di simulazione non lo supporta, ci sono varie opzioni:

- verifica se lo strumento può essere adattato;
- verifica se c'è un altro strumento che usa l'approccio valido;
- valuta se c'è un modo per piegare lo strumento ad approssimare l'approccio suggerito dall'esperto;
- se il progetto è abbastanza agli inizi, verifica se questa parte dell'analisi può essere subappaltata;
- se il progetto dipende dal fatto che questa questione sia risolta ed essa non può essere risolta nell'ambito del tempo o delle risorse date, considera la possibilità di ritirarti dal progetto.

La tavola seguente include diversi scenari riferiti agli esperti:

Questione principale	Questione collegata	Azioni
L'esperto e il gruppo usano una terminologia differente.	Le due parti stanno parlando della stessa cosa? La terminologia è differente perché c'è una differenza negli approcci adottati dall'esperto e dallo strumento di simulazione?	Mostra all'esperto un elenco di definizioni comuni proprie del gergo usato all'interno del gruppo e dello strumento di simulazione. Predisponi un incontro in cui discutere i metodi e la terminologia adottati.
L'esperto chiede di sapere come lo strumento di simulazione tratta una questione specifica.	L'informazione è disponibile? E' in una forma che può essere capita? C'è un esempio di modello che dimostra la questione?	Esamina il codice sorgente alla ricerca di blocchi di codice rilevanti o gira la questione al produttore del software. Cerca nella documentazione sezioni rilevanti e/o chiedi al produttore se è disponibile una documentazione aggiuntiva. Predisponi un incontro per esplorare modelli rilevanti per confermare se a) l'esperto capisce, b) è d'accordo sulla funzione all'interno del software.

14.10 Infrastruttura

Gran parte della produttività degli esperti in simulazioni deriva da un rapido accesso all'informazione e dall'esistenza di chiari indizi a proposito della sua appropriatezza all'obiettivo.

Togli la velocità o la chiarezza e la produttività ne soffre.

La simulazione conta sull'accesso a dati descrittivi riguardanti entità dell'ambiente costruito. Queste informazioni tipicamente sono custodite in database a cui gli strumenti di simulazione fanno accesso, ma che sono composti da dati di prodotti di produttori, rapporti di test, dati derivanti da indagini sul sito, dati estratti da riviste e libri di riferimento.

Tipicamente, solo una parte di questa infrastruttura è inclusa nella distribuzione del software. Gran parte del valore aggiunto per i gruppi di simulazione sta nell'estendere questa base di dati iniziale. Questo richiede un investimento iniziale nella comprensione di che cosa è disponibile inizialmente, seguito da operazioni di popolazione dei database con dati rilevanti per progetti futuri, anche attraverso continui aggiornamenti ed estensioni.

In gruppi dove sia utilizzata una *suite* di strumenti di simulazione, il compito associato con la gestione dell'infrastruttura deve prendere in considerazione il grado di sovrapposizione tra l'infrastruttura di ciascuno strumento e anche le differenze specifiche tra strumenti (che possono essere sottili). Chiediti se ci sono considerazioni pratiche, di efficienza di lavoro, che consiglino di minimizzare queste differenze tra le infrastrutture degli strumenti.

Ciò che decidiamo di includere nella nostra base di dati è di importanza critica. Questo richiede di definire criteri per giudicare la qualità e il "pedigree" dei dati che è preso in considerazione per l'inclusione. E anche il nome che diamo ai nuovi dati inseriti e la documentazione che vi alleghiamo come accompagnamento sono questioni critiche.

L'introduzione della simulazione in un'attività di tipo commerciale o in un gruppo di ricerca richiede quindi una decisione iniziale su come acquisire, valutare e modificare le basi di dati per rispettare i criteri di denominazione e gli standard di documentazione. Occorre prendere accordi in merito a come inserire i dati nell'infrastruttura e poi gestirlo sul lungo termine.

Uno dei punti iniziali di scoperta per un nuovo strumento di simulazione è quindi la natura e l'estensione dei suoi database.

Il software commerciale tende ad essere ben popolato di entità. E queste devono essere soggette a valutazione, adattamento e gestione.

Stabilire criteri di qualità è il compito principale del manager per la qualità (Quality Manager, NdT).

Ogni contributo termofisico o componente di dettaglio è in qualche misura soggetto a incertezza. Alcune sorgenti di dati sono incomplete: per esempio, l'assorbività solare può essere approssimata. Come minimo, gli assunti e le omissioni dovrebbero essere documentati (anche nel caso in cui siano esterni al modello). Il manager per la qualità è anche il primo punto di contatto per le persone dello staff incaricate dell'immissione dei dati.

Determinare se un'entità in una base di dati è utile per l'utilizzo in un particolare progetto può richiedere un input da parte di componenti esperti dello staff e del management.

In casi estremi, possono essere richieste ulteriori prove.

La simulazione si appoggia anche a una infrastruttura di calcolo. E la maggior parte dei gruppi assumono che questa sia solida e funzionale fino a prova contraria.

Il "fino a prova contraria" qualche volta è casuale (per esempio, la rottura di un disco fisso) e qualche volta è predicibile (qualcuno che non ha fatto copia del lavoro).

Per entrambe le situazioni vi sono antidoti.

Occorre decidere quante ore-uomo o minuti-uomo è al massimo accettabile perdere in ciascuna fase di lavoro nel processo di progettazione e adeguare le pratiche e le abitudini di lavoro a

questa decisione. Il passo successivo è quello di fare segretamente il backup di un modello o di un computer e poi inscenare una rottura e valutare come il gruppo e l'infrastruttura si riprendono.

Si può essere creativi nell'impiego delle risorse di calcolo.

I compiti di creazione dei modelli tendono a dipendere dalla velocità di interazione degli utenti piuttosto che dalla potenza di calcolo. Un monitor di alta qualità per la creazione dei modelli può essere più importante della potenza di calcolo. Un hard disk veloce e una memoria in più possono essere fattori critici nella valutazione e per il recupero dei dati dopo un guasto o un errore.

14.11 Personale di supporto

I contributi da parte dello staff tecnico e amministrativo sono una parte integrante dell'infrastruttura dei gruppi di simulazione e dovrebbero essere inclusi nell'ambito delle procedure di lavoro. Ci sono un certo numero di operazioni associate all'acquisizione e all'inserimento dei dati (per esempio, riguardanti materiali e componenti) rispetto alle quali lo staff di ricerca può fornire un contributo che abbia un valore aggiunto.

I gruppi dovrebbero prendere in considerazione le soluzioni in grado di produrre una infrastruttura solida e affidabile: inserimento *ad hoc* da parte del personale di simulazione (che potrebbe essere distratto o potrebbe non compiere questa operazione da molti mesi) o personale addestrato per compiere un lavoro ben documentato con specifiche procedure di assicurazione della qualità?

Anche altre operazioni di simulazione seguono procedure ben stabilite e richiedono un insieme specifico di conoscenze e capacità. Un esempio potrebbe essere costituito dalla produzione di una sequenza animata di *pattern* di ombreggiamento su facciate e spazi interni specifici con uno strumento di simulazione come *Radiance*. Se questo inserimento è effettuato su basi *ad hoc* e occasionali da parte di personale di simulazione, c'è il rischio che possano essere necessario saltare delle operazioni o che siano inseriti dei parametri scorretti. L'animazione risultante non sarebbe di conseguenza corretta e si perderebbe tempo di prezioso, a un costo. Il ricorso a un tecnico competente per fare questo lavoro può essere una scelta migliore per questo tipo di operazioni.

Un'altra competenza che può essere acquisita è quella che consente di passare in rivista i rapporti sul contenuto di un modello (model contents reports, NdT) in collaborazione con il manager della qualità. Per ciascuno strumento di simulazione, questi rapporti tendono a seguire un formato fisso e a includere parole riconoscibili. E' quindi un'operazione ragionevole quella di chiedere al personale di supporto di testare la presenza o l'assenza di frasi o parole specifiche.

Per esempio, se la programmazione oraria di una stanza è documentata con la frase *one teacher and 24 students with one laptop computer*, ne consegue che c'è una gamma limitata di calore sensibile e latente che può trovarsi nelle righe che seguono. L'operazione iniziale è quella di riconoscere l'inadeguatezza dell'inserimento. L'operazione seguente potrebbe essere quella di suggerire dati che potrebbero essere più adeguati alla descrizione, o di suggerire una descrizione alternativa che possa essere adeguata ai valori.

Delegare queste operazioni può migliorare il flusso di lavoro del gruppo. Delegare un'operazione richiede che qualcuno faccia attenzione e documenti azioni e assunti aventi successo.

L'aggettivo *pedante* dà in questo caso una descrizione appropriata.

Questo è seguito da un processo iterativo di test e chiarificazione delle procedure, fino a quando esse sono pronte per lo sviluppo. Il personale di supporto dovrà essere addestrato alla procedura e gli dovrà essere dato tempo sufficiente a tarare in modo fine le proprie competenze. Un buon indicatore di uno sviluppo positivo è quando il personale tecnico inizia a suggerire miglioramenti della procedura.

La delega implica anche che il flusso di lavoro del gruppo sia riprogettato per miscelare i contributi del personale di supporto nel processo di progetto. Sia il manager del progetto, sia il manager della qualità saranno coinvolti in questa fase per effettuare controlli di realtà e per pubblicizzare la loro disponibilità.

14.12 La produttività del personale

Con uno stesso strumento di simulazione, lo stesso tipo di computer e lo stesso tema di lavoro, due differenti professionisti possono arrivare in tempi radicalmente differenti alla definizione di un modello completo. Ciò che un novizio può produrre in due giorni frustranti, può essere prodotto da un addetto esperto in un paio d'ore con un computer potente la metà.

Questa differenza in produttività è attesa e dovrebbe essere messa in conto nel reclutamento per un certo progetto. Una tabella di marcia prevedente sedute notturne può essere supportata meglio da personale più esperto, mentre il personale con minore esperienza sarà più a suo agio con un progetto con scadenze meno difficili da rispettare.

Quando due addetti dotati approssimativamente delle stesse competenze impiegano due tempi radicalmente differenti a svolgere un certo compito, il manager e il mentore dovrebbero investigare. Probabilmente le differenze saranno dovute alle strategie impiegate. Ma le strategie possono essere imparate.

Se possibile, il manager della qualità dovrebbe stabilire delle strategie adatte al livello di destrezza, alle conoscenze strategiche e alle *risorse inventive* del personale.

Il personale che lavora ai limiti delle proprie capacità è meno efficiente e più a rischio di generare errori rispetto al personale che si muova nell'ambito dei propri livelli di competenza. Di conseguenza, una pratica operativa ben concepita *assicurerà* che il personale stia lavorando a un ritmo sostenibile. Il personale dovrebbe essere chiaro a proposito della propria produttività corrente e informare il manager se è a rischio di insuccesso.

Fare corrispondere le risorse *effettivamente usate* con le ipotesi fatte nelle fasi iniziali del lavoro è una sfida. Un contributo di rilievo del personale al processo progettuale è quello di fornire stime realistiche a proposito del tempo e delle risorse di calcolo richieste. Prendere delle note a proposito del tempo effettivamente speso per operazioni specifiche dovrebbe essere incluso nelle procedure di lavoro. I frequenti aggiornamenti alle stime man mano che i dati divengono disponibili può aiutare nel management delle risorse di personale.

Che cosa dire delle stime delle operazioni nuove (per il gruppo di lavoro)? Si potrebbe andare per supposizione e puntare troppo in alto o troppo in basso. O il gruppo di simulazione potrebbe impiegare alcune delle sue risorse ad anticipare nuovi argomenti ed operazioni. In preparazione, potrebbe compilare documenti di lavoro e creare modelli ipotetici.

Il personale di simulazione dovrebbe essere pro-attivo e chiedere del tempo (per dire, 2-3 ore alla settimana) per esplorazioni speculative e mantenere il mentore e il gruppo informati dei progressi. Raccogliere il rapporto di una funzione dello strumento che non è ancora pronta per l'uso in progetti di consulenza può essere utile come la scoperta di misurazioni virtuali che possono essere incluse in rapporti futuri.

14.13 Selezione degli strumenti

Le limitazioni di un singolo strumento di simulazione sono state sottolineate nei passaggi precedenti. Un gruppo di simulazione è più flessibile se c'è la possibilità di selezionare la filiera di strumenti di volta in volta più appropriata all'operazione corrente.

I criteri di selezione sono specifici ai singoli progetti e anche alla fase del processo progettuale. La scelta inizia considerando con attenzione la natura del progetto e le sue finalità. Rispondi alle domande elencate nella Tavola 1.1 e schizza approssimativamente le tue idee per il modello. Vaglia ciascuno strumento di simulazione alla luce dei criteri seguenti:

- Risoluzione del sito (la forma e la scala del sito). Lo strumento ti consente di descrivere l'impatto degli edifici adiacenti e della topografia? Sono disponibili dati climatici e sulla pressione del vento?
- Risoluzione spaziale (la forma e la scala dell'edificio e dei suoi spazi interni). Lo strumento supporta la complessità che si trova nel tuo schizzo?
- Risoluzione termofisica (la composizione dell'edificio e della sua risposta ai cambiamenti delle condizioni al contorno e interne). Per esempio, se l'edificio ha una costruzione massiva o usa materiale a cambiamento di fase, questo è supportato dallo strumento di simulazione?
- Risoluzione ambientale dei sistemi (composizione dei sistemi e dei controlli). La rappresentazione del o dei sistemi è adeguata ai bisogni del progetto? E' possibile approssimare la logica di controllo dell'edificio?
- La risoluzione dell'occupazione, delle luci e dei piccoli macchinari (la distribuzione temporale dei guadagni gratuiti). E' possibile rappresentare l'interazione tra gli occupanti e l'edificio, ottenuta per esempio con controlli manuali?
- Supporto di calcolo per i domini di indagine richiesti nel progetto; per esempio, nel caso in cui i movimenti dell'aria siano di interesse, è disponibile uno strumento CFD? Nel caso in cui il comfort sia di interesse, è già predisposto un modello interno di comfort?
- I calcoli producono il tipo di dati relativi alle prestazioni (per esempio, relativamente al tipo di dati, alla loro collocazione, alla loro frequenza) adeguato a consentire al gruppo di simulazione di giudicare le prestazioni del progetto?
- Hai l'informazione di supporto necessaria (database di materiali, soluzione di costruzione, proprietà ottiche, componenti di sistema etc.) necessari a rappresentare il progetto in questo ambiente di simulazione?
- Durante la vita del progetto quali domande aggiuntive relative alle prestazioni potrebbero presentarsi? Lo strumento supporta valutazioni finalizzate a queste questioni? E le competenze del gruppo sono appropriate?
- Se altri ambienti di simulazione o altri strumenti di *reporting* sono adottati nel progetto, esistono percorsi di simulazione funzionanti per consentire il flusso dell'informazione tra i vari strumenti?
- Ci sono risorse sufficienti nel progetto per consentire l'utilizzo di questa suite di simulazione? Le competenze del personale sono appropriate a questa miscela di requisiti relativi al progetto e agli strumenti?

14.13 Ricapitolazione

Una procedura di lavoro ben concepita assicurerà che il personale non esaurisca le proprie riserve mentali. Questo suggerisce che tutti i membri del gruppo debbano essere chiari a proposito del loro livello di competenza e di quante capacità di riserva abbiano. Essi non dovrebbero mantenerlo segreto e dovrebbero esserci canali di comunicazione a proposito di queste questioni.

Commisurare le risorse usate per generare e testare i modelli con le ipotesi assunte in fase di pianificazione iniziale è una sfida. Con l'esperienza, il personale dedicato alla simulazione, i mentori e i manager della qualità possono fornire stime piuttosto precise della quantità di tempo di cui si aspettano di avere bisogno.

Le pratiche operative ben concepite assicureranno che prima che una stima sia fornita al cliente ci sia una valutazione riguardante l'appropriatezza degli strumenti di simulazione disponibili in rapporto con le probabili necessità del progetto. Ci sarà anche una valutazione dei livelli di competenza correnti nel caso in cui sia richiesto del lavoro di preparazione.

15 Qualità del modello

I gruppi di simulazione che cerchino di affrontare problemi reali in tempo reale si imbattono nella necessità di assicurare che i loro modelli siano sintatticamente corretti e semanticamente appropriati per il progetto.

I gruppi di simulazione che prosperano investono una passione considerevole nell'assicurare la qualità dei loro modelli. Lo fanno per limitare il rischio (una ragione tradizionale per l'*Assicurazione della Qualità* e per il *Controllo della Qualità*). Il *Cookbook* auspica anche pratiche operative che assicurino la qualità dei modelli per non mancare un rapido segnale dell'opportunità di fornire valore addizionale al cliente.

La qualità dei modelli coinvolge sia le funzioni dello strumento di simulazione, sia le competenze del gruppo di simulazione. Tra le questioni più importanti vi sono:

- progettare modelli che il gruppo di simulazione possa capire;
- progettare modelli che il cliente riconosca;
- identificare aspetti dei modelli che controlli effettuati da parte dello strumento possano interpretare come non corretti;
- identificare aspetti del modello che il gruppo possa non riconoscere come corretti;
- pratiche operative che bypassino i controlli dello strumento;
- pratiche operative che bypassino il manager della qualità;
- verifiche della frequenza dei modelli e di calibrazione;
- comprensione dei rapporti sul contenuto dei modelli.

La *verifica semantica* è correlata al progetto del modello – a come esso include ed esclude aspetti termofisici del progetto. Poiché questa è un'arte tanto quanto una scienza, è più difficile stabilire insiemi di regole per il progetto dei modelli. In questo caso i problemi sono:

- modelli (o strumenti) che *non sono del tutto adatti* allo scopo;
- modelli che continuano ad essere usati dopo che l'entropia ha preso piede;
- modelli che sono piantati in una condizione di inutilizzabilità.

15.1 Come può essere di aiuto il produttore di software?

La qualità dei modelli inizia con le funzioni offerte dal produttore del software, cioè con i rapporti per l'assicurazione della qualità, la documentazione, gli esercizi e le funzioni di verifica interna del software. Le decisioni del produttore a proposito delle funzioni interne hanno un impatto sostanziale sulle risorse che i gruppi di simulazione investono nella verifica dei modelli.

Alcuni produttori credono alla versione dei loro dipartimenti di marketing, cioè che *quello che vedi è quello che ottieni*. Sfortunatamente, quello che vedi sullo schermo è solo una delle possibili viste del contenuto di un modello. Le interfacce possono presentare agli utenti delle illusioni ottiche. Ecco alcuni esempi:

- una vista *wireframe* può sembrare corretta, ma avere superfici rovesciate o mancanti;
- una interfaccia intelligente può decidere di mischiare le superfici adiacenti e condividere la stessa composizione – così quello che è riportato non corrisponde a quello che l'utente ha definito;
- le interfacce possono decidere di suddividere le superfici o i componenti così che il modello includa entità che l'utente non ha chiesto di creare;
- l'utente potrebbe definire una descrizione compatta che lo strumento espande in centinaia di linee di descrizione e fornire solo funzioni limitate per esplorare la lista delle voci espansa.

Alcuni software (incluso ESP-r) forniscono sia informazioni a schermo, sia rapporti sul contenuto dei modelli. Questo rende possibile che coloro che abbiano doti di interpretazione grafica e coloro che abbiano doti di interpretazione dei rapporti possano lavorare assieme.

Un buon rapporto sul contenuto dei modelli non dovrebbe essere solo leggibile dagli esseri umani, ma dovrebbe riflettere anche ogni cambiamento a qualsivoglia entità nel modello. Gli strumenti di simulazione sono imperfetti, e così alcune entità potrebbero non essere riportate o potrebbero non includere un sufficiente livello di dettaglio.

Idealmente, i modelli dovrebbero consentire all'utente di definire il livello di dettaglio per le varie entità riportate, così come degli argomenti da includere. Similmente, le interfacce dovrebbero consentire all'utente di espandere o restringere le interfacce così da focalizzarsi su questioni specifiche.

Se i produttori montano dei corsi che prestano poca o nessuna attenzione a argomenti connessi alla qualità dei modelli e il tuo gruppo la considera importante, parla con il produttore dello strumento che usi e cerca dei fornitori alternativi di corsi. O ancora meglio, prima di seguire il corso o comprare il prodotto, controlla.

Un altro inconveniente che può essere attribuito al progetto dello strumento di simulazione è la facilità con cui azioni indipendenti da parte di più utenti possono causare conflitti difficili da risolvere. Se un modello funziona e alcune azioni da parte di qualche persona causano un guaio, la fiducia può avere gravemente a risentirne. Questo pone dei vincoli allo sviluppo della simulazione in gruppi di lavoro distribuiti.

Certamente pratiche operative di scarsa qualità possono ridurre l'efficacia delle funzioni dello strumento. Il non aver verificato l'orientamento del sito prima di intraprendere l'analisi dell'ombreggiamento può far sprecare tempo prezioso, così come il non notare che le porte tagliafuoco possono essere installate con meccanismi di chiusura di sicurezza (*fail-safe closing mechanisms*, NdT) (che consentono la miscelazione tra zone) può cambiare le ipotesi relative alla ventilazione degli edifici.

Uno strumento può essere abbastanza intelligente da chiamare la 27a superficie verticale in zona “Wall-27”. L'autore del modello sa che la superficie è la `partition_to_corridor` e probabilmente ne conosce anche diversi altri attributi. L'interfaccia fornisce un tentativo iniziale, per partire, ma cinque secondi di modifica renderebbero le cose più chiare. Accettare la proposta di default costringe tutti gli altri attori a dover ricostruire mentalmente una comprensione a partire dalla forma e dalla posizione della superficie e da cosa è composta ogni volta che è selezionata da una lista o inclusa in un rapporto. La quota del *Cookbook* è la seguente:

“I nomi sono il primo passo verso la comprensione ed essenziali a padroneggiare le idee.”

Ovviamente gli strumenti potrebbero essere imperfetti in questa implementazione del concetto:

- alcune interfacce (come quella di ESP-r) limitano la lunghezza dei nomi delle entità. I nomi chiari sono una frustrazione e una fonte occasionale di errore;
- alcune interfacce assegnano i nomi automaticamente e non consentono di cambiarli – nomi unici e arbitrari possono essere opachi per l'utente;
- alcune interfacce non consentono agli utenti di dare un nome alle entità nei loro modelli – questo è imperdonabile in termini di risorse necessarie al controllo del modello.

Sapendo che gli strumenti di simulazione limitano la nostra capacità di creare modelli autodocumentanti, sta alla comunità degli utenti far evolvere pratiche operative che compensino tali limitazioni.

15.2 Responsabilità nei gruppi di simulazione

Le decisioni prese da membri del gruppo mentre pianificano e costruiscono modelli possono influenzare le risorse necessitate dagli altri per capire l'intento e la composizione dei modelli. Alcuni modelli *raccontano una buona storia* e così possiamo rapidamente usare la nostra appena ricavata comprensione. Altre decisioni producono modelli che impongono un peso considerevole ai gruppi di progettazione. Fare lavorare duro i clienti NON E' una strategia di affari profittevole.

Quando il cliente arriva e il modello è aperto sullo schermo del computer c'è una ricognizione, forse un rapido tour del modello, e poi si passa ad argomenti più sostanziosi. Oppure ci sono espressioni perplesse e l'incontro si blocca su spiegazioni di come l'immagine sullo schermo rappresenti il loro progetto.

Questo non è un argomento in favore della traduzione letterale di dati CAD in modelli termici. Molto di ciò che è incluso in un modello CAD, nel dominio termico è semplicemente rumore. Un cliente che avesse visto un modello con cinquantamila superfici sarebbe giustificato nel chiedere la metodologia dietro a questo approccio all'astrazione, come se gli fosse detto che una scatola rappresentava il Guggenheim di Bilbao.

Considera che cosa la simulazione sembri dal punto di vista del cliente e scegli, se possibile, di progettare il modello per limitare la sua confusione. Questo può far risparmiare tempo.

Seconda citazione del giorno del *Cookbook*:

“Le domande e le risposte autosomministrate portano grande gioia al legale di qualcun altro.”

I gruppi di simulazione costituiti solo da una sola persona sono sostenibili nel lungo termine sono se esternalizzano la verifica dei modelli. In un gruppo dovrebbe essere una pratica standard quella di esternalizzare il compito a un altro membro del gruppo dopo che i controlli iniziali sono fatti dal gruppo di simulazione.

I cambiamenti nel reclutamento possono richiedere che i modelli siano passati ad altri nel gruppo per il completamento. I modelli rischiano di diventare orfani se l'autore del modello lavora in isolamento o usa uno stile differente. Un modello che risulta opaco a uno del gruppo è probabile risulti ancora peggio per un cliente.

L'operazione di prendere un modello fatto da un'altra persona e capirlo abbastanza bene da poterlo modificare è un classico test delle procedure di lavoro. I progetti si fermano per settimane di seguito. Se una risorsa sostanziale è sottratta per ri-dedicala in fretta a un progetto prima dormiente, questo può ridurre le risorse a disposizione per le altre operazioni. Non aiuta il fatto che la concezione del software di simulazione raramente tiene conto che molti gruppi lavorano a diversi progetti simultaneamente.

I problemi relativi alla qualità dei modelli sono differenti per ciascun componente del gruppo di simulazione.

Il team manager

L'interesse del manager del gruppo è quello di assicurare che i modelli siano adatti allo scopo e che il personale lavori nell'ambito dei suoi limiti (e di quelli dello strumento). Un modello che racconta una buona storia è un modello che un manager può esplorare facilmente. E i manager che esaminano regolarmente i modelli possono anticipare delle possibilità, ed anche accorgersi di quando le date di consegna stiano scivolando avanti.

Manager della qualità

Così come l'autore di un libro ha bisogno di un editor per avere un aiuto per completare la storia, né il team manager, né il personale dedicato alla simulazione sono in una posizione buona per portare avanti questa operazione.

Anche il manager della qualità ha un interesse a esaminare a intervalli regolari il lavoro in corso d'opera e di assicurarsi che il modello continui a essere adatto allo scopo. I manager della qualità riconoscono in fretta quali modelli raccontano una buona storia e quali non lo fanno. Le buone pratiche operative assicurano che il personale dedicato alla simulazione riceva con regolarità questo feedback.

Gli errori finiscono per essere inseriti nei modelli anche adottando buone pratiche operative. Alcuni errori tipografici che passano il vaglio dello strumento si evidenzieranno nella previsione delle prestazioni *se vi prestiamo attenzione*. Un guadagno causale di 10 kW in una stanza che si suppone non avere più di 2 kW può non manifestarsi in una differenza di temperatura se il controllo ambientale ha una potenza sovradimensionata. Il vaglio dovrebbe notare la reazione dei controlli ambientali per questa zona differisce da quella di altri spazi simili. Se il solo rapporto generato fosse un totale riferito all'edificio, questa possibilità potrebbe non essere notata.

Alcuni errori possono essere sottili – selezionare il giusto tipo di vetratura per una finestra tra dodici altre potrebbe alterare la prestazione della stanza solo leggermente. La logica di un controllo che opera in modo indesiderato per una combinazione infrequente di condizioni riscontrate può essere difficile da riconoscere.

Il gruppo di simulazione dovrebbe considerare che la frequenza e i tipi di errori possono esistere senza alterare i pattern prestazionali dal momento in cui è presa una differente decisione progettuale. E' probabile che le verifiche da parte del personale dedicato alla simulazione evidenzino certi tipi di errori, ma altri si rivelano chiari per il loro impatto sulle previsioni.

Ci sono dei vantaggi nel fatto che il manager della qualità sia proattivo nel progetto e usi strumenti di simulazione per esaminare i modelli, generare dei rapporti sui contenuti dei modelli e esaminare le previsioni di prestazione. Non c'è bisogno che queste investigazioni siano un peso in termini di tempo o risorse di calcolo. Le competenze necessarie ad usare lo strumento per svolgere queste operazioni possono essere acquisite in qualche giorno.

Un'altra operazione proattiva è quella di lavorare a stretto contatto con altri nel gruppo per assicurarsi che la qualità del modello sia una parte continua del processo di pianificazione e creazione del modello stesso. Il manager della qualità può anche disporre sequenze di operazioni per confermare il livello di competenza, le strategie e le *risorse inventive* del personale dedicato alla simulazione.

La definizione del processo di qualità usato nel *Cookbook* enfatizza l'identificazione di opportunità man mano che il lavoro va avanti e qui il manager della qualità proattivo può avere un ruolo primario. Il manager della qualità può anche essere un campione nel riservare le risorse per un progetto per l'esplorazione di questioni ad alto valore aggiunto.

Il personale dedicato alla simulazione

Il tradizionale schema del personale include personale junior *primariamente dedicato* alla creazione dei modelli, a lanciare analisi e a estrarre i dati relativi alle prestazioni. La questione critica per la qualità del modello è l'autolimitazione. Accettare i nomi di default per le entità fa

risparmiare qualche secondo, ma richiede che altri si sforzino ogni volta che esplorano il modello o guardano i rapporti sulle prestazioni.

Il personale dedicato alla simulazione prende decisioni e fa ipotesi continuamente. Per esempio - una rapida decisione a proposito del fatto che sia meglio scegliere lo spessore standard del pavimento in calcestruzzo contenuto nel database o sull'opportunità di confermare lo spessore attuale nel modello può essere valida al momento, ma diventa problematica ed è dimenticata dopo essere stata presa.

Le competenze alla tastiera dei novizi possono essere un flagello. I novizi necessitano di un supporto attivo da parte di coloro che hanno opinioni più evolute sulla natura termofisica degli edifici e dei sistemi. Se coloro che sono dotati di solide opinioni si prendono il tempo di trasmettere delle idee, i novizi saranno in condizioni migliori per cooperare quando inizieranno a lavorare.

Gli argomenti che gli utenti esperti possono dimenticare e che i novizi non sanno sono:

- l'informazione richiesta ai clienti nelle differenti fasi del lavoro;
- i vantaggi e gli svantaggi di strumenti differenti e il tempo e le risorse di calcolo da essi richiesti;
- idee riguardanti le modalità di rappresentazione delle questioni progettuali;
- idee riguardanti la zonizzazione e il livello di dettaglio;
- idee riguardanti i modelli passati da esaminare.

Il personale dedicato alla simulazione dovrebbe spendere 2-3 ore alla settimana per esplorare nuove pratiche operative o nel produrre script per automatizzare i processi. Questo investimento può risultare in migliori procedure e migliori modelli.

Esperti di dominio e mentori

E' probabile che l'esperto di dominio abbia opinioni forti a proposito di ciò che vede nei grafici o dei rapporti di previsione delle prestazioni. Pattern sottili possono essere facili da riconoscere per loro.

Il trucco è quello di fare vedere all'esperto di dominio anche il modello e le previsioni prestazionali con un occhio anche ad ulteriori modifiche che potrebbero essere fatte per migliorare le prestazioni o confermare che le previsioni sono in linea con le aspettative.

I mentori possono giocare un ruolo chiave nel promuovere la produttività del personale e le pratiche di precisione che possono assicurare qualità nei modelli. Esperienze precedenti con progetti simili potrebbero consentire al mentore di essere tra i primi a identificare dove i modelli stanno fornendo prestazioni non in linea con le aspettative.

I mentori impegnati ad esplorare nuovi modelli o un modo di lavorare alternativo probabilmente faranno parte del gruppo aggiornando le procedure e aiutando ad adattare le funzioni dello strumento di simulazione.

Sedie musicali

In un'altra sezione del *Cookbook* è stato suggerito che un'occasionale rotazione dei compiti in un gruppo di simulazione possa essere utile. La rotazione dei compiti di assicurazione della qualità ha vari vantaggi:

- un paio di occhi freschi può notare in alcuni secondi quello che gli altri è sfuggito per ore;
- le conversazioni necessarie a confermare “cosa è questo?” sono istruttive per entrambi i partecipanti;
- un apprezzamento di come differenti progetti di modelli impattino le operazioni di verifica dei modelli può risultare in modelli migliori.

15.3 Pianificazione dei modelli

Ci sono molti passaggi tra un modello di simulazione che sembra un modello CAD e un modello di simulazione che è semplificato oltre ogni possibilità di riconoscimento. La natura termofisica di uno spazio che è *ragionevolmente rappresentato* da cento superfici non è dieci volte migliore se si usano mille superfici. E visto che la complessità crescente richiede un aumento delle risorse più che lineare, è necessaria molta riflessione per arrivare a una risoluzione appropriata del modello.

Detto questo, un piccolo aumento nella complessità di un modello può fornire sufficienti indizi visuali per ridurre lo sforzo necessario alla sua comprensione. I modelli che i clienti riconoscono li aiutano a dire la loro nel processo e spesso semplificano i requisiti relativi al rapporto di ricerca. Questo può anche consistere in una cosa così semplice come includere segnali visivi per le colonne o le scrivanie o includere una rappresentazione grezza dei volumi edilizi adiacenti in forma di blocchi.

Altri aspetti della progettazione di modelli sono trattati nelle sezioni 1.4, 2.3, 3.3 e 4.1. In ciascuna di queste sezioni l'enfasi è nella fase di pianificazione e nello sviluppare le idee in schizzi piuttosto che alla tastiera.

Nomi delle entità

Nomi come “hmeintflrt_1” possono essere derivati da “horizontal mass element intermediate floor type instance one”, ma quasi nessun altro apprezzerà questo bagaglio. Ma se un cliente sembra a suo agio quando si parla di “room_1.12b”, allora può essere questo il nome migliore per quella zona nel modello.

I nomi sono importanti, specialmente dove vi siano elenchi tra le cui voci scegliere. Per esempio, se l'interfaccia presenta un elenco di 100 superfici e ci vogliono 10 secondi per trovare la superficie del pavimento a causa di una oscura convenzione di denominazione e due secondi con una denominazione chiara, il ritorno sui costi è immediato. Selezionare la superficie sbagliata può risultare in errori costosi. Il *Cookbook* raccomanda che la prima attribuzione da alterare rispetto al default sia il nome dell'entità e che i nomi seguano pattern coerenti in un modello. I nomi delle superfici necessitano solo di essere unici nell'ambito di una zona, ma i nomi dei nodi e dei componenti devono essere unici in una rete.

Registrazione degli assunti

Man mano che creiamo e facciamo evolvere i modelli di simulazione, prendiamo dozzine di decisioni apparentemente semplici che presso usciranno dalla nostra memoria. Se queste non vengono registrate, potranno avere un impatto sfavorevole. Una delle forze propulsive per lo sviluppo dei software è assicurarsi che i modelli di dati interni dello strumento di simulazione abbiano spazio disponibile per registrare decisioni e assunti.

L'esistenza di un dialogo per spiegare l'intento di un profilo di occupazione non assicura che esso sia usato. Il manager della qualità ha interesse ad auto-documentare i modelli e le pratiche operative dovrebbero porre degli standard a proposito di come le decisioni e gli assunti sono registrati.

Voci di elenco provvisorie

Le entità nei modelli di simulazione richiedono molte attribuzioni e l'informazione può non essere disponibile quando serve. L'uso di voci di elenco provvisorie per dati non ancora confermati (per esempio, per la creazione di una soluzione di costruzione approssimata nel database) è una soluzione valida per portarsi avanti con il lavoro. C'è bisogno di procedure di lavoro per assicurarsi che queste azioni pragmatiche abbiano un seguito e il modello sia aggiornato man mano che informazioni migliori si rendono disponibili.

Il chi si fa carico di questi aggiornamenti, la frequenza dei rapporti, e le decisioni su cui deve sapere che sono stati fatti dei cambiamenti sono tutti elementi da includere in una procedura di lavoro bene ordinata.

15.4 Complessità

L'evoluzione del software oggi permette di creare dei modelli che siano approssimazioni più vicine dell'ambiente costruito e questi modelli spesso implicano un livello di complessità che non sarebbe stato preso in considerazione qualche anno fa. Il nostro tentativo di creare modelli migliori è temperato dalla nostra capacità di gestire tali modelli.

Uno dei problemi inaspettati dei software che sono progettati per essere sia *user friendly*, sia sovra-funzionali è il livello di autolimitazione necessario per creare modelli che corrispondano alle necessità del progetto. Funzioni pensate come aiuti per la produttività possono attirare il cliente verso modelli oltremodo complessi.

Coloro che sono impreparati per la complessità moltiplicano il loro carico di lavoro, così come il rischio che errori ed omissioni passino inosservati. La preparazione include l'evoluzione delle pratiche operative in progetti di complessità crescente. Un altro investimento è quello del consentire al personale di acquistare confidenza in progetti di complessità crescente. La chiarezza nella progettazione dei modelli riduce l'attenzione richiesta per molte operazioni ed è essenziale in modelli complessi.

Assicurare che il modello sia corretto è, per molti praticanti, il limite critico a proposito della complessità dei loro modelli. Esaminare una rappresentazione letterale di un complesso ospedaliero con centinaia di stanze per certificare la correttezza di migliaia di entità è, a dire poco, un'operazione iterativa. Ciascuna iterazione si focalizza su un differente aspetto del modello e/o delle sue prestazioni.

Gli esami visuali accurati (*spot checks*, NdT) sono un *passo utile* nell'assicurarsi della qualità dei modelli. I manager della qualità svilupperanno tecniche per esaminare i rapporti sul contenuto dei modelli e tecniche per esaminare la forma e la composizione dei modelli con l'interfaccia dello strumento.

Un classico sbaglio è quello di allocare tempo per esaminare i contenuti del modello, ma non per commissionare analisi mirate a identificare gli errori semantici. Le tecniche che evidenziano gli errori semantici tendono a focalizzarsi su analisi di breve periodo, dove i pattern nel regime operativo e le condizioni al contorno risulterebbero in pattern di risposta attesi.

Trovare pattern attesi è usualmente una causa di celebrazione. Il rischio è quello di tagliare corto con le analisi multicriterio perché siamo di buon umore invece di concludere le analisi dopo avere raggiunto una comprensione olistica del progetto.

Oltre a sviluppare competenze e pratiche operative per fare fronte alle complessità, i gruppi di simulazione di successo sono anche in grado di riconoscere dove la complessità può essere evitata. Durante la pianificazione del modello, chiediti se un progetto può essere rappresentato come un modello di simulazione o se può essere suddiviso. La suddivisione può prendere due forme – modelli molteplici che si riferiscono all'intero edificio e modelli che contengono una parte selezionata dell'edificio.

Ci sono casi dove è richiesta una rappresentazione dell'edificio completamente esplicita – per esempio nel caso di un edificio ventilato naturalmente dove i pattern di flusso di massa sono ampiamente distribuiti. In molti edifici c'è una ripetizione considerevole e poco da guadagnare dal descrivere tutti i vani. La tecnica richiede che il modello ridotto incorpori sia gli elementi tipici, sia gli elementi eccezionali del modello. Selezionare quello che può essere omesso da un progetto è un passo critico nel processo di pianificazione, come determinare i fattori di scalatura nel processo di calibrazione. E i vantaggi possono essere considerevoli. Molti gruppi di simulazione usano tali tecniche di scalatura nei loro progetti per conservare le risorse necessarie a creare, lanciare ed estrarre dati dai loro modelli.

Un'altra tecnica per allocare risorse per una verifica semantica è quella di impiegare tecniche di scalatura all'analisi che si porta avanti. Durate limitate di analisi (per esempio, giorni estremi e settimane estreme in ciascuna stagione) accuratamente scalate possono risultare in previsioni

molto vicine a quelle derivanti dalla “forza bruta” delle simulazioni annuali complete. Questa tecnica è specialmente importante per strumenti di simulazione come ESP-r che sono intensive per il disco durante la simulazione e le fasi di estrazione dei dati.

15.5 Valutazione multi-criteri

Come detto in altre parti del *Cookbook*, il tempo guadagnato con buone pratiche operative può fornire una riserva di tempo per esplorare le prestazioni del modello. Più complesso il modello, più analisi multi-criteri sono essenziali per scoprire conseguenze non volute di decisioni progettuali, così come errori e omissioni nel modello.

Quindi da dove si potrebbe iniziare il processo per acquisire confidenza in un modello? Delle opinioni ben fondate (o accesso a tali opinioni) su cosa dovrebbe succedere nell'edificio sono un primo passo. Queste possono prendere la forma di: informazioni da progetti simili, dati tabulari in manuali, accesso a un mentore o a un esperto o a misurazioni su questo o quell'edificio simile.

Il passo successivo è la familiarità con gli strumenti e le tecniche per l'estrazione dei dati prestazionali in forme che chiarifichino cosa sta succedendo a livello di fisica virtuale. Nei workshop per ESP-r, il tempo allocato per esplorare le prestazioni del modello tendono ad essere almeno tanto lunghi quanto quelli per la creazione del modello. Sia le capacità investigative interattive, sia l'estrazione dei dati sono parte del processo. La lista seguente include alcuni indicatori utili:

- la gamma delle temperature a bulbo secco in ciascuna zona e l'orario del massimo e del minimo e la frequenza contribuiscono a confermare il numero delle situazioni estreme;
- la differenza tra la temperatura a bulbo secco (*dry bulb*, NdT) e la temperatura media radiante (*MRT*, *Mean Radiant Temperature*, NdT); e se estrema, fa ulteriori verifiche sulle temperature delle superfici;
- la gamma dei fabbisogni per il riscaldamento e il raffrescamento, l'orario del fabbisogno di picco e la frequenza di distribuzione del fabbisogno;
- il numero di ore in cui il riscaldamento e il raffrescamento si rendono necessari e il numero di ore in cui le zone fluttuano nella banda morta (*dead-band*, la zona di non-risposta compresa tra i setpoint massimo e il minimo, NdT);
- i guadagni gratuiti in ciascuna zona, sia come statistica, sia come grafico, per verificare se l'illuminazione si accende e spegne come da attese;
- grafici delle temperature delle zone e dei controlli ambientali delle zone per vedere se un avviamento o uno spegnimento ottimale potrebbero essere utili, per vedere se c'è calore accumulato nell'edificio di notte o se un sistema modulare potrebbe essere appropriato;
- statistiche e grafici della radiazione solare in ingresso nelle zone per confermare che le finestre che sembrano affacciare a nord effettivamente affaccino a nord;

- quando una zona attira la tua attenzione, verifica il suo bilancio energetico per il tipo di trasmissione di energia associato con grandi guadagni e perdite.

L'orario in cui ciò si verifica è citato sopra perché una temperatura di picco nelle ore di ufficio può essere molto differente che una temperatura di picco quando nessuno è nell'ufficio. La distribuzione delle temperature (*frequency bins*, NdT)⁸ sono citati perché un fabbisogno di potenza di picco per una dozzina di ore in una stagione può non essere un buon indicatore per il dimensionamento della potenza del sistema e le temperature estreme, che sono rare, possono essere sensibili alla gestione sul versante della domanda.

Gli esperti effettueranno inoltre nuovamente le analisi relative alle medie stagioni senza controlli ambientali o con ridotta potenza per i controlli ambientali. Perché? Perché gli edifici possono spesso risultare confortevoli con poca o nessun intervento meccanico. Il tradizionale accento sulla potenza dei sistemi tende a ignorare le prestazioni durante le centinaia di ore di condizioni miti che si verificano nella maggior parte delle regioni. Qualche momento per creare una variante del modello per confermare questo può risultare in un significativo valore aggiunto per il cliente.

Un altro trucco degli esperti è quello di raccogliere statistiche per il periodo occupato così come per tutte le altre ore. Perché? Perché l'attenzione alle ore notturne non occupate fornisce indizi per migliorare il progetto dell'edificio e il suo regime operativo.

Alcuni strumenti di simulazione come ESP-r possono essere azionati da script per automatizzare la raccolta dei dati di cui sopra. Ci sono per questo due approcci comuni:

- registrare in uno script le digitazioni usate durante una sessione interattiva per automatizzare le operazioni le volte successive;
- definire una “Integrated Performance View” (IPV) per il modello e usarla per invocare analisi specifiche e recuperare i dati multi-criteri.

L'uso di script è trattato in una Appendice del *Cookbook* e nella sezione *Automazione* in una pagina successiva di questo capitolo. Predisporre una IPV è un argomento non ancora incluso nel *Cookbook*.

Lavorare ai limiti

La maggior parte degli esperti pianificano il loro lavoro e i loro modelli per aggirare i limiti di calcolo e la complessità dei loro strumenti. Un fallimento nell'anticipare il corso probabile del progetto è un classico modo per trovarsi a corto di opzioni.

ESP-r è compilato con limiti specifici di complessità dei modelli e vale la pena di controllare quali siano i limiti attuali (sono disponibili “header files” (file di intestazione del codice sorgente, NdT) testati per differenti risoluzioni). L'Appendice *Installazione* fornisce informazioni su questo. Alcuni strumenti di simulazione sono scritti per consentire ai modelli

⁸ Cioè i rapporti relativi a quante volte si verifica un certo valore, in questo caso di temperature, in una sequenza. Cercando per esempio la temperatura di una stanza in un anno, potremo vedere che si è trovata 10 volte a 22 gradi, 30 a 23 °C e 150 a 24 °C. NdT.

di crescere di complessità senza dovere ricompilare il codice, e ci sono inoltre limiti che gli utenti esperti evitano.

I modelli che siano stati estesi ai limiti dello strumento di simulazione raggiungono un punto in cui la produttività soffre e dove le dipendenze nel modello di lavoro possono essere rotte e possono essere introdotti errori. Ci sono molte possibili cause per questo. Alcune implicano azioni da parte dell'utente e altre possono essere costituiti da buchi nella logica del software.

La prudenza e la paranoia sono atteggiamenti utili. Come primo passo, fai un backup del modello di lavoro. Genera un rapporto completo sui contenuti del modello e estrai una gamma di dati prestazionali per l'uso in comparazione con il modello modificato. Parla con altri a proposito delle loro esperienze nel trattare problemi complessi e avvisa su dove possono essere fatte semplificazioni *prima di alterare il modello*. Pianifica la sequenza delle operazioni, svolgi dei lanci di calibrazione e confronta i risultati con le previsioni di prestazione iniziali.

In aggiunta all'handicap di lavorare con modelli di grande dimensione, la generazione di larghi set di dati ha un costo in termini di tempo di calcolo e tempo necessario a recuperare i dati relativi alle prestazioni. Ciascuno strumento di simulazione e ciascuna tecnica di estrazione dei dati tendono da arrivare a un punto dove il carico diventa evidente. Gli utenti dipendenti da Excel per la presentazione dei dati tipicamente verificano i limiti delle colonne e delle righe nelle tavole. I documenti XML tendono a diventare lenti da processare e i grafici possono diventare illeggibili.

ESP-r usa il disco fisso in modo intensivo. L'estrazione dei dati diventa progressivamente più lenta quando la grandezza di un file si avvicina a 1 Gigabyte e oltre quel punto il programma può diventare instabile. Un grande progetto con dozzine di varianti e passo temporale di cinque minuti può richiedere una mattina se non un fine settimana per essere processato. Così, il progetto del modello e il progetto dell'analisi e del recupero dei dati sono questioni che devono essere considerate nelle fasi di pianificazione di un progetto.

Alcuni progetti possono richiedere un server o diverse workstation per fornire informazioni tempestive a un gruppo di progettazione. L'opzione di dischi più capienti e di maggiore memoria può aiutare a ridurre il tempo necessario alle operazioni di recupero dei dati. Per vedere quale approccio è più appropriato, fai dei test su un modello esistente di complessità simile.

Entropia è una parola che inizia a descrivere gli studi parametrici. Così tanto è investito nel predisporre un caso base di studio che esso può essere aggiornato per riflettere le varianti di progetto. Se dopo le verifiche e dopo avere lanciato gli script l'intero edificio può essere distrutto dai fabbisogni è meglio alterare il caso base e rilanciare le analisi.

ESP-r ha la flessibilità necessaria a essere usato per lavori parametrici, ma la struttura distribuita dei file può rendere difficile fare cambiamenti globali a dozzine di modelli e alle potenzialmente centinaia di file che supportano questi modelli.

Automazione

Usare l'interfaccia di uno strumento di simulazione per applicare molteplici cambiamenti a un modello può essere frustrante. Alcuni utenti manipolano (*to hack*, NdT) i file dei loro modelli e altri usano degli script per fare cambiamenti parametrici ai modelli. Queste azioni possono far risparmiare tempo, ma possono anche essere fonte di sottili errori se le dipendenze dei file non sono risolte.

Alcuni praticanti fanno meno errori di altri nel creare varianti di modelli. Un esame critico dell'ordine delle operazioni e un controllo sul fatto che esse sono state fatte per limitare gli errori risulta in una funzione `"create model variant"` in ESP-r.

Come visto nella figura X, l'utente che vuole creare una variante di modello seleziona gli argomenti da un elenco e il codice determina le dipendenze correlate e gestisce i file del modello, così che cambiamenti successivi non possano corrompere il modello iniziale.

ESP-r include funzioni per cercare e sostituire istanze di una specifica soluzione di costruzione in un modello o di alterare gli attributi delle superfici associate con un elenco denominato (anche chiamato `"anchor list"`). Ci sono anche funzioni per ruotare o trasformare il modello, cosa che richiede che siano gestite una serie di dipendenze. Altri cambiamenti globali ai modelli potrebbero richiedere la modifica dei file dei modelli attraverso una serie di operazioni manuali o l'uso di script.

Gli esperti tendono a testare i loro script su un duplicato del modello o una porzione del modello prima dell'uso. In tutti i casi, la procedura di lavoro dovrebbe assicurare che il modello modificato sia processato dallo strumento per vedere se vi sono riscontrati degli errori. E' inoltre una buona idea generare un nuovo rapporto sui contenuti del modello e compararlo con il modello iniziale.

Alcune modifiche parametriche richiedono più di una sostituzione di parole chiave e nomi dei file relativi ai modelli. Per esempio, rimuovere una superficie richiede che molte relazioni all'interno del modello siano ristabilite. E comporta anche il fatto che i calcoli relativi ai pattern di ombreggiamento e ai fattori di vista divengano obsoleti.

Gli strumenti di simulazione sono progettati per tenere traccia di queste dipendenze e cercare di risolverle. Uno script generato da un utente può avere difficoltà nel duplicare tutte le operazioni. Considera se lo script può essere riscritto per invocare l'interfaccia dello strumento in modo tale che essa possa svolgere queste operazioni.

In molti casi la logica nello strumento può essere generalizzata, così che la stessa azione che è svolta a livello interattivo possa essere azionata da una interazione alternativa o da una linea di comando diretta allo strumento. Poiché gli script possono essere delicati e difficili da mantenere, vale la pena di vedere se è possibile modificare lo strumento per accogliere queste modifiche. Per strumenti *open source* come ESP-r ci sono molte opzioni per far evolvere il codice così da fargli svolgere operazioni standard.

15.6 Verifiche semantiche

Idealmente, noi progettiamo i modelli affinché non siano né più né meno complessi del necessario per rispondere alla domanda corrente legata al progetto. Se siamo bravi, il nostro

modello sarà anche progettato per rispondere alla domanda successiva che il cliente chiederà. Un modello troppo semplice potrebbe non riuscire a rappresentare la natura termofisica del progetto. Un modello troppo complesso potrebbe assorbire risorse in modo non sostenibile.

I modelli che sono evoluti molte volte in risposta ai cambiamenti nei presupposti del progetto potrebbero includere dettagli che non sono più rilevanti o che non sono a un livello appropriato di dettaglio. Un esame critico può avere lo scopo di determinare se un inizio “fresco” sarà più produttivo che revisioni ulteriori.

Alcune verifiche semantiche potrebbero essere portate avanti esaminando le domande del cliente e considerando le questioni fisiche che le sottendono. Se, per esempio, il progetto fosse sensibile alla distribuzione della radiazione solare nelle stanze, una verifica utile esaminerebbe le temperature delle superfici durante il giorno e in considerazione della distribuzione della radiazione.

L’obiettivo di utilizzare al meglio l’energia solare per il riscaldamento controllando il surriscaldamento estivo richiederà probabilmente una grande attenzione alla risoluzione geometrica e alle soluzioni di costruzione adottate. Per scoprire se la risoluzione geometrica aggiuntiva (implicante la suddivisione delle pareti e dei solai) produce previsioni migliori, la stessa stanza può essere rappresentata da tre zone a risoluzione differente. Quello che si apprende da questo esercizio lo si può applicare al modello a scala piena.

Se fosse incluso anche il controllo delle schermature alla veneziana, sarebbero controllati anche i pattern di apertura e chiusura. Ma in questo caso potrebbe essere necessario confrontare i risultati con quelli ottenuti nel caso del medesimo vano senza il controllo delle veneziane. Infatti, per chiarire l’impatto dei controlli di zona ideali o del controllo dei componenti di sistema, una variante del modello senza il controllore o con un controllo semplice è spesso l’approccio più efficiente e le procedure di lavoro dovrebbero assicurare che queste varianti del modello possano essere create rapidamente o siano mantenute man mano che il lavoro progredisce.

Con uno strumento generale come ESP-r ci sono usualmente vari possibili soluzioni progettuali per i modelli. Nella fase di pianificazione, una serie di modelli ridotti, di approcci differenti, possono essere creati per identificare l’approccio più promettente. Alcuni gruppi di simulazione avranno una gamma di modelli di prova disponibili e avranno delle procedure per la creazione dei modelli. Il capitolo delle *pratiche operative* raccomanda che il personale dedicato alla simulazione abbia tempo per esplorare approcci alternativi per la creazione di modelli finalizzati a testare probabili problemi che si presenteranno nel processo di progettazione.

Un esempio di una suite di modelli per il test della sensibilità è la sequenza dei modelli nel gruppo “technical features” dei modelli di esempio (*exemplar models*, NdT) distribuiti con ESP-r. Questi rappresentano la stessa coppia di cellule di ufficio e un corridoio a differenti livelli di risoluzione e con differenti funzioni di simulazione attivate.

Una verifica semantica potrebbe anche essere originata da una inaspettata previsione di prestazione.

- Perché questa stanza è più calda di diversi gradi rispetto a quanto atteso?

- Qual'è il più grande guadagno termico nello spazio? Quando questo si verifica?
- Cosa altro succede nello stesso tempo o appena prima?

Il Professor Joe Clarke ha introdotto l'idea della *concatenazione casuale di bilanci energetici* nei primi anni '90. Essa implica una identificazione delle dipendenze connesse a un evento termico e un ri-percorrimiento dell'albero delle dipendenze per isolare la forma di trasferimento energetico che, se corretto, altererà l'evento termico inizialmente notato.

Se il modello iniziale è ben concepito, c'è la tendenza a supporre che, se il cliente ponesse una nuova domanda del tipo “che cosa succederebbe se...”, il modello potrebbe essere adattato. Qualche volta è così. E qualche volta la nuova domanda chiama in causa un differente dominio di analisi o un differente livello di risoluzione.

Questa è una verifica semantica critica. Le risorse richieste per una modello non adeguato possono essere più grandi del costo di progettare e implementare un modello per la nuova domanda. E questa è una verifica semantica che dovrebbe essere intrapresa per ampi studi parametrici. Una verifica critica potrebbe suggerire che per alcune porzioni della materice progettuale sia richiesta una risoluzione più alta.

Un esempio è costituito dalla qualità della luce nelle stanze. Generare i fattori di luce diurna per chiarire sommariamente se la parte interna di un vano sarà percepita come scura è una questione molto differente di chiarire se ci sarà abbagliamento alla testa del tavolo delle conferenze. I fattori di luce diurna sono molto meno sensibili alla geometria della facciata che i requisiti per un'indagine sull'abbagliamento. Una è essenzialmente indipendente dal tempo (dalla stagione e dall'orario, NdT) e l'altra è dipendente sia dal tempo, sia dalla posizione.

Lo hardware e gli spiriti maligni umani

Immagina i modelli di simulazione come prigionieri di guerra che hanno il dovere di scappare (o almeno rovinarti il week-end).

Ci sono molti modi per rendere inutilizzabili i modelli a causa i corruzione dei file, incoerenze o perdita di file. Frasi come “stavo perfezionando il modello e c'è stato uno sbalzo di tensione elettrica” fanno parte delle storie popolari di ogni gruppo di simulazione. L'intensità e la durata dello scompiglio che segue dipende dalla solidità delle nostre pratiche operative.

Fare dei backup non è scienza astrofisica. E' incredibile come una vacanza rimandata dovuta a una rottura del disco possa cambiare le pratiche operative al punto che la perdita di mezz'ora possa essere considerata un fallimento all'interno del gruppo.

Per ogni tipo di computer e sistema operativo su cui ESP-r gira ci sono applicazioni di utilità (*utilities*, NdT) disponibili per creare archivi delle cartelle dei modelli. Nei sistemi Unix/Linux/OS X comandi come “tar cf broxburgh_18_apr_contol_a.tar broxburgh” metteranno tutti i file e sottocartelle di “broxburgh” in un file di archivio. Su Windows generalmente è questione di cliccare la cartella del modello con il tasto destro del mouse per creare un file zip. Ogni gruppo di simulazione avrà i suoi criteri di denominazione per questi file così come regole su dove conservarli.

La frequenza dei backup dipende in parte dalla seccatura di ripetere un insieme particolare di azioni così come dallo stato del modello. Le seguenti sono classiche situazioni scatenanti i backup:

- quando una zona è pienamente attribuita;
- prima di fare una variante al modello;
- prima di una operazione di ricerca e sostituzione;
- prima di una traslazione o una rotazione;
- prima di un cambiamento nella strategie di controllo;
- per registrare lo stato corrente del modello prima di una verifica;
- quando qualcuno con delle attrezzature per prove elettriche è avvistato nell'edificio;

e i backup possono anche essere mirati solo a uno o due file che sono collegati a una questione che sta venendo testata. Un rapido test sul ridurre la potenza di raffreddamento in una zona dell'edificio inizierebbe con un backup del controllo corrente e poi proseguirebbe con il cambiamento di qualche valore nella definizione del controllo, con l'effettuazione del test e poi con il recupero dello stato iniziale del controllo. Differenti gruppi adottano differenti stili di convenzioni di denominazione dei file di registrazione delle azioni intraprese e ripercorse.

Una questione molto discussa è se gli archivi dei modelli debbano includere i file dei risultati. Alcuni gruppi li includono, altri li comprimono prima di archivarli e altri mettono negli archivi degli script e delle istruzioni necessari a generare i file dei risultati. I modelli di ESP-r possono includere *parametri di simulazione* predefiniti e molti gruppi costruiscono i loro set di procedure attorno a tali funzioni.

15.7 Elenco delle cose da fare riguardo al gruppo

La tavola seguente include alcune delle questioni di cui prendere nota quando si lavora con modelli di simulazione. A grandi linee, l'ordine inizia all'inizio del lavoro. Chiaramente ci sono sfilze di argomenti che potrebbero essere aggiunti a questa tavola.

La forma della tavola è quella di porre una questione generale nella colonna di sinistra e fornire un elenco di argomenti o domande associati nella colonna centrale e un elenco di azioni correlate nella colonna di destra. Il *Cookbook* usa frasi semplici e include in queste tavole solo dei sottoinsiemi di azioni correlate. Consideralo come un punto di partenza, crea versioni testuali delle tavole in questo capitolo ed estendi gli argomenti man mano che si presentano nuove situazioni, man mano che vengono contemplate procedure per futuro lavoro speculativo.

Domanda	Questioni correlate	Azioni
Cosa c'è di interessante a	Cosa sappiamo del sito? Il	Controlla il sito e le mappe

proposito del sito?	cliente realizza l'importanza del sito? Esiste la freccia indicante il nord sulla planimetria del sito? Come potrebbero le questioni relative al sito vincolare il progetto? Come potrebbe il layout del sito essere usato per migliorare il progetto?	dell'area. Trova dov'è il nord. Esamina fotografie del sito o visitalo. Verifica le ostruzioni solari e al vento del sito. Verifica la principale direzione del vento e se l'architettura vernacolare la prende in considerazione. Raccogli opinioni locali sul sito e assicurati che esse siano prese in considerazione nella pianificazione del modello. Discuti con il gruppo di simulazione le opzioni per adattare l'edificio al sito. Se gli orientamenti possono variare assicurati che i criteri di denominazione possano creare confusione (per esempio, evita "entrata nord".
Quali dati climatici sono appropriati per il sito?	Quali dati climatici sono disponibili per le vicinanze del sito? Quali pattern di tempo meteorologico impatteranno il progetto edilizio? Come si sono adattati gli altri edifici al tempo locale? Quali sono le idee del gruppo di progettazione a proposito dell'influenza del tempo meteorologico?	Esamina i dati climatici per stabilire le stagioni, i periodi tipici e i periodi estremi. Esamina i dati climatici cercando sequenze utili di inefficienza dell'edificio. Esamina i dati climatici cercando la durata degli estremi climatici e la frequenza di pattern climatici moderati. Discuti con il gruppo di simulazione i risultati dell'esame iniziale del tempo meteorologico.
Il progetto è in evoluzione o è statico?	A quali disegni o schizzi abbiamo accesso? Ci sono piante, sezioni e prospetti disponibili per un esame? E' probabile che i disegni cambino? Di cosa sta discutendo il gruppo di progettazione e quali sono i probabili futuri argomenti?	Esamina i disegni o i file CAD e raccogli commenti dal personale dedicato alla simulazione e dal manager della qualità. Verifica che la scala del disegno è ragionevole e se dei dettagli possono influenzare il progetto del modello. Inizia le operazioni di pianificazione e discuti il livello di dettaglio richiesto all'interno del gruppo. Fissa un incontro con il gruppo di progettazione e

		presenta degli schizzi del modello pianificato e degli approcci probabili.
Qual'è la composizione dell'edificio? Gli obiettivi del progetto sono coerenti con queste soluzioni costruttive?	I dettagli di costruzione sono conosciuti? Quali domande del tipo “che cosa succederebbe se...” - sono connesse alle soluzioni costruttive? Esse sono tipiche per questo tipo di edificio? Abbiamo i dati, o fonti per i dati mancanti? Quali sono i criteri per la selezione o lo scarto delle soluzioni costruttive?	Esamina i database standard cercando per soluzioni costruttive adeguate e/o SIMILI. Crea delle voci provvisorie per soluzioni costruttive e documenti. Esamina le sezioni e discuti con il gruppo di simulazione. Discuti il supporto per selezionare soluzioni appropriate relative ai materiali costruttivi.
Come è usato l'edificio? L'edificio è destinato a un abitante conosciuto o è speculativo? Come è probabile che le stanze vengano occupate in differenti orari e stagioni?	Il cliente ha una opinione ben formata relativa all'uso dell'edificio? L'occupazione dell'edificio è un problema rispetto alle possibili necessità future? Ci sono differenze stagionali e giornaliere?	Verifica gli assunti del cliente. Quantifica gli scenari probabili. Prendi in considerazione le discontinuità nell'uso e il verificarsi di momenti di picco d'uso. Verifica i modelli passati cercando pattern simili.
Qual'è l'idea generale del cliente? Quale tipo di modello potrebbe confermare questa idea? A cosa altro sono interessati gli altri nel gruppo di progettazione?	Quali questioni relative alle prestazioni sono connesse alla/e grande/i idea/e? Quali domini di analisi e misure di prestazione la confermeranno? Le convinzioni del gruppo di progettazione possono essere confermate?	Ascolta il linguaggio usato ed esamina gli schizzi per identificare le convinzioni dietro l'idea generale. Identifica i problemi e determina se essi possono essere analizzati. Esamina gli strumenti disponibili e paragona le loro capacità di calcolo e le loro funzioni di <i>reporting</i> . Informa il gruppo di progettazione dell'approccio da seguire e delle informazioni più probabili che saranno ricavate dall'analisi.

Elenco delle cose da fare relativo alla verifica dello strumento

La verifica dello strumento tipicamente includerà questioni come “questo poligono è piatto?” “questo attributo di costruzione punta a una corretta entità nel database?” e “il boiler ha una potenza non-negativa?”.

Non è probabile che le verifiche dello strumento portino a notare che c'è una superficie chiamata “porta” che è *composta da 150 mm di calcestruzzo o che è orizzontale*. E' improbabile che questa combinazione sia corrispondente alla realtà, ma può succedere, e gli utenti sono nella posizione migliore per notarlo. “Porta_tagliafuoco” sarebbe un nome migliore in questa situazione.

Il controllo del modello fatto dal motore di simulazione può includere questioni che non sono controllate man mano che il modello è creato o i rapporti standard che sono generati. Con la maggior parte degli strumenti di simulazione è possibile passare il modello al motore di simulazione senza effettuare realmente una vera simulazione.

Se il modello passa quel vaglio, eseguire l'analisi standard di calibrazione di solito prende solo alcuni momenti. Se c'è uno script standard per estrarre previsioni riguardanti vari criteri prestazionali, anche quel passaggio richiede poco tempo.

Infatti spesso automatizzare molti controlli sintattici e semantici è una cosa semplice, e che libera del tempo per l'esame dell'output. La generazione di script di automazione è una competenza di valore in un gruppo e una considerazione per selezionare gli strumenti di simulazione.

I criteri per determinare la frequenza delle verifiche dovrebbero essere specificati nelle procedure di lavoro. Tipicamente, queste dovrebbero avvenire in vari momenti durante l'evoluzione del modello e dopo che le simulazioni sono state effettuate. Usualmente bastano alcuni momenti per commissionare una verifica, ma molto di più per esaminare i rapporti e le previsioni; quindi occorre trovare un equilibrio.

Ci sono tecniche per ridurre il tempo necessario a queste operazioni. Le verifiche incrementali sono ben supportate guardando le differenze rispetto a rapporti precedenti e sono disponibili programmi software per evidenziare le differenze tra due file o tra due cartelle. L'uso di strumenti di riconoscimento dei pattern (*pattern matching*, NdT) può identificare parole chiave nei rapporti sul contenuto dei modelli.

Idealmente l'analisi dovrebbe essere concepita per testare un certo numero di attributi del progetto che segnalino se le sue prestazioni siano come da aspettativa, o eccezionali.

La tavola che segue illustra alcune delle questioni che si presentano durante l'uso delle funzioni di verifica dello strumento. Prendilo come punto di partenza per generare le tue risposte alle questioni man mano che si presentano e per operazioni future.

Domanda principale	Questione collegata	Azioni
Cosa è cambiato dalla versione 1.3?	Chi sta lavorando sul modello? In quali operazioni è coinvolto? Questo corrisponde al piano di lavoro?	Consulta i rapporti automatici di lavoro e relativi alle azioni generati dallo strumento. Genera un rapporto sui contenuti sul modello e guarda come questo differisce dal rapporto precedente. Verifica lo status corrente con il manager della qualità e il

		personale di simulazione.
	Quali parti del modello sono in causa? L'informazione sulla nuova copertura è disponibile? Quali questioni prestazionali potrebbero cambiare? Quali operazioni sono richieste e quale personale dovrebbe essere coinvolto? Questa è la variante o la modifica di un modello esistente? Il cliente vuole testare un tipo di copertura differente?	Aggiorna il database "construction", se necessario. Genera un rapporto sui contenuti del modello, archivia il modello corrente e le previsioni prestazionali. Crea varianti del modello, se necessario. Applica le modifiche, genera un rapporto sui contenuti del modello verifica paragonandolo al rapporto precedente, ri-effettua analisi di calibrazione ed esamina. Ri-effettua un esame delle analisi standard. Archivia il modello modificato e informa il cliente.
L'interfaccia dice: " 'problem edges' in conference zone".	Manca una superficie? Ci sono superfici che non seguono le regole usate nello strumento? C'è una o più superficie rovesciata?	Guarda il wireframe cercando etichette di "missing surface" (superficie mancante, NdT). Usa l'opzione "check vertex topology" per un rapporto. Metti in posizione ON "surface normal arrows" per esaminare l'orientamento delle superfici. Verifica cercando i vertici collegati a una sola superficie.
Il vuoto del controsoffitto è caldo e conserva calore sufficiente a causare un problema di raffreddamento mattutino.	Sotto quale regime di operazione e condizioni meteorologiche succede questo? Quali sono i principali guadagni termici nello spazio del controsoffitto? E' possibile rimuovere calore dal controsoffitto?	Effettua delle verifiche sotto differenti pattern climatici. Esamina il bilancio energetico nello spazio del controsoffitto. Esamina come le condizioni al contorno sono rappresentate e lo stato delle zone adiacenti. Testa differenti regimi operativi per determinare la sensibilità. Induci una rapida evacuazione di calore dallo spazio del controsoffitto e verifica se la condizione si ristabilisce (e quanto ci mette).

15.8 Output delle simulazioni

Nella simulazione il momento in cui si arriva finalmente al dunque è più spesso dopo che la simulazione è stata lanciata e il gruppo di simulazione sta esplorando le previsioni prestazionali cercando la storia da raccontare al resto del gruppo di progettazione.

Alcuni gruppi di simulazione generano lo stesso rapporto a prescindere dal progetto. Tanto poco valore dato al denaro è largamente colpa del cliente per il fatto di non avere chiarito le sue necessità o per il fatto di non avere un'esperienza sufficiente per conoscere la varietà di cose potenzialmente consegnabili che un gruppo di simulazione può fornire.

E' del tutto naturale che le preferenze del personale di simulazione siano per i grafici e le tabelle incluse nei rapporti. Tuttavia, le finalità di molti progetti sono multi criterio, che richiedono che siano definiti pattern di lavoro per assicurarsi che una ampia gamma di questioni prestazionali sia testata e presa in considerazione nei rapporti per il cliente.

Gli spiritelli maligni si divertono a guardarci cercare pattern che ci aspettiamo di trovare, dichiarando il successo; e poi ci capita che qualcun altro scopra il caos. Il rischio di conseguenze inattese può essere ridotto da analisi multicriterio e con il fatto che persone differenti con agende differenti cerchino di capire le previsioni.

Questa non è una questione nuova. ESP-r include da tanto il concetto di “Integrated Performance View” (IPV), dove una serie di questioni progettuali sono identificate in fase di pianificazione e registrate nel modello, così da potere automatizzare il recupero di analisi multicriterio. Una tipica gamma di misurazioni potrebbe essere comfort, potenza dei sistemi (*system capacity*, NdT), uso dell'energia nel tempo (*energy use over time*, NdT), emissioni di diossido di carbonio (*emissions of carbon dioxide*, NdT), distribuzione della luce (*distribution of light in rooms*, NdT) e il numero di ore di uso del sistema (*number of hours of system use*, NdT). Per come è attualmente implementato, l'IPV è imperfetto e necessita di ulteriore lavoro per contemplare rischi e opportunità.

In altri strumenti di simulazione questo può essere implementato includendo misuratori di prestazioni per una gamma di questioni. Il passo critico è quello di prendersi presto il tempo nel progetto per identificare problemi che confermerebbero problemi che potrebbero presentarsi mentre le opzioni progettuali vengono testate.

La tavola che segue è un campione di questioni e azioni per il personale di simulazione che cerchi di comprendere delle previsioni prestazionali. Usalo come punto di partenza per le tue pratiche operative.

Questione principale	Questione correlata	Azioni
Il modello è ancora calibrato?	Sono state effettuate delle analisi di calibrazione? C'erano abbastanza misurazioni per comprendere le prestazioni?	Esamina i criteri per l'analisi di calibrazione. Identifica le misurazioni che corrispondono alle aspettative. Identifica le misurazioni inattese e indaga più a fondo.

<p>Il monitoraggio delle prestazioni sta pianificando delle aspettative teatrali? Quali questioni sono state citate negli incontri recenti? Quali questioni con valore aggiunto sono sotto considerazione?</p>	<p>Lo script per il recupero dei dati include queste questioni? Abbiamo dei valori di soglia per i fallimenti? Quali altre viste di dati completerebbero i rapporti e i grafici standard? Chi può confermare i rapporti addizionali?</p>	<p>Esplora le prestazioni interattivamente, includendo qualche questione tangente. Effettua una seconda valutazione interattiva. Segui le questioni osservando questioni dipendenti da essa o interrelate. Fà girare script di test per confermare se la logica di recupero dei dati e il formato per il rapporto dei dati va bene. Fà delle verifiche a vista. Fà girare lo script e ottieni che qualcun altro ti dia una conferma.</p>
<p>Che cosa succederebbe se cambiassimo il vetro per motivi di visione?</p>	<p>Quali prodotti potrebbero essere probabili candidati? Abbiamo dati termofisici e ottici? Quali criteri segnalerebbero una migliore prestazione? La prestazione è sensibile all'orientamento della facciata?</p>	<p>Stabilisci che cosa è disponibile e i benefici dichiarati. Esamina le fonti dei dati o genera dati ottici. Identifica miglioramenti connessi alle vetrazioni. Pianifica cosa misurare e dove potrebbero essere applicate delle vetrazioni alternative. Implementa varianti di progetto. Archivia il modello, stabilisci delle prestazioni per il caso base, testa procedure per la sostituzione e l'estrazione dei dati. Implementa un cambiamento per volta e comparalo rispetto al caso base. Classifica per efficacia le varianti di progetto e identifica i cambiamenti di prestazione. Ottieni il parere di qualcun altro.</p>

15.9 Il rapporto sul contenuto dei modelli

Questa sezione esamina il rapporto del contenuto dei modelli (“*model contents report*”, NdT) di ESP-r. Che cosa dovresti cercare? Quali sono le parole chiave da cercare? Quanto dettaglio è disponibile? Dove è tenuta l'informazione? I rapporti generati da altri strumenti differiranno nel dettaglio, ma copriranno molte delle stesse questioni. Quelli che sono limitati a catturare schermate dell'interfaccia dello strumento possono anche creare regole per interpretare le entità mostrate nell'interfaccia.

Gli elenchi seguenti sono parti del rapporto sui contenuti del modello dell'ufficio medico usato nei capitoli iniziali del *Cookbook*. Prima di ciascuna sezione c'è una discussione sui contenuti del rapporto. Dopo il frammento di rapporto c'è una discussione sulle parole chiave e sulle frasi da cercare.

L'utente ha l'opzione di selezionare quali argomenti sono inclusi nel rapporto così come il livello di dettaglio incluso per ciascun argomento. L'esempio sotto usava il livello “verbose” per la maggior parte degli argomenti.

Come detto altrove, molti manager della qualità creeranno una copia cartacea di questi rapporti e li useranno in combinazione con l'interfaccia esaminando il modello. Una parte comune è che il personale dedicato alla simulazione generi il rapporto e poi inserisca note aggiuntive e assunti o evidenzii blocchi di testo che richiedono ulteriore discussione e passi questo al manager della qualità assieme alla posizione del modello.

L'intestazione

L'intestazione del rapporto sul modello si focalizza su informazioni sul sito e su informazioni di alto livello riguardanti il progetto. Una parte del testo è basata su frasi fornite dagli utenti e altre parti sono generate da modelli di dati e nomi di file.

Le parole chiave per questa sezione sono la data in cui il rapporto è stato stampato e il nome del file di log (rapporto automatico, NdT) (che può contenere informazione utile aggiuntiva da parte dell'utente.).

Il sunto sulla posizione del sito e sul clima dovrebbe essere verificato per vedere se corrisponde al progetto. Trovare valori di default può indicare una carenza di attenzione (i manager della qualità lo noteranno).

Righe identificanti l'edificio e il proprietario dell'edificio non sono state ancora riempite.

Le prime due righe del rapporto sono anche il posto in cui identificare che cosa c'è di differente in questo modello. Questo può essere importante se ci sono diverse varianti del modello – gli utenti che hanno fretta possono facilmente selezionare il modello sbagliato per una operazione!

L'anno citato nel sunto sarà stato inizialmente settato per corrispondere a quello del file climatico. Una ragione per cambiare l'anno è quella di spostare il primo giorno della settimana – per esempio, nel 2001 l'1 gennaio è un lunedì.

“

```
This is a synopsis of the model Case-study of the ESP-r Cookbook: 2 zones;  
reception + examination defined in doctor_office.cfg generated on Fri Aug 1  
14:21:25 2008. Notes associated with the model are in doctor_office.log
```

```
The model is located at latitude 52.40 with a longitude difference of -1.73  
from the local time meridian. The year used in simulations is 1995 and  
weekends occur on Saturday and Sunday.  
The site exposure is typical city centre and the ground reflectance is 0.20.
```

```
Project name: not yet defined  
Building address: not yet defined
```

```

Building city:      not yet defined
Building Postcode: not yet defined

The climate used is: and is held in:
/usr/esru/esp-r/climate/uk_birmingham and uses hour centred solar data.
“

```

I database

La sezione successiva del rapporto si focalizza sui database associati al modello. Alcuni di questi sono database standard (il percorso (“*path*”, NdT) (“/usr/esru”) è l'indizio) e alcuni sono modello-specifici (per esempio il percorso “./dbs”).

Il database nella cartella standard “esp-r/databases” sono inizialmente forniti con il software. Essi possono essere stati espansi o modificati nei dettagli per il gruppo. Altri database possono essere aggiunti a questa cartella. Sta al gruppo gestire e documentare i database. Gli elementi dei database possono essere esaminati e i contenuti *dovrebbero* essere di qualità comprovata e mantenuti aggiornati dal manager della qualità.

I database associati con il modello potrebbero essere o non essere derivati dai database standard. Tipicamente includeranno elementi specifici per il modello. Tali entità possono alla fine migrare in un database standard. Sta al gruppo di simulazione completare l'informazione contenuta nei file di dati dei modelli con note aggiuntive sulle nuove entità.

Ogni database differisce leggermente dagli altri nell'implementazione. Attualmente i contenuti del database “*constructions*” (soluzioni costruttive, NdT) costituiscono il nucleo del rapporto. Le soluzioni costruttive fanno riferimento a elementi nel database “*materials*” e se la stratificazione di costruzione (appunto, *construction*, NdT) è trasparente, fanno riferimento anche al database associato “*optical properties*”. Il layout del rapporto è simile a quello usato nell'interfaccia.

La parte del rapporto relativa alle soluzioni di costruzione è una combinazione di numeri e etichette che per alcuni manca di chiarezza. Essa segue un vecchio stile di file, con un'enfasi nello spazio per i dati e una documentazione limitata. Il nome della soluzione costruttiva (in ESP-r per *construction* si intende, in pratica, la stratificazione relativa all'elemento costruttivo considerato, NdT) è limitato a dodici caratteri. Questo limite riduce la chiarezza del rapporto.

Fino a che la struttura dei dati non sarà rivista, starà all'utente compensare le limitazioni dello strumento. Non c'è nessun dubbio che anche gli altri strumenti di simulazione abbiano delle limitazioni. L'uso di documentazione aggiuntiva aiuta, ma è affidata alla perseveranza della comunità degli utenti. Ciò che è necessario è un chiaro canale di comunicazione tra la comunità degli utenti e i produttori di software, e meccanismi per convertire le richieste degli utenti in cambiamenti nel software.

“

```

Databases associated with the model:
pressure distributions : /usr/esru/esp-r/databases/pressc.db1
materials              : /usr/esru/esp-r/databases/constr.db2
constructions          : ../dbs/doctor_office.constrdb

```

```

plant components : /usr/esru/esp-r/databases/plantc.db1
event profiles   : /usr/esru/esp-r/databases/profiles.db1
optical properties : /usr/esru/esp-r/databases/optics.db2
. . .
sections skipped
. . .
Multi-layer constructions used:

Details of opaque construction: extern_wall

Layer|Prim|Thick |Conduc-|Density|Specif|IR |Solr|Diffu| R |Descr
      |db | (mm) |tivity | |heat |emis|abs |resis|m^2K/W
Ext 6 100.0 0.960 2000. 650. 0.90 0.70 25. 0.10 Lt brown brick
2 211 75.0 0.040 250. 840. 0.90 0.30 4. 1.88 Glasswool
3 0 50.0 0.000 0. 0. 0.99 0.99 1. 0.17 air 0.17 0.17 0.17
Int 2 100.0 0.440 1500. 650. 0.90 0.65 15. 0.23 Breeze block
ISO 6946 U values (horiz/up/down heat flow)= 0.393 0.397 0.387 (partition) 0.379
Total area of extern_wall is 92.70
. . .
Details of transparent construction: dbl_glz with DCF7671_06nb optics.

Layer|Prim|Thick |Conduc-|Density|Specif|IR |Solr|Diffu| R |Descr
      |db | (mm) |tivity | |heat |emis|abs |resis|m^2K/W
Ext 242 6.0 0.760 2710. 837. 0.83 0.05 19200. 0.01 Plate glass
2 0 12.0 0.000 0. 0. 0.99 0.99 1. 0.17 air 0.17 0.17 0.17
Int 242 6.0 0.760 2710. 837. 0.83 0.05 19200. 0.01 Plate glass
ISO 6946 U values (horiz/up/down heat flow)= 2.811 3.069 2.527 (partition) 2.243

Clear float 76/71, 6mm, no blind: with id of: DCF7671_06nb
with 3 layers [including air gaps] and visible trn: 0.76
Direct transmission @ 0, 40, 55, 70, 80 deg
0.611 0.583 0.534 0.384 0.170
Layer| absorption @ 0, 40, 55, 70, 80 deg
1 0.157 0.172 0.185 0.201 0.202
2 0.001 0.002 0.003 0.004 0.005
3 0.117 0.124 0.127 0.112 0.077
Total area of dbl_glz is 9.30
“

```

Quando leggi il rapporto ricorda che i layer vanno dalla superficie verso l'esterno a quella verso l'interno del vano. Confronta le trasmittanze termiche riportate con quelle riportate in altre fonti per assicurare che le soluzioni di costruzioni siano definite correttamente. Nel caso di ESP-r, la trasmittanza termica è un valore derivato piuttosto che una parte integrale del processo di calcolo. Inoltre, sta all'utente di tenere correttamente in conto della trasmissione termica tra il centro delle vetrazioni e le sezioni vicino al telaio. Ci sono vari approcci a questo, come quello di usare valori medi e quello di usare superfici separate per il centro e i bordi delle vetrazioni, ma non c'è molto accordo nella comunità.

Soluzioni di costruzione trasparenti hanno voci aggiuntive nel rapporto sulle proprietà ottiche. Questa parte del rapporto include del gergo tecnico e non è in un formato particolarmente leggibile. I dati usati da ESP-r sono in qualche misura più dettagliati di quelli forniti da alcuni produttori. Ed esso non include alcuni dati generati da strumenti per l'analisi ottica come Window 5.2 e WIS. ESP-r non è l'unico strumento che semplifica alcuni aspetti dei vetri traslucidi e dei prodotti di vetratura avanzati ridirezionanti i fasci di luce.

Controlli di zona

La sezione successiva del rapporto sul modello è estratta dai controlli definiti per le zone e/o i flussi o le reti di impiantistiche. Le frasi di documentazione sono fornite dall'utente. Di seguito c'è un breve sunto di cosa è rilevato e cosa è attuato. Questo è seguito da un sunto generato automaticamente per ciascun periodo nel programma orario.

La sezione sui controlli nel rapporto è un compromesso. Lo spazio disponibile per tradurre i parametri in relazione alla legge di controllo di ciascun parametro è limitato. Alcuni controlli includono più di una dozzina di parametri e alcune abbreviazioni sono necessarie. Alcuni controlli usano un lessico usato dagli ingegneri dei sistemi di controllo ambientale. Ci sono alcuni controlli che non hanno quasi traduzione dei parametri di controllo. Alcuni controlli che non hanno parametri che includono definizioni ausiliarie dei sensori possono creare qualche confusione, perché il rapporto standard relativo alle posizioni dei sensori e degli attuatori non sa di essere stato bypassato.

La maggior parte degli utenti mette un po' di tempo ad abituarsi a come ESP-r rappresenta i controlli. Per imparare a trovare gli errori e le mancanze nel rapporto sui controlli è necessaria ulteriore pratica.

Spesso una ispezione ravvicinata è conclusa solo quando un controllo si comporta secondo le attese.

Questo modello probabilmente si trova in una fase iniziale. Lo scopo del controllo non è chiaro. Non c'è menzione del perché sia stata specificata una potenza di 2 kW per il riscaldamento e il raffrescamento. In molti gruppi questa sarebbe una rottura sostanziale del protocollo. Un approccio alternativo sarebbe quello di fornire una documentazione estensiva di quanto è stato definito nella fase di pianificazione e poi gradualmente migliorare la sua implementazione.

La documentazione è importante per i controlli ideali perché la legge di controllo del sensore e dell'attuatore usata da ESP-r può approssimare ogni numero di dispositivi fisici. Può essere che una versione futura passi da rappresentazioni ideali a rappresentazioni basate su componenti di controlli ambientali e che le affermazioni iniziali possano assistere questa transizione.

“

The model includes ideal controls as follows::

Control description:

A basic control is used during occupied periods on weekdays with a set-back in the evenings. Saturday and Sunday is allowed to free-float. (Traduzione: un controllo di base è usato durante i periodi occupati nei fine settimana con un set-back nelle sere. Sabato e domenica è lasciato libero di fluttuare liberamente, NdT).

Zones control includes 1 functions.

An idea control with a dead-band of 4 degrees is used.

The sensor for function 1 senses the temperature of the current zone.

The actuator for function 1 is air point of the current zone

The function day types are Weekdays, Saturdays & Sundays

Weekday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1995 with 3 periods.

Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data

1 0.00 db temp > flux basic control 2000.0 0.0 2000.0 0.0 10.0 30.0 0.0

basic control: max heating capacity 2000.0W min heating capacity 0.0W max cooling capacity 2000.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 10.00C cooling setpoint

```

30.00C.
  2  7.00 db temp  > flux      basic control      2000.0 0.0 2000.0 0.0 20.0 24.0
0.0
basic control: max heating capacity 2000.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2000.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 20.00C cooling setpoint
24.00C.
  3 19.00 db temp  > flux      basic control      2000.0 0.0 2000.0 0.0 10.0 30.0
0.0
basic control: max heating capacity 2000.0W min heating capacity 0.0W max cooling
capacity 2000.0W min cooling capacity 0.0W. Heating setpoint 10.00C cooling setpoint
30.00C.
Saturday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1995 with 1 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1  0.00 db temp  > flux      free floating
Sunday control is valid Sun-01-Jan to Sun-31-Dec, 1995 with 1 periods.
Per|Start|Sensing |Actuating | Control law | Data
  1  0.00 db temp  > flux      free floating

Zone to control loop linkages:
zone ( 1) reception      << control  1
zone ( 2) examination    << control  1
“

```

Composizione delle zone

La sezione successiva del rapporto sul modello fornisce un sunto e poi una vista dettagliata della composizione delle zone. Il sunto da una rapida panoramica della dimensione e della complessità di ciascuna zona. Se l'attribuzione in una zona è incompleta il sunto lo rifletterà.

Il rapporto per ciascuna zona rifletterà l'opzione *verbose* prima che sia generato il rapporto. Molta dell'informazione è basata sulle informazioni ricavate processando la forma e la composizione della zona. Se la zona è completamente attribuita, i valori di trasmittanza termica e coefficiente globale di scambio termico (*UA*, *NdT*) sono riportati per una rapida verifica di realtà.

Nota che i valori derivati potrebbero confondere un po' se la forma della zona è complessa – per esempio se parti della facciata sono orizzontali e rivolti verso l'altro saranno inclusi dell'area di copertura. Le superfici trasparenti non verticali potrebbero essere riportate come lucernari.

L'elenco degli attributi delle superfici probabilmente si vede meglio assieme a un immagine *wireframe* della zona. Questo è uno dei posti dove un regime di nomi ben concepito consentirà di identificare in fretta le incongruenze. L'esempio incluso sotto vale per la versione uno del file relativo alla geometria. La versione 1.1 include attributi aggiuntivi.

```

“
ID Zone          Volume|          Surface
  Name          m^3   | No. Opaque  Transp  ~Floor
  1 reception 120.0 12 165.5 4.5      40.0      reception L shaped room, 2
windows, 2 internal walls with examin
  2 examination 60.0 10 88.3 4.8      28.0      examination: square room
with a sloop roof, 2 external walls d
  all         180. 22 254. 9.      68.

Zone reception ( 1) is composed of 12 surfaces and 26 vertices.
It encloses a volume of 120.m^3 of space, with a total surface
area of 170.m^2 & approx floor area of 40.0m^2
reception L shaped room, 2 windows, 2 internal walls with examin

```

There is 94.000m2 of exposed surface area, 54.000m2 of which is vertical.
 Outside walls are 123.75 % of floor area & avg U of 0.393 & UA of 19.439
 Flat roof is 100.00 % of floor area & avg U of 1.799 & UA of 71.970
 Glazing is 11.250 % of floor & 8.3333 % facade with avg U of 2.811 & UA of 12.648

A summary of the surfaces in reception(1) follows:

Sur	Area m^2	Azim deg	Elev deg	surface name	geometry type	local	construction name	environment other side
1	12.0	180.	0.	r_int.wall_1	OPAQUE	VERT	partition	<
r_int.wall_1:examination								
2	9.90	270.	0.	r_int.wall_2	OPAQUE	VERT	partition	<
r_int.wall_2:examination								
3	9.75	180.	0.	r_wall_south	OPAQUE	VERT	extern_wall	< external
4	21.0	90.	0.	r_wall_east	OPAQUE	VERT	extern_wall	< external
5	9.75	0.	0.	rWall1-north	OPAQUE	VERT	extern_wall	< external
6	12.0	0.	0.	rWall2-north	OPAQUE	VERT	extern_wall	< identical
environment								
7	9.00	270.	0.	r-wall-south	OPAQUE	VERT	extern_wall	< external
8	40.0	0.	90.	r-ceiling	OPAQUE	CEIL	roof_1	< external
9	40.0	0.	-90.	r-floor	OPAQUE	FLOR	grnd_floor	< ground profile
1								
10	2.25	180.	0.	r_window_sou	DCF767	VERT	dbl_glz	< external
11	2.25	0.	0.	r_window_nrt	DCF767	VERT	dbl_glz	< external
12	2.10	270.	0.	indoor_door	OPAQUE	VERT	int_doors	<
ex_int_door:examination								

An hourly solar radiation distribution is used for this zone.

Shading patterns have been calculated for this zone.

“

Dopo l'elenco delle superfici possono esserci linee aggiuntive che identificano gli attributi opzionali della zona. Nell'esempio sotto c'è una nota che i pattern di *shading* sono stati calcolati per la zona.

Quello che manca da questo rapporto sono i dettagli dei poligoni che compongono le superfici della zona. Gli utenti interessati a questo livello di dettaglio daranno un'occhiata all'interfaccia (dove si trovano le coordinate o le liste degli spigoli) o guarderanno i file descrittivi del modello.

Ci sono campi di dati aggiuntivi rispetto all'interfaccia, e quindi attenzione al rapporto e precauzione possono aiutare a identificare questioni nel modello.

I manager della qualità passeranno in rassegna questo rapporto alla ricerca di 'UNKNOWN', così come di nomi che non corrispondano a entità. Per esempio, una parete chiamata “south_wall” potrebbe in realtà essere rivolta a ovest. Questo è dovuto al fatto che la zona è stata ruotata dopo che è stato dato un nome alle zone? E c'è inoltre l'errore comune che le superfici di un poligono siano state invertite e che che sembra corretto sia rivolto dalla parte sbagliata.

Programmi orari relativi alle zone

La prossima sezione del rapporto si focalizza sui programmi orari relative ai flussi d'aria e ai guadagni gratuiti definiti per la zona. Prima c'è la documentazione fornita dall'utente e poi i dati relativi a ciascuno dei tipi di programma orario.

Il formato del rapporto è simile a quello fornito nell'interfaccia e così è piuttosto semplice. Nell'esempio sotto non c'è controllo imposto alla programma orario relativo ai flussi d'aria e così sono incluse informazioni sulla logica di controllo.

La versione corrente di ESP-r supporta un periodo minimo di un'ora così possono esserci fino a 24 periodi in un'ora. I periodi dovrebbe essere in sequenza e includere il periodo completo di tutti i tipi di giorno. L'interfaccia cercherà di ordinare i dati forniti dall'utente per rispondere a questa regola.

Le procedure di lavoro che minimizzano gli errori costringono a far corrispondere i dati e la documentazione. I numeri possono essere corretti senza essere chiari a proposito di cosa rappresentano.

C'è una breve nota a proposito dei valori per i programmi orari relative ai flussi d'aria, ma non c'è nulla a proposito dei guadagni gratuiti. Le luci hanno un wattaggio fisso come le piccole attrezzature. Anche questo probabilmente si verifica nelle fasi iniziali del processo progettuale. Un manager della qualità noterebbe la proporzione di 50 e 50 per gli occupanti, le luci e l'equipaggiamento e chiederebbe un chiarimento.

“

```
Air schedule notes:
One half air change for all days and all hours (initial engineering guess).
Control: no control of air flow
```

```
Number of Weekday Sat Sun air change periods =      1  1  1
Period Infiltration Ventilation From Source
id Hours Rate ac/h m3/s Rate ac/h m3/s Zone Temp.
Wkd 1 0 - 24 0.50 0.0167 0.00 0.0000 0 0.00
Sat 1 0 - 24 0.50 0.0167 0.00 0.0000 0 0.00
Sun 1 0 - 24 0.50 0.0167 0.00 0.0000 0 0.00
```

Notes:

no operations notes (yet)

```
Number of Weekday Sat Sun casual gains= 13 0 0
Day Gain Type Period Sensible Latent Radiant Convec
No. labl Hours Magn. (W) Magn. (W) Frac Frac
Wkd 1 OccupTW 0 - 7 0.0 0.0 0.50 0.50
Wkd 2 OccupTW 7 - 8 80.0 40.0 0.50 0.50
Wkd 3 OccupTW 8 - 9 240.0 120.0 0.50 0.50
Wkd 4 OccupTW 9 - 12 400.0 200.0 0.50 0.50
Wkd 5 OccupTW 12 - 14 240.0 120.0 0.50 0.50
Wkd 6 OccupTW 14 - 17 400.0 200.0 0.50 0.50
Wkd 7 OccupTW 17 - 24 0.0 0.0 0.50 0.50
Wkd 8 LightsW 0 - 8 0.0 0.0 0.50 0.50
Wkd 9 LightsW 8 - 19 150.0 0.0 0.50 0.50
Wkd 10 LightsW 19 - 24 0.0 0.0 0.50 0.50
Wkd 11 EquiptW 0 - 8 0.0 0.0 0.50 0.50
Wkd 12 EquiptW 8 - 17 100.0 0.0 0.50 0.50
Wkd 13 EquiptW 17 - 24 0.0 0.0 0.50 0.50
```

“

Gli utenti che abbiano modificato direttamente i file di configurazione potrebbero avere introdotto dei vuoti o delle sovrapposizione nei periodi e questo rapporto è uno dei modi di aiuto nell'identificazione di questi fatti.

15.10 Riepilogo

Procedure di lavoro ben concepite assicureranno che i modelli raccontino una storia chiara al gruppo di progettazione e che le previsioni prestazionali siano state esaminate per assicurarsi che esse rientrino nelle aspettative normali e che al gruppo di progetto siano state fornite opzioni per l'ottenimento di prestazioni migliori che nelle attese.

Assicurarsi che le risorse usate per generare e testare il modello rimangano nel budget e che rimangano disponibili tempo e attenzione per esplorare questioni ad alto valore aggiunto è una sfida. Per difendere queste possibilità è necessario un manager della qualità proattivo.

La qualità dei modelli è un risultato di decisioni prese durante la fase di pianificazione, il progetto del modello, le azioni svolte da membri del gruppo di simulazione e le funzioni incluse nello strumento di simulazione.

La crescente complessità dei modelli è in parte generata da nuove questioni che i gruppi di simulazione devono affrontare da ragioni di produttività negli strumenti di simulazione, ma è vincolata dalla nostra capacità di confermare che i modelli siano sia sintatticamente, sia semanticamente corretti.

Le discussioni e le tavole incluse in questo capitolo sono intese come un punto di partenza perché i gruppi di simulazione possano generare solide pratiche di lavoro e per fornire idee per competenze che potrebbe essere utile acquisire.

16 Installazione

ESP-r è disponibile per varie piattaforme di computer e questa sezione fornisce informazioni su come procurarsi distribuzioni precompilate di ESP-r o su come scaricare una delle distribuzioni di ESP-r dall'archivio "Subversion".



ESP-r consisteva inizialmente in una suite di strumenti che giravano su workstation *SUN* e poi, con l'avvento di Linux in grado di girare su personal computer a basso costo il codice è stato adattato per girare anche su Linux. Ci sono poche linee di codice che richiedevano adattamento per piattaforme *Solaris* e Linux e non c'erano quasi differenze tra le modalità di interazione da parte dell'utente e in operazioni amministrative.

ESP-r implicitamente assume una serie di servizi e protezioni da parte del sistema operativo. Per esempio, che i database customizzati e i modelli di esempio siano tenuti in cartelle dove gli utenti con diritti ordinari possano leggerli, ma non sovrascriverli. Su altre piattaforme di calcolo tali protezioni sono svolte in un modo differente o assente.

Nota che ESP-r assume che l'ambiente software usi settaggi di località del tipo USA o UK locale e che i numeri reali usino un punto per i numeri decimali e che la virgola, la tabulazione o lo spazio per siano separatori tra dati. Inoltre c'è la restrizione che i nomi delle entità usino il set di caratteri ASCII invece del set esteso. Queste dipendenze sono correlate alle istruzioni di tipo *read* e *write* del sottostante codice sorgente Fortran. E' stato osservato che ESP-r ha problemi con alcuni, ma non tutti i settaggi locali e tastiera asiatici.

Solaris supporta un ambiente di compilazione F90/C/C++, così come la raccolta di compilatori GNU. Il primo è particolarmente utile per il lavoro di sviluppo in quanto *SUN* supporta le eccezioni in virgola mobile IEEE (per esempio dividi per zero) e la verifica dei limiti delle matrici (*array*, NDT) (per esempio quando si chiede il 12° valore in una matrice di 10 elementi).

Linux supporta la raccolta di compilatori GNU. Nota che le recenti distribuzioni di Linux tendono ad avere al versione 4.2 dei compilatori GNU ed ESP-r per il momento lavora meglio con la versione 3.4. C'è anche un problema generale con il compilatori a 64 bit – ci sono alcune differenze nelle previsioni e il rischio che alcune operazioni grafiche possano mandare il programma in crash. ESP-r attualmente è più stabile quando gira su computer a 32 bit.



Con l'avvento di OSX, Apple offre molti degli stessi compilatori e servizi di sistema di basso livello (nel senso di vicini al *layer* hardware, NdT) come Linux, e così è stato possibile portare ESP-r sui computer Apple. C'è qualche differenza di secondo piano nei servizi di sistema (la sensibilità alle maiuscole/minuscole nei file di sistema è incompleta e le cartelle utente si trovano in /Users invece che /home).

In termini d'uso, l'interfaccia è la stessa offerta con Linux. Poiché essa non segue il pieno look OSX, alcuni utenti trovano che essa confonda.

OSX supporta la raccolta di compiler GNU così come le librerie e le convenzioni di codice sorgente di X11. Per il lavoro di sviluppo è necessario installare le cosiddette funzioni “fink” e il supporto per X11. Un elenco completo di requisiti lo si può trovare nelle pagine web dell'ESRU. La distribuzione precompilata è creata sugli Apple con processore PPC anziché su quelli con processore Intel. E' stato riportato che essa funziona anche sugli Apple basati su Intel.



A causa delle differenze tra compilatori e servizi dei sistemi operativi, realizzare una versione di ESP-r che girasse in modo nativo sui computer Windows ha richiesto del tempo.

L'approccio iniziale per usare ESP-r in Windows era quello di usare un ambiente di emulazione chiamato *Cygwin*. Cygwin fornisce l'ambiente di compilazione richiesto da ESP-r, traduce molti tipi di richieste al sistema operativo e fornisce un interprete di linee di comando (*shell scripting*, NdT) simile a quello che uno può trovare su Linux.

Anche in questo caso, ci sono poche differenze di codice richieste per lo sviluppo e l'uso di ESP-r su Cygwin. In termini di esperienza d'uso, ESP-r pensa di girare su una macchina Linux e da luogo allo stesso tipo di interazione con l'utente.

Cygwin supporta l'usuale raccolta di compilatori GNU e le librerie grafiche X11 e le operazioni di sviluppo sono essenzialmente le stesse che su Linux. I permessi dei file sono meno rigorosi che in Linux quindi bisogna fare attenzione per evitare di sovrascrivere dei file rispetto ai quali ESP-r pensa vi siano permessi di accesso di tipo rigoroso.



La versione nativa di ESP-r per Windows è un *port* quasi completo delle funzioni disponibili su altre piattaforme. Questa versione funziona con Windows 2000 e Windows XP. Ci sono state poche o nessuna verifica con Windows Vista o con le versioni a 64 bit di Windows.

Le librerie grafiche sottostanti al momento limitano alcune funzioni (si tratta di un work-in-progress). Le differenze principali si trovano nelle funzioni fornite da sistema operativo, dal layout e dalle convenzioni relative al *file system*.

ESP-r al momento ha limitata capacità di trattare gli spazi nei nomi dei file e ha anche dei limiti sulla loro lunghezza. Questo limita i tipi di sistema dove ESP-r può essere installato, così come quanto profondamente le cartelle dei modelli possono essere annidate l'una dentro l'altra prima che i nomi dei file inizino a essere troncati. Per questa ragione, le versioni precompilate di ESP-r per Windows tendono ad essere nella cartella “C:\Esru\Models” piuttosto che in “C:\Documents and Settings\Fred\Current Models”.

Lo sviluppo per l'ambiente Windows nativo attualmente richiede la raccolta degli strumenti *MSYS* in aggiunta a *MinGW*, un *port* della raccolta di compilatori GNU.

Variabili di ambiente e file

Quando ESP-r è compilato, negli eseguibili sono inseriti vari tipi di informazione (per esempio dove esso è installato) e altri tipi di informazione (per esempio, sul dove trovare esempi di modelli e quali database caricare inizialmente) sono processati da file di testo. Uno di questi file di testo è chiamato *esprc* e la sua versione standard è supposta essere nella sottocartella di installazione “*esprc*”. I suoi contenuti sono elencati nella figura X e il significato degli elementi è presentato qui sotto.

Il file è nel formato “tag - data, data”. Tipicamente il primo elemento è una etichetta e il secondo è un eseguibile da invocare o il nome di un file da usare. Per modificare questa specificazione iniziale, usa un editor di testo e cambia gli elementi rilevanti come richiesto. Guarda nel menu “preferences” del *project manager* per accedere ai dettagli di questo file.

La versione creata inizialmente del file “*esprc*” è messa nella cartella di installazione di ESP-r. Se un utente vuole usare una versione personalizzata di questo file, dovrebbe copiarla nella stessa cartella, con il nome “.*esprc*”.

“

- *ESPRC – questa è l'etichetta relativa al tipo di file. Deve essere la prima riga;
- *gprn – comandi associati con la cattura con una sezione rettangolare dello schermo. Il secondo elemento “import” è l'eseguibile che cattura una sezione dello schermo. In questo caso il file “*esprc*” era stato creato con un computer Linux e il nome dell'eseguibile doveva essere differente per un altro sistema operativo;
- *tprn – comandi associati con lo scaricare il corrente buffer del feedback di testo – scriverà a un file identificato nel secondo elemento;

- `*gxwd` – una variante di `*gprn`, ma che cattura l'intero schermo;
- `*cad` – istruzione per uno strumento CAD da invocare. Il secondo elemento è l'istruzione da invocare e il testo è una parola chiave descrivente il tipo di file che questo crea;
- `*image_display` – comando correlato alla visualizzazione delle immagini riferite al modello. Il secondo elemento è una parola chiave identificante il formato del file. Il terzo elemento è il nome dell'eseguibile da invocare per visualizzare quel tipo di immagine. Possono esserci molte linee “`*image_display`” nel file “`esprc`”;
- `*journal` – accede una funzione “`time-stamp`” che tiene traccia delle azioni dell'utente. Le sue opzioni sono ON e OFF;
- `*editor` – quale editor di testo ASCII invocare se è richiesta una applicazione esterna;
- `*report_gen` – non usato;
- `*exemplars` - Il nome del file da leggere che include in elenco di modelli a cui si può avere accesso dove essi sono collegati. Il contenuto iniziale del file degli esempi è stato concepito per l'uso nei seminari di ESP-r, ma i contenuti posso essere modificati senza includere altri modelli;
- `*validation_stds` – il nome di un file da leggere con informazioni necessarie a commissionare test-standard;
- `*db_defaults` – il nome del file di default che contiene un elenco dei database iniziale. Se vuoi usare un elenco alternativo di database iniziali, modifica questo file o includi un riferimento a un elenco alternativo di database;
- `*db_climates` – il nome del file `climatelist` che contiene un elenco di set di dati climatici e la loro collocazione. Se vuoi usare un elenco alternativo modifica il file o fornisci il nome di un file alternativo.

Assunti del file di default

Il secondo file che usualmente è processato quanto i moduli di ESP-r sono avviati è il file di default. Il nome di questo file è incluso nel file “`esprc`”. Il file ha un formato del tipo *etichetta – dati* e tipicamente si trova nella cartella di installazione. Un esempio di questo file tipicamente si trova nella cartella di installazione. Un altro esempio di questo file punta a una installazione fatta a scopo di test generata in questo percorso perché la versione di test di ESP-r è stata compilata in base alle istruzioni date anni addietro.

Come nel caso dei file precedenti il nome del file è associato a uno specifico argomento e/o dialogo nell'interfaccia utente. Questi dialoghi associati a specifici tipi di file di modelli richiedono un nome di default e i nomi di default sono processati attraverso il file “`default`” piuttosto che essere scritti in modo immutabile nel software dell'interfaccia. Il nome del file può essere alterato modificando il file.

- *ESP-r Defaults – questa deve essere la riga iniziale del file;
- *ipth – questo è il percorso dove ESP-r è stato installato basandosi sui comandi specifici dati durante il processo di installazione;
- *cfg – questo è il nome di file di default per il file di configurazione del modello (utile per scopi dimostrativi);
- *ctl – questo è un nome di file di default utile per la definizione di cicli di controllo;
- *mfn – questo è il nome di file di default per le reti di flussi d'aria;
- *dfd – questo è un nome di file di default per la descrizione di un dominio CFD;
- *res – questo è un nome di file di default per un file dei risultati relativi a una zona. Questo file dovrebbe essere creato durante il processo di installazione, così che sia facile dare una dimostrazione di ESP-r;
- *mfr – questo è un nome di file di default per le previsioni dei flussi di massa;
- *clm – questo è un nome di file dei default per i dati climatici. Questo file climatico dovrebbe essere creato durante il processo di installazione;
- *prs *prm *mlc *opt *evn *pdb – questi sono nomi di default di database (nel caso in cui un utente richieda un database di default). Molti utenti cambieranno il nome del database in relazione alle necessità del loro lavoro. A questo file si può avere accesso attraverso il menu “preferences” del *project manager*.

```

“
*ESPRC
*gprn,rectangular dump,import
*tpn,Text dump,/tmp/tx_dump
*gxwd,screen dump,import -window root
*cad,CAD package,xzip,ZIP
*image_display,TIF,xv
*image_display,XBMP,xv
*image_display,GIF,xv
*image_display,XWD,xv
*journal,OFF
*editor,editor,nedit
*report_gen,Reporting tool,xfs
*exemplars,Exemplars,/Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/training/exemplars
*validation_stds,Validation standards,/Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/validation/s
tds_list
*db_defaults,Defaults,/Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/default
*db_climates,climatelist,/Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/climate/climatelist
*end
“

```

Figura 16.1. Un file “esprc” tipico.

```

“
*ESP-r Defaults
*ipth /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r

```

```

*cfg /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/training/basic/cfg/bld_basic.cfg
*ctl /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/training/basic/ctl/bld_basic.ctl
*mfn /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/training/basic/networks/bld_basic_afl.afn
*dfd /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/training/cfd/template.dfd
*pnf /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/training/plant/vent_simple/cfg/vent.cfg
*res /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/test.res
*mfr /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/test.mfr
*clm /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/climate/clm67
*prs /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/pressc.db1
*prm /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/material.db3.a
*mlc /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/multicon.db2
*opt /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/optics.db2
*evn /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/profiles.db2
*pdb /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/plantc.db1
*ecdb /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/elcomp.db1
*mcdb /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/mscomp.db1
*icdb /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/icons.db1
*mldb /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/mould.db1
*sbem /Users/jon/esru_prj_dev/esp-r/databases/SBEM.db1
*end

```

“

Figura 16.2. Un tipico file di default.

“

```

*CLIMATE_LIST
*group _ESRU standard climates
# WARNING: Keep this file up to date with current directory structure !
*item
*name          Default UK clm Climate
*aide          Climate data as distributed with ESP-r for testing purposes.
*dbfl          /usr/esru/esp-r/climate/clm67
*winter_s 2 1 12 3 30 10 31 12
*spring_s 13 3 14 5 4 9 29 10
*summer_s 15 5 3 9
*winter_t 6 2 12 2 20 11 26 11
*spring_t 17 4 23 4 2 10 8 10
*summer_t 3 7 9 7
*avail ONLINE
*help_start
Location is 52.0N and 0.0E. The solar radiation is Direct Normal.
  Month      Minimum      Time      Maximum      Time      Mean
  Jan        -6.4 @20h00 Sun      8      12.7 @14h00 Sun 29      3.8
  Feb        -1.9 @ 5h00 Tue 14      12.2 @13h00 Thu  2      5.2
  Mar        -0.8 @24h00 Fri 31      16.1 @15h00 Tue 21      6.8
  Apr        -1.9 @ 2h00 Sat      1      19.4 @15h00 Mon 17      7.1
  May         0.0 @ 3h00 Wed      3      22.7 @14h00 Thu 11      10.4
  Jun         5.0 @ 2h00 Fri      9      21.1 @15h00 Tue  6      13.6
  Jul         9.4 @ 3h00 Mon      3      27.7 @12h00 Mon 17      18.0
  Aug         7.7 @ 4h00 Sat      5      24.4 @12h00 Tue  1      15.6
  Sep         5.0 @ 6h00 Thu 21      22.2 @12h00 Tue 26      13.5
  Oct         2.2 @ 5h00 Mon 30      19.4 @13h00 Sat  7      10.8
  Nov        -0.8 @ 5h00 Mon 27      14.4 @14h00 Sat 11      5.2
  Dec        -4.2 @ 1h00 Sat      9      12.7 @ 9h00 Sat 23      3.8
  All -6.4 @20h00 Sun  8 Jan      27.7 @12h00 Mon 17 Jul      9.5
  Typical winter week begins Monday 6 Feb,
  Typical spring week begins Monday 17 April,
  Typical summer week begins Monday 3 July.
  Typical autumn week begins Monday 2 October.
  Typical winter week begins Monday 20 November,
*help_end
*item
*name          ALBUQUERQUE NM USA iwec 723650
*aide          ALBUQUERQUE NM USA iwec 723650 was sourced from US DoE web Sep 2005
*dbfl          /usr/esru/esp-r/climate/USA_NM_Albuquerque_iwec

```

“

Figura 16.3. Una tipica sezione di un file *climatelist*.

L'elenco dei file climatici disponibili

L'ultimo file ASCII usato dai modulo di ESP-r su base regolare è il cosiddetto file “climatelist”. A questo file si fa riferimento del file “esprc” (vedi discussione sopra). Esso include un elenco di set di dati climatici installati nel computer. Quando l'interfaccia di uno dei moduli di ESP-r presenta un elenco di dati climatici disponibili, processa questo file.

Ogni volta che vuoi aggiungere dei dati climatici al tuo computer, dovresti modificare questo file con un editor di testo, così che l'elenco includa un nuovo file. C'è una discussione dettagliata su come usare il modulo “clm” per aggiungere nuovi file climatici nel capitolo 6. Una parte di questo file è mostrata in figura 16.3.

Il file “climatelist” include i seguenti tipi di informazione:

- un nome di visualizzazione per i dati climatici (come visto nell'elenco relativo all'interfaccia);
- una breve documentazione sui dati climatici;
- la sua collocazione sul computer;
- l'inizio e la fine di ciascuna delle cinque stagioni prese in considerazione (inverno dal 1 gennaio, primavera, estate, autunno, inverno fino al 31 dicembre). Queste date tipicamente sono state fornite da una persona che conosce il clima e i costumi sociali della regione;
- le date di inizio e di fine di una settimana tipica in ciascuna stagione. C'è una funzione nel modulo “clm” che cerca le settimane tipiche basandosi sui gradi giorno per il riscaldamento e il raffrescamento e sui pattern relativi alla radiazione solare;
- un blocco di testo lungo fino a 60 righe che fornisce un sunto del clima. Questo blocco è auto-generato nel modulo “clm” e se necessario puoi modificarlo ed estenderlo.

17 Versione

In aggiunta alle sue capacità multi-piattaforma, ESP-r ha tre possibili tipi di interazione sulla maggior parte delle piattaforme: integrazione in modalità testo, una interfaccia grafica di tipo X11 e una più nuova interfaccia grafica di tipo GTK. Nella maggior parte dei casi le sezioni dei menu dei comandi sono le stesse. Si trovano alcune differenze nel layout di alcuni tipi di dialogo, nelle funzioni per l'esplorazione dei file, nella sensibilità ai click del mouse e nelle abbreviazioni per l'input da tastiera.

Prima un breve esame degli stili di interazione. La modalità di interazione in formato testo è la più specialistica in offerta. E' primariamente usata da esperti che commissionano una serie di analisi standard. L'interfaccia è azionata da digitazioni dell'utente o da comandi inclusi in uno script. Questo modo è anche utile per lavorare su un server remoto o quando è disponibile solo una connessione a internet lenta.

L'interfaccia X11 ha separate regioni per il feedback grafico, testuale, per le selezioni da menu e per le finestre di dialogo per l'utente per modificare le entità e selezionare i file. Gli elementi del menu sono selezionati da click del mouse o da digitazioni da tastiera. Questa interfaccia è disponibile per tutti i sistemi operativi eccetto Windows. Le interazioni dell'utente sono uniformi per tutti i tipi di macchina e ciascuno dei moduli di ESP-r segue lo stesso layout, benché alcuni occupino più spazio sullo schermo.

L'interfaccia basata su GTK è stata selezionata come un sostituto di X11 perché può essere sviluppata in una ampia gamma di sistemi operativi, ad inclusione di Windows. Essa ha anche una interfaccia di programmazione per le applicazioni più ricca e un più largo numero di funzioni incorporate che prima in X11 dovevano essere scritte partendo da 0.

17.1 Modalità testo

La modalità in formato testo è disponibile come un'opzione da linea di comando per utenti che lavorano su Solaris, Linux, Cygwin e OSX. Per usare la modalità testo sulla versione nativa per Windows ESP-r deve essere compilato così da non avere interfaccia grafica. Visto che è difficile avere due versioni di ESP-r su un computer Windows, questo usualmente necessita di un secondo (o virtuale) computer Windows per avere accesso ai grafici dei modelli e ai grafici dei risultati nel modulo "results".

In figura 17.1, il *project manager* da una finestra di comando (la stessa sintassi di comando si applica in Linux, Solaris, OSX e Cygwin). L'elenco delle opzioni è mostrato in una doppia finestra (opzioni che iniziano con un carattere o un numero e solo attivate digitando quel carattere). La schermata del *prompt* è al piede della figura.


```

twoocv-2:~/testing/cellular_shd/cfg jon$ prj -mode text file cellular
ESP-r Project Manager (prj).
This is a development copy of prj, based on ESP-r release 11.4.

Copyright 2001-2007 Energy Systems Research Unit.

Build information:
- SVN Source:      prj_dev@r2684 (locally modified)
- Platform:       Power Macintosh;Darwin;8.11.0
- Compilers:      gcc-3.3/g++-3.3/g77-3.3
- Graphics Library: X11
- XML output:     unsupported

Model Management:
a introduction to ESP-r
b database maintenance
c validation testing
.... Model selection .....
d open existing
e create new
.... Current model (none) ....
  cfg :
  path :
  root :
  title:
  variants
      .... Import & export .....
      n import CAD file
      export
      archive
      .... Model location .....
      folders & files
      .... Miscellaneous .....
      save model
      save model as
      v feedback >> summary
      * preferences
      ? help
- exit Project Manager

Model Management:??> 

```

Figura 17.1. Un esempio di invocazione del *project manager* in modalità testo.

Il lavoro professionale spesso richiede una sequenza specifica di operazioni da svolgere. Per ottenere questo, i praticanti creano spesso degli script per guidare ESP-r. Per esempio, nei test spesso deve essere svolto un set standard di analisi e per ciascuna di essa deve essere estratto un rapporto standard.

Sotto c'è la parte di uno script chiamato "SIMULATE.wc", che è usato per effettuare lanci di simulazione standard (con controlli ideali attivi). Lo script invoca un modulo di ESP-r (bps) con un idoneo set di parametri da linea di comando e poi passa una sequenza di digitazioni al modulo per gestirlo.

```

"
#!/bin/csh -fb
set CONFIG=$1
bps -file $CONFIG -mode text <<XXX

c
$CONFIG.wc_res
9 1
15 1
3
1
s
Y
ESRU Standard test: $CONFIG
Y
Y
-
-
XXX

```

“

Dopo avere effettuato l'analisi, è invocato un secondo script nella cartella relativa al codice sorgente “validation/benchmark/QA/model/cfg”, chiamato “ANALYSE_4”, per avviare il modulo “results analysis” e fare sia che venga generata una serie di rapporti.

“

```
#!/bin/csh -fb
set RESFILE=$1
res -file $RESFILE -mode text<<XXX
```

```
d # enquire about
>
$RESFILE.data
$RESFILE results
a # summary statistics
h # sensible
a # heating
h
b # cooling
b # temperatures
a # zone db
b
e # zone resultant
b
d # zone control pt
-
-
d # enquire
a # summary statistics
f # zone flux
a # infiltration
f
b # ventilation
m
a # real power
m
b # reactive power
j
b # convective casual gains
-
j
c # radiant casual gains
-
d # solar processes
a # entering from outside
d
c # solar absorbed
i # zone rh
j # casual gains
a # all
-
j
b # convective portion
-
j
c # radiant portion
-
j
e # total occupant gain
-
j
i # total lighting gain
-
```

```

j
m # total small power
-
-
c # timestep reports
g # perf metrics
j # casual
e # total occupant
-
j
i # total lighting
-
j
m # total small power
-
! # list data
-
-
d
f # energy delivered
g # casual gains distrib
h # zone energy balance
b
b
i # surface energy balance
b
b
* # all surfaces in reception
-
* # all surfaces in office
-
* # all surrace in roof
-
l # monthly
a
b # frequency
b # of temperatures
a # zone db
Y
>
-
-
-
XXX
“

```

Gli utenti stagionati di ESP-r spesso usano il linguaggio *Perl* per comporre una serie di analisi e operazione di recupero dei dati. Infatti, è possibile usare uno script per modificare la morfologia e la composizione di un modello. Qualsiasi cosa che può essere fatta attraverso una sessione interattiva in modalità testo può essere inclusa in uno script.

17.2 Modalità grafica X11

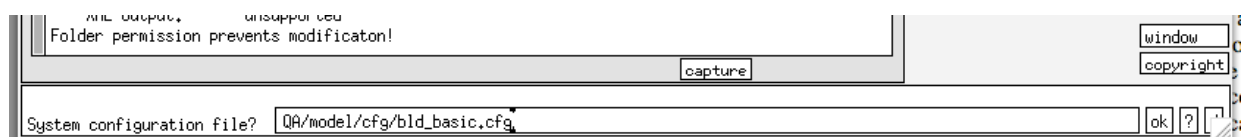


Figura 17.2. Specificazione di un nome di file.

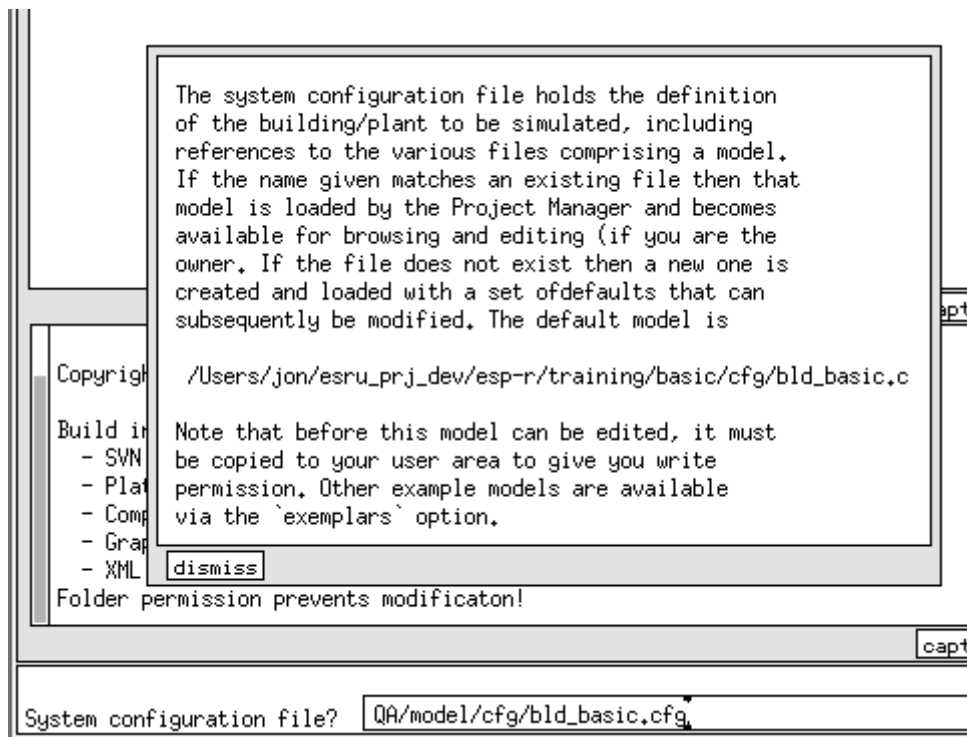


Figura 17.3. Aiuto con finestra pop-up per una finestra di dialogo.

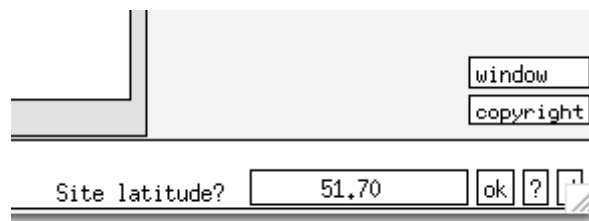


Figura 17.4. Finestra di dialogo in modalità X11 per numeri reali.

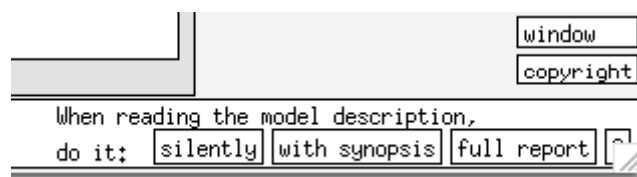


Figura 17.5. Finestra di dialogo in modalità X11 per pulsanti di tipo “radio” (si tratta dei pulsanti “a pallini” da selezionabili e deselezionabili, NdT).

Questo stile di interazione supporta la funzionalità di input grafico più completa. E' anche datato nell'aspetto e ha capacità limitate di esplorazione dei file. Il piano corrente è di ridurre e man mano rimuovere le dipendenze grafiche X11 quando e se il più recente codice delle librerie GTK sarà completato e funzionale (vedi sotto).

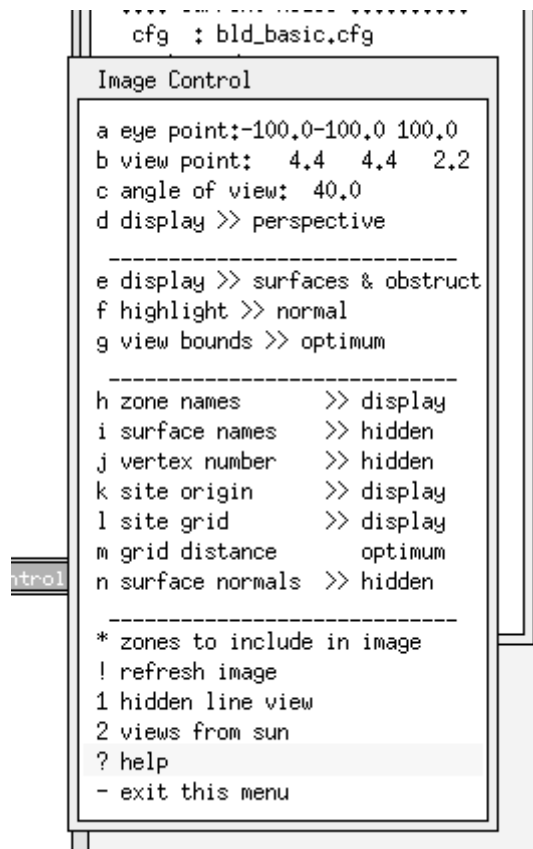


Figura 17.6. Menu dei controlli wireframe in modalità X11.

La figura 17.2 è un esempio di un dialogo di testo (che chiede un nome di file). Il layout è simile a quello di tutte le finestre di dialogo X11 – c'è un prompt sopra e/o a sinistra del box di modifica. Sulla destra c'è un box “OK”, un box “?” e un box “default”. Cliccare sul “?” produce una finestra di dialogo *pop-up* (vedi figura 17.3). Se ci sono più di 20 righe di testo, vengono incluse delle frecce per supportare lo *scrolling* verso l'alto o verso il basso. La figura 17.4 mostra un dialogo richiedente un numero reale. Tali dialoghi includono un controllo dei limiti del valore e ti potrebbe quindi essere richiesto di specificare un numero. La figura 17.5 è l'equivalente X11 di un pulsante di tipo *radio* (può essere selezionato solo un elemento). La figura 17.6 mostra il controllo X11 di una vista wireframe e la figura 17.9 è per l'interfaccia GTK. In questo caso è stato usato un menu di dialogo per approssimare un pro-forma.

Gli elenchi di selezione sono elenchi dove si può selezionare più di una entità. Per esempio la figura 17.7 mostra una lista di superfici in una zona che è stata selezionata e gli elementi selezionati hanno un “*” nella colonna destra. C'è un'opzione “* All items” che selezionerà l'intero elenco. Se a quel punto vorrai rimuovere un elemento dalla selezione, selezionalo e sarà rimosso.

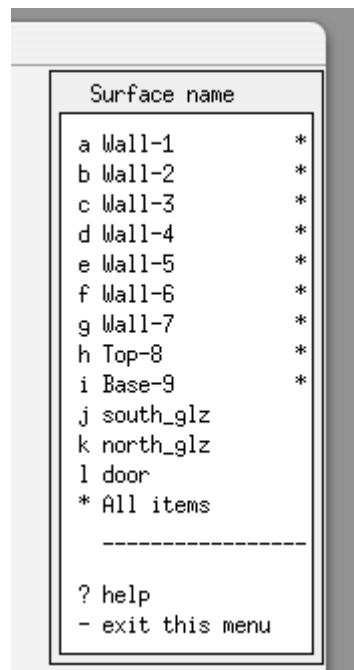


Figura 17.7. Elenco per la selezione delle entità in modalità X11.

17.3 Modalità grafica GTK+

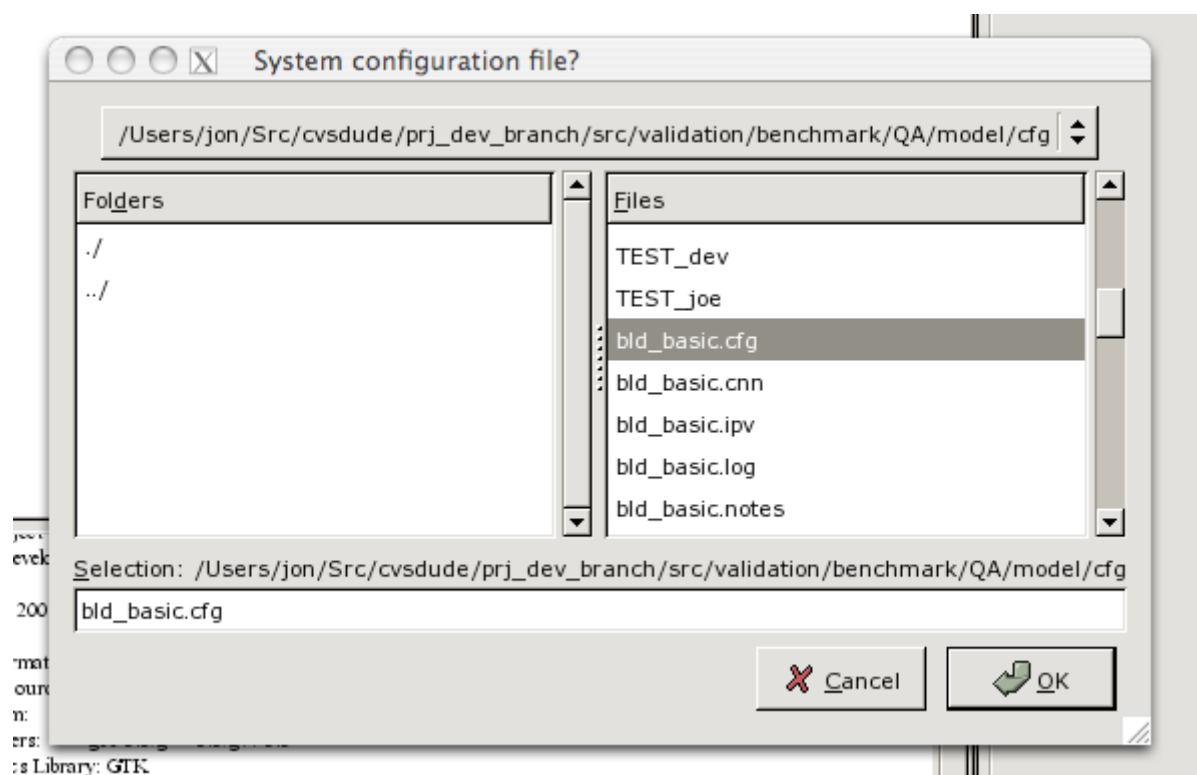


Figura 17.8. Dialogo per l'esplorazione dei file in modalità GTK.

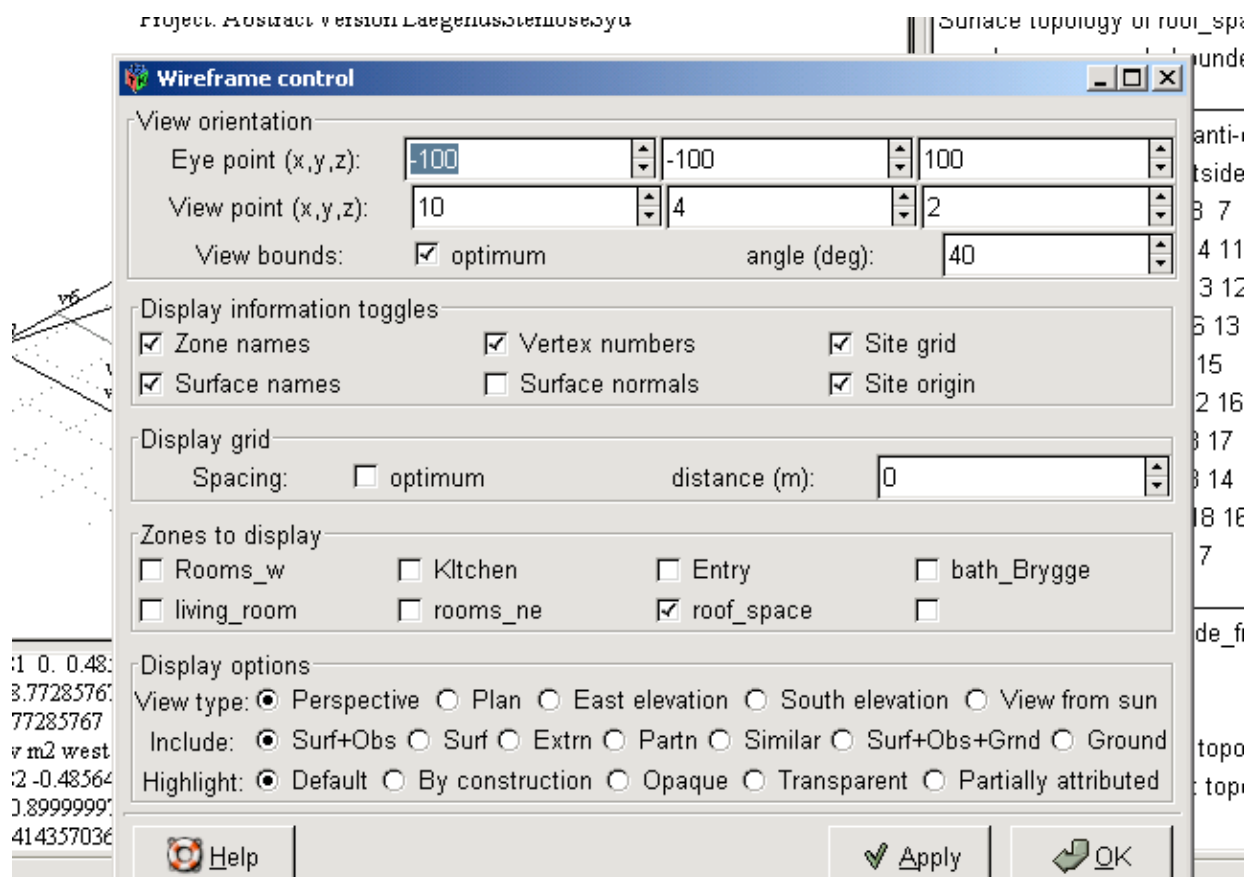


Figure 17.9. Dialogo di controllo per la vista wireframe in modalità GTK.

Questo stile di interazione è più al passo con quello che la comunità degli utenti si aspetta. Il port è ancora incompleto, ma molti utenti ritengono di poterne aggirare le limitazioni. Il piano attuale è quello di continuarne lo sviluppo finché è stata ottenuta tutta la funzionalità propria della modalità X11.

La comunità di sviluppo a quel punto esaminerà come il layout di potrà evolvere per avvantaggiarsi della funzionalità dell'API (NdT, *Application Programming Interface*) GTK.

Le figure seguenti sono l'equivalente per la modalità GTK della finestra di specifica dei file, per il messaggio pop-up di aiuto, per il dialogo sui numeri reali e per il dialogo con pulsanti "radio". Essenzialmente, ci vogliono meno righe di codice per implementare un dialogo in ambiente GTK di quante ce ne vogliano nell'ambiente X11 base.

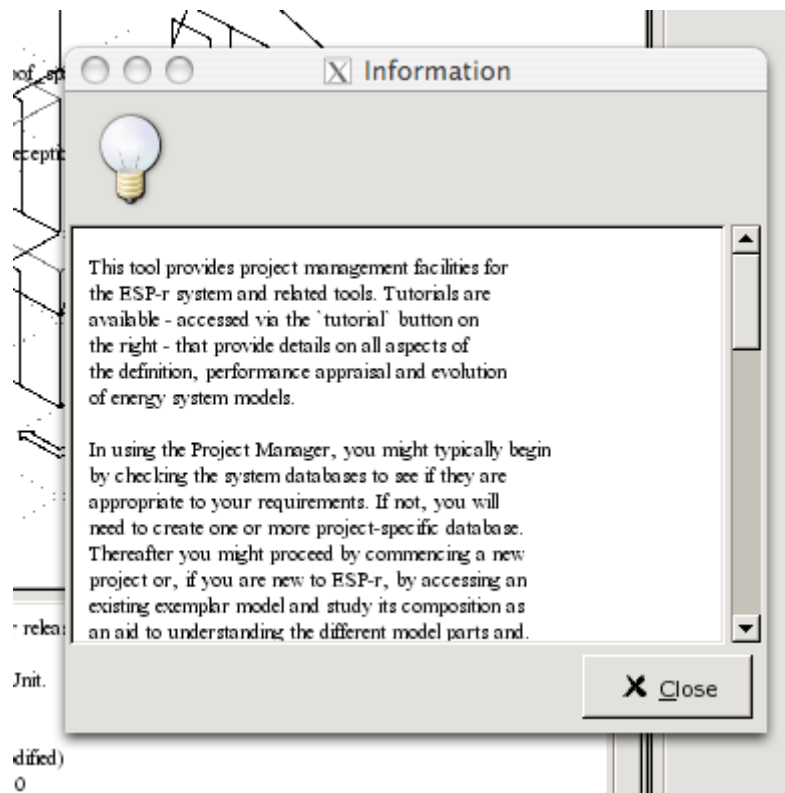


Figura 17.10. *Popup* di aiuto in ambiente GTK.

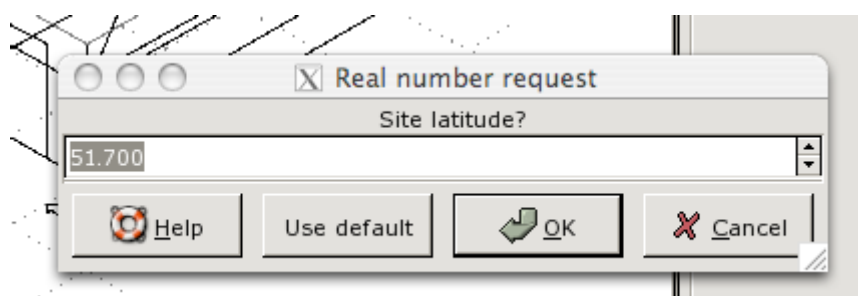


Figura 17.11. Dialogo sui numeri reali in ambiente GTK.

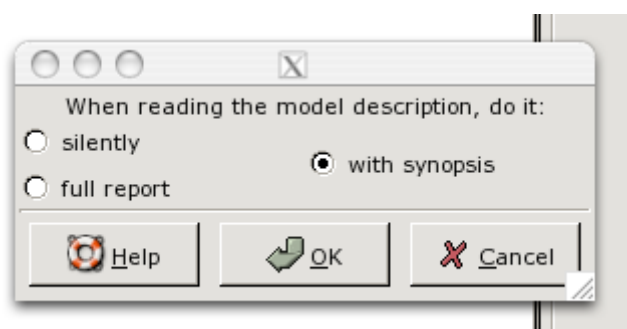


Figura 17.12. Dialogo con bottoni di tipo *radio* in ambiente GTK.

Le finestre di dialogo in ESP-r normalmente usano la lingua inglese, ma GTK supporta testo dipendente da settaggi locali in alcune finestre di dialogo. Una volta che il codice X11 sarà

superato, dovrebbe essere possibile una revisione della struttura del codice stesso per supportare linguaggi multipli, se si troveranno risorse.

<< area di testo da espandere >>

La tabella seguente fornisce un sunto delle differenze ed è tratta da un esempio specifico nel quale potresti trovare delle differenze.

Questo capitolo è un *work in progress*. Deve esservi aggiunto del testo.

18 Capacità

Questo capitolo esamina le capacità di ESP-r nel rappresentare la fisica virtuale degli edifici e dei sistemi così come quello che può essere misurato e riportato. Alcune informazioni sono simili a quelle riportate nella pubblicazione *Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs*, di Crawley, Hand, Kummert and Griffith, luglio 2005.

In quella pubblicazione, il sunto di ESP-r è:

“ESP-r è un ambiente di simulazione multi-dominio (termoedilizio, relativo ai flussi d'aria interzonali, relativo ai sistemi di riscaldamento e di raffrescamento e relativo al flusso di energia elettrica) in situazione di sviluppo da più di 25 anni. Esso segue un pattern del tipo “la simulazione segue la descrizione”, dove sono invocati solutori relativi a domini tecnici addizionali man mano che la descrizione dell'edificio e dei sistemi edilizi si evolve. Gli utenti hanno opzioni per aumentare il controllo geometrico e ambientale e la complessità operativa dei modelli in base ai requisiti dei progetti specifici. ESP-r supporta un bilancio energetico esplicito in ciascuna zona termica e in ciascuna superficie e usa la trasmissione di messaggi tra i solutori per supportare interazioni tra domini. Esso funziona in combinazione con strumenti di terze parti come *Radiance* per supportare analisi di più alta risoluzione e interagisce con strumenti per la valutazione della domanda e dell'offerta energetica.

ESP-r è distribuito come una suite di strumenti. Un *project manager* controlla lo sviluppo dei modelli e richiede servizi di calcolo ad altri moduli nella suite e a strumenti di terze parti. I moduli di supporto includono: visualizzazione e analisi, un motore di simulazione integrante in complesso dei possibili domini, analisi degli impatti ambientali, definizione in 2D e 3D delle griglia di conduzione, calcoli sulla schermatura/insolazione (*shading/insolation*, NdT) calcolo dei fattori di luce diurna, definizione di dati impiegando passi temporali brevi, analisi delle micotossine, conversione di modelli (per esempio, tra programmi CAD ed ESP-r) e una interfaccia per la simulazione visiva con la suite Radiance.

ESP-r è distribuito sotto una licenza GPL attraverso un sito web che include anche una lista di pubblicazioni estensiva, modelli di esempio, codice sorgente cross-referenziato, *Cookbook* e risorse per sviluppatori. Esso gira su quasi tutte le piattaforme hardware e sotto la maggior parte dei sistemi operativi.

Benché ESP-r abbia una forte eredità nel campo della ricerca (per esempio, esso supporta analisi simultanee nei domini relativi al corpo edilizio, alle reti di flusso di massa e CFD), è usato come uno strumento di consulenza da architetti, ingegneri e studi professionali multidisciplinari e ha un motore per la combinazione con altri strumenti di simulazione.

18.1 Caratteristiche generali di modellazione

Questa sezione fornisce una panoramica sull'approccio di ESP-r per la soluzione degli edifici e dei sistemi descritti nei modelli dell'utente, sulla frequenza della soluzione, sugli elementi geometrici di cui le zone possono essere composte e sugli scambi supportati con altri strumenti CAD e di simulazione.

- ESP-r impiega un approccio partizionato ai problemi. La soluzione simultanea relativa ai carichi termici, alle reti di flusso d'aria, al dominio CFD, all'uso di elettricità e ai sistemi di componenti impiantistici avviene attraverso solutori dedicati di dominio. Le interazioni tra domini sono gestite con trasmissione di messaggi tra i solutori ad ogni passo temporale.

- La soluzione del sistema edificio è basata sul partizionamento matriciale (*matrix partitioning*, NdT) e l'eliminazione gaussiana. Il partizionamento è effettuato per zone termiche e l'accoppiamento di zone è gestito dal passaggio di messaggi ad ogni passo temporale. Questo approccio conserva memoria nel caso di modelli grandi, ma richiede risorse per il passaggio dei messaggi.

- Le entità in ESP-r sono rappresentate come nodi nel bilancio termico e nel volume di controllo (volumi finiti) (*control-volume heat-balance nodes (finite volumes)*, NdT). Tali nodi sono distribuiti per tutta la materia del corpo edilizio e nei volumi d'aria e nei sistemi di componenti impiantistici. In ciascun volume d'aria delle zone è mantenuto un bilancio energetico esplicito, di ciascuna faccia di ciascuna superficie e di ciascun volume finito usato nei componenti del sistema impiantistico.

- I componenti dei sistemi impiantistici supportano la temperatura, due componenti supportano il flusso (umidità, aria e valore), l'immissione o l'estrazione di calore e caratteristiche elettriche ad ogni nodo di componente.

- Le soluzioni di tipo elettrico supportano miscele di corrente continua, così come elettricità trifase con potenza attiva e reattiva (*three phase power with real and reactive power*, NdT). La rete elettrica può collegarsi ai guadagni gratuiti in zone e superfici che includano caratteristiche elettriche, così come componenti di sistema impiantistici.

- La soluzione relativa ai flussi funziona con aria miscelata e reti di nodi di flusso d'aria (in corrispondenza delle zone, dei componenti di sistema impiantistico e delle posizioni al contorno) così come una serie di componenti di flusso. La logica di controllo può essere applicata a componenti di flusso per approssimare interventi meccanici o dell'utente. Il solutore è altamente ottimizzato e può risolvere reti di centinaia di nodi con minimo carico di calcolo. Esso tipicamente gira alla stessa frequenza del solutore di zona con l'opzione di iterare (utile per modelli con grandi aperture).

- Interazione supportata nei sistemi di componenti e nei domini di soluzione delle reti di flusso. Il solutore di zona può essere regolato da completamente implicito a completamente esplicito, ma ha un default nella formula di Crank-Nicolson. La conduzione ha un default in una dimensione (1D) e i modelli possono includere la conduzione in 2D e 3D (se sono forniti dati aggiuntivi).

- Le interazioni di dominio supportate, per esempio la soluzione del flusso di massa, alimenta il componente di sistema e la soluzione della zona a ciascun passo temporale.
- Le zone possono essere analizzate con una miscela di controlli ambientali, ad inclusione della situazione di libera fluttuazione e dei controlli sottodimensionati dall'utente e può supportare guadagni radianti e immissione di calore negli strati di una soluzione di costruzione.
- La frequenza di simulazione va da un minuto a una ora per zona e dominio di flusso d'aria. Il controllore dei flussi d'aria supporta il ritorno all'inizio della giornata per esplorare regimi di avviamento ottimali.
- La geometria delle zone è basata su poligoni 3D di complessità arbitraria (includente la rappresentazione esplicita di masse interne). I dispositivi di schermatura sono forme di blocchi. Ci sono una serie di regole geometriche: a) le zone devono essere completamente confinate (collegate a qualcosa e con collegamento attribuito anche al contorno, NdT), b) le superfici devono essere piane, c) l'ordinamento delle facce definisce la faccia esterna delle superfici, d) gli spigoli non collegati vengono riconosciuti, e) le masse interne richiedono superfici *back-to-back* (retro contro retro, NdT), f) delle zone possono essere inserite in altre zone.
Tutte le superfici delle zone prendono parte al bilancio energetico delle zone.
- Le vetrazioni sono superfici con proprietà ottiche attribuite che supportano la trasmissione solare e l'assorbimento in corrispondenza di ciascuno strato in aggiunta allo scambio convettivo, conduttivo e radiativo delle superfici opache. Le proprietà ottiche possono essere soggette a una azione di controllo. I telai dei serramenti possono essere rappresentati esplicitamente o adattando le proprietà delle superfici rappresentanti il vetro.
- Le superfici possono essere attribuite con materiali a cambiamento di fase, con conduttività, caratteristiche elettriche (per esempio, il fotovoltaico integrato), assorbimento dell'umidità ed emissioni di sostanze contaminanti dipendenti della temperatura.
- Una funzione per l'importazione dei file DXF (versione 12) che funziona con gli standard relativi alla denominazione dei layer e all'uso delle entità 3D.
- Funzioni per l'esportazione di file DXF (versione 12), EnergyPlus (relativi a geometria, costruzione, guadagni gratuiti), mondi VRML, modelli di simulazione visiva per Radiance.
- A un modello possono essere associate misurazioni di dati (con frequenza da un minuto a una ora) di temperatura, climatici, relativi ai guadagni gratuiti.
- Possono essere definiti sistemi di controllo ideali (in aggiunta a descrizioni di sistemi basati su componenti impiantistici).

18.2 Fabbisogni termici delle zone

Questa sezione fornisce una panoramica del supporto di ESP-r per la soluzione dello stato termofisico dei vani: il bilancio termico che sta dietro ai calcoli, il come la conduzione e la convezione nelle stanze è risolta e come è analizzato il comfort termico.

- Un bilancio termico esplicito è mantenuto in corrispondenza di ciascun volume d'aria di zona e di ciascuna faccia di ciascuna superficie. Il trattamento di default è quello di usare tre elementi finiti di volume per ciascun layer di ciascuna soluzione di costruzione. Tipicamente, i gli oggetti materici più spessi di circa 200 mm sono suddivisi in strati molteplici per aumentare l'efficienza della soluzione e per fornire punti aggiuntivi di registrazione delle temperature.

- La dimensione minima di una zona è di 1 cm^3 . Stanze di dimensioni più grandi di circa 100 m probabilmente dovrebbero essere suddivise. Le superfici minime delle dimensioni sono di 1 mm e non c'è nessuna dimensione massima specifica. Le superfici possono includere fino a 24 lati, ma superfici complesse, o superfici di grandi dimensioni potrebbero essere non ben rappresentate dalla conduzione monodimensionale. La superficie minima di uno strato di costruzione è di 0,2 mm, benché quando dei layer sottili e dei layer spessi sono adiacenti si dovrebbe fare attenzione.

- In ESP-r sono supportate vari tipi di condizioni: a) esterna, b) l'altra faccia ha una temperatura e condizioni di irraggiamento simili, c) l'altra faccia ha condizioni di temperatura e irraggiamento fissi, d) l'altra faccia è una superficie in questa o in un'altra zona, e) temperature del terreno standard o mensili definite dall'utente o da un modello 3D del suolo, f) adiabatica (nessun flusso), g) l'altra faccia è parte di una descrizione di fondazione effettuata con *BASESIMP* (un programma di simulazione basato su studi statistici ricavati da serie di simulazioni pre-effettuate e dedicato allo studio dei basamenti degli edifici, NdT), h) partizione di tipo CEN 13791.

- Gli spazi d'aria tipicamente sono trattati come strati di resistenza variabile, sensibili all'orientamento delle superfici. Le vetrazioni facenti uso di gas isolanti o dotate di rivestimenti devono essere approssimate alterando la resistenza delle intercapedini d'aria. Le cavità d'aria possono essere rappresentate esplicitamente come zone termiche e opzionalmente possono essere incluse in reti di flusso d'aria (tali trattamenti espliciti non scalano bene, ma supportano trattamenti dell'irraggiamento e della convezione tra cavità d'aria).

- Ci sono circa 20 regimi di convezione interni e 25 correlazioni esterne relativi alla convezione, in aggiunta ai coefficienti di trasmissione termica definiti dagli utenti. Le condizioni in corrispondenza delle facce interne ed esterne sono valutate a ciascun passo temporale. Alcuni regimi esterni sono sensibili l'angolo di incidenza del vento e al fatto che la superficie si trovi sulla faccia controvento o sottovento. I coefficienti di trasferimento del calore derivati da soluzioni CFD possono essere applicati al passo temporale successivo.

- La massa interna può essere rappresentata esplicitamente e queste superfici prendono parte al bilancio energetico completo, così come ai pattern di insolazione e agli scambi radiativi a onda lunga.

- I fattori di vista relativi all'irraggiamento possono essere calcolati per zone di complessità e morfologia arbitraria, ad inclusione delle masse interne.

- Sono riportati sia il livello di comfort calcolato con il modello di Fanger e la temperatura media radiante (MRT) e la temperatura risultante. Se sono definiti corpi sensori, anche la asimmetria radiante è riportata.

18.3 Involucro edilizio e illuminazione naturale

Questa sezione è una panoramica del trattamento della radiazione solare fuori da un edificio e sulla sua distribuzione nelle e tra le zone. Anche la condizione delle superfici esterne è discussa.

- Il trattamento di default è quello di assumere che in una stanza non ci sia ombreggiamento e che la radiazione solare sia diffusa nelle stanze in modo diffuso. Se ci sono sorgenti esterne di ombreggiamento, queste sono rappresentate come blocchi opachi non riflettenti. I calcoli relativi all'ombreggiamento (diretto e diffuso) sono fatti per ciascuna ora di un giorno tipico per ciascun mese. La radiazione diffusa può essere basata su condizioni del vento isotropiche o anisotropiche.

- Anche la distribuzione dell'insolazione (inclusente la radiazione che cade sulle superfici delle masse interne) può anche essere prevista per ciascuna ora di un giorno tipico per ciascun mese.

- La radiazione solare diretta è seguita fino al primo assorbimento e poi è distribuita in modo diffuso. La radiazione solare che passa a zone adiacenti è trattata come una sorgente diffusa. La radiazione solare che passa per uscire attraverso una facciata è presa in considerazione.

- Tipicamente sono usati – e possono essere importati da Window 5.1 o 5.2 i dati ottici sulla trasmissione e sull'assorbimento a cinque angoli di incidenza. I dati da WIS richiedono modifiche aggiuntive. Le proprietà ottiche bidirezionali e il loro controllo sono supportati per coloro dotati di dati sperimentali.

- L'adattamento stagionale dei dispositivi di schermatura richiede modelli separati, ciascuno facente riferimento a una descrizione di ostruzione per quella stagione. Le proprietà ottiche possono essere selezionate basandosi su una serie di criteri (è richiesto che il numero dei layer sia costante). C'è una funzione per sostituire una soluzione di costruzione alternativa e proprietà ottiche alternative. I requisiti per un numero di strati costanti pone una sfida per la rappresentazione di tende e schermature mobili.

- Il controllo dell'illuminazione naturale può essere basato sul metodo *split-flux*, su fattori di luci diurna definiti dall'utente o dall'uso, seguendo i passi temporali, della suite di simulazione Radiance per calcolare i lux con un sensore.

In ciascuna zona termica possono essere trattati circuiti molteplici.

- Alcuni utenti scelgono di rappresentare esplicitamente le schermature opache come set di superfici. Nel caso delle lamelle tra vetri, questo spesso lo si ottiene trattando le lamelle come un layer nella soluzione di costruzione con caratteristiche ottiche tali da approssimare la trasmissione tra le lamelle e le loro aperture. Se le proprietà ottiche di questo strato sono deselezionate, allora le caratteristiche di assorbimento dello strato schermante cambiano (così come lo stato termico della costruzione).

- La conduzione tipicamente è rappresentata in una dimensione, ma può essere portata a 2D o 3D (i dati di input si accrescono considerevolmente).

18.4 Ventilazione per infiltrazione e flussi multizonali

Questa sezione fornisce una panoramica su come funzionano i movimenti d'aria, sia dall'esterno, sia tra le stanze, o in combinazione con sistemi di controllo ambientale.

- L'approccio semplice per il trattamento dell'aria in ESP-r è quello di creare delle programmi orari di infiltrazione (movimenti d'aria dall'esterno, naturali o forzati) e ventilazione (movimenti d'aria tra zone). Il controllo può essere applicato a queste programmi orari di flusso basandosi su una serie di criteri; per esempio, sul fatto che aumenti l'infiltrazione a 2 ach (*air changes per hour*, ricambi d'aria all'ora, NdT) se la stanza supera 24 °C.

- L'approccio intermedio è quello di creare una rete di nodi di flusso e di componenti impiantistici e risolvere la distribuzione delle perdite (*leakage*, NdT) a ogni passo temporale basandosi sulle forze correnti al contorno, così come sulla distribuzione delle forze per convezione termica e da vento all'interno. La maggiore parte della rappresentazione dei componenti sottostanti è derivata dalla letteratura. In comune con molti altri approcci alla soluzione dei flussi di massa, ci sono alcuni buchi nella fornitura di tipi di componenti.

- Possono essere applicati controlli ai componenti impiantistici per il flusso di massa per approssimare l'azione degli utenti o il controllo meccanico. Combinazioni di controlli in sequenza o in parallelo sono usati per creare regimi complessi.

- L'approccio dalla risoluzione più alta è quello di definire un dominio CFD con in una zona del modello (opzionalmente, in combinazione con una rete di flusso). Il dominio CFD è in un sistema di coordinate rettangolari con bloccaggi opzionali. La soluzione tipicamente è di tipo transiente in 2D o in 3D “transient” 2D or 3D). Ci sono una serie di funzioni di parete e di equazioni disponibili.

- La soluzione CFD supporta conflazione a una via o a due vie (*one way and two way conflation*, NdT). Quest'ultima ricava le sue condizioni al contorno dalla soluzione della zona e restituisce i coefficienti di trasmissione termica. C'è un controllore adattivo che riforma il dominio CFD ad ogni passo temporale, basandosi su cambiamenti nelle condizioni al contorno e sui pattern di flusso previsti da una analisi CFD effettuata con un lancio iniziale.

- La soluzione CFD può anche usare condizioni al contorno da una rete di flusso di massa associata. Questo consente di analizzare le pressioni del vento e il flusso con altre zone ad ogni passo temporale. Per far svolgere negoziazioni tra il solutore del flusso di massa e quello del dominio CFD si usano iterazioni.

- La soluzione CFD può includere celle che sono sorgenti di calore e agenti contaminanti. Queste ultime possono essere associate con programmi orari relativi ai guadagni gratuiti, così che tali guadagni abbiano un aspetto temporale.

- I volumi d'aria di zona sono assunti essere ben miscelati a una temperatura. La stratificazione richiede l'uso del dominio CFD o la suddivisione di spazi fisici in molteplici zone termiche con una rete di flussi di massa usato per analizzare lo scambio d'aria.

- Una rete di flussi di massa può includere elementi associati con la ventilazione naturale e flussi causati da convezione termica o da componenti in un sistema meccanico. In questo modo

è possibile creare un collettore solare ad aria da una raccolta di zone esplicite e da una rete di flussi (come alternativa all'approccio basato su componenti).

- Per modelli di alta risoluzione, c'è un post.processor che determina se specie specifiche di micotossine cresceranno sulla superficie del modello.
- Elementi architettonici come i muri di Trombe-Michelle e le facciate a doppio involucro sono usualmente composti da una rete di flussi di massa per supportare l'analisi dei flussi d'aria.
- ESP-r include un database di coefficienti di pressione del vento (a intervalli di 22.5°) che possono essere associati con i nodi di pressione al contorno in una rete di flusso. Alcuni utenti popolano questo database con dati da gallerie del vento o da analisi CFD.

18.5 Sistemi da fonti di energia rinnovabili e sistemi elettrici

Questa sezione è una panoramica di opzioni per rappresentare sistemi da f.e.r. (fonti di energia rinnovabile) come componenti in un modello ESP-r o attraverso strumenti da terze parti. L'inclusione di una rete elettrica in un modello consente di affrontare una serie di questioni connesse alle tecnologie da f.e.r.

- Alcuni sistemi di componenti rappresentano componenti di sistemi da f.e.r. come generatori, cellule combustibili e batterie. Questi possono essere testati indipendentemente dalla rete elettrica generale o collegati ad essa. Possono essere descritte miscele di 1/2/3 fasi a corrente alternata e continua (1/2/3 *phase AC*, NdT).
- Il solutore elettrico lavora con lo stesso passo temporale dei componenti del sistema e produce flussi di potenza reali o reattivi (*real and reactive power flows*, NdT), dispersioni di potenza, grandezze e fasi di corrente, grandezza e fase del voltaggio, carichi di fase (*phase loadings*, NdT).
- I dati di ESP-r possono essere esportati per l'uso con strumenti per il raffronto (*matching*, NdT) della domanda e dell'offerta, come MERIT (anch'esso disponibile presso l'ESRU).

18.6 Controlli ambientali ideali

Questa sezione è una panoramica dell'approccio di ESP-r's ai controlli ideali di zona (dal punto di vista di un ingegnere dei controlli).

- Per ciascuna questione relativa alle fasi iniziali della progettazione, gli utenti di ESP-r tendono ad usare controlli ideali per rappresentare controlli ambientali come cicli di sensori ed attuatori con una serie di leggi di controllo.
- I controlli ideali di zona possono essere combinati con controlli di componenti per il flusso di massa per aumentare la risoluzione dei modelli. I componenti di flusso di massa possono essere usati per rappresentare alcuni aspetti della canalizzazione nei sistemi meccanici (ESP-r non è stato progettato per essere usato come uno strumento per la progettazione dei condotti).

- I sensori in ESP-r possono essere posizionati in una serie di posizioni nell'edificio (il volume delle zone d'aria in corrispondenza o all'interno di una superficie, in corrispondenza di un nodo del flusso o fuori dall'edificio per l'uso con variabili climatiche). Gli attuatori in ESP-r possono essere posizionati in corrispondenza dei nodi d'aria, in corrispondenza o all'interno di una superficie, in corrispondenza di un componente di flusso etc.

I cicli di controllo delle zone includono una programma orario di leggi di controllo applicate come da requisiti per approssimare molti regimi di controlli ambientali. I controlli di zona includono:

- controlli di zona ideali di base con *setpoint* (temperature di soglia) per il riscaldamento e il raffrescamento massimi e minimi e per l'immissione di umidità;
- controllo determinante l'evoluzione libera (*free floating*);
- immissione/estrazione fissa con immissione di calore, estrazione di calore per il raffrescamento, *setpoint* (livelli di soglia) per riscaldamento e *setpoint* per il raffrescamento;
- controllo proporzionale di base con immissione di calore massima e minima, estrazione di calore per il raffrescamento massima e minima, *setpoint* per il riscaldamento e *setpoint* per il raffrescamento. C'è una fascia di escursione tra massimo e minimo (*ZZZ, throttling range, NdT*) e un tempo d'azione integrale opzionale (*optional integral action time, NdT*) e/o tempo d'azione derivato;
- controllore multi-livello con isteresi. Ci sono tre livelli di riscaldamento e tre livelli di raffrescamento. Ci sono tre *setpoint* per disattivare il riscaldamento e tre per disattivare il raffrescamento, così come una banda di quiete relativa al riscaldamento, al raffrescamento e ai *setpoint* per il riscaldamento e per il raffrescamento;
- controllore a fornitura variabile (*variable supply controller, NdT*) con o senza raffrescamento disponibile. Include una temperatura massima di immissione, un tasso di flusso d'aria e *setpoint* per il riscaldamento e il raffrescamento;
- un controllore separato di tipo ON/OFF (acceso/spento) che include potenza di riscaldamento e raffrescamento, riscaldamento "on" sotto il *setpoint*, riscaldamento "off" sopra il *setpoint*, raffrescamento "on" sopra il *setpoint* e raffrescamento "off" sotto il *setpoint*;
- controllo in grado di far corrispondere perfettamente la temperatura ad un'altra (*ideal match temperature controller, NdT*) al quale è dato una potenza massima e minima e un elenco di sensori e la loro pesatura, così come fattori di scalatura. Un uso tipico è quello di controllare una zona al contorno per tenerla a una temperatura misurata o per corrispondere alla temperatura in un'altra zona. C'è anche un controllore di tipo ON/OFF che può essere usato per corrispondere a delle misurazioni o alla temperatura di altre zone;
- controllo per il proporzionamento del tempo includente una potenza per il riscaldamento e il raffrescamento, *setpoint* "on" e "off" per il riscaldamento, *setpoint* "on" e "off" per il raffrescamento, tempi minimi "on" e tempi minimi "off". Utile per attrezzature che hanno un basso tempo di ciclo.

- Logica di avviamento ottimale, con potenza per il riscaldamento, *setpoint* desiderato, tempo di arrivo desiderato, differenza di tempo minima con tempo di avviamento opzionale. C'è anche un controllore per lo spegnimento ottimale.
- Il controllo di potenza di tipo comandato (*slave capacity controller*, NdT) punta a un sensore comune e forza l'attuatore della zona ad operare come l'attuatore dominante (*master*, NdT), ma con una potenza di riscaldamento e raffrescamento definiti dall'utente.
- Un controllore approssimante un sistema a portata d'aria variabile (*VAV approximation controller*, NdT) che include potenza di ri-riscaldamento, temperatura di fornitura, *setpoint* della stanza, tasso di flusso massimo e minimo.

18.7 Sistemi basati su componenti impiantistici

Questa sezione è una panoramica dell'approccio di ESP-r basato su componenti impiantistici per descrivere i sistemi ambientali. C'è un certo numero di tipi di componenti (alcuni sono listati sotto) che possono essere legati assieme per formare una gamma di sistemi di controllo ambientale. Alcuni dispositivi sono rappresentati da vari componenti – per esempio c'è un radiatore a nodo singolo, così come un radiatore a otto nodi – così l'utente ha una scelta sulla risoluzione dei componenti.

Come nel caso dei controlli di zona, i sistemi di componenti impiantistici possono essere inclusi in cicli di controlli dei sistemi. Ci sono un certo numero di leggi di controllo disponibili, dipendentemente dal fatto che ciò che deve essere controllato sia il flusso senza trasporto di massa (*flux* – termico, elettrico, magnetico, luminoso, NdT) o il flusso con trasporto di massa.

- Umidificatore per l'aria condizionata a vapore o a nebulizzazione, moltiplicatore di flusso di acqua/vapore, convergente (*converger*, NdT) e divertitore del flusso di acqua/vapore;
- serpentina di raffrescamento per l'aria condizionata con controllo di flusso, serpentina di raffrescamento in controcorrente (*counterflow cooling coil*, NdT) con controllo del tasso di flusso della massa d'acqua, serpentina a flusso contrario alimentata da un sistema di riscaldamento centrale ad acqua (*WCH: Wet Central Heating*, NdT), serpentina di raffrescamento a due nodi con dettagli specifici relativi all'aletta (*fin*, NdT) e al condotto;
- serpentina di riscaldamento per l'aria condizionata con controllo di flusso, serpentina per il riscaldamento a flusso contrario con controllo del tasso di flusso di massa d'acqua (*water mass flow rate*, NdT), una serpentina per il riscaldamento a flusso contrario alimentata da un sistema di riscaldamento centrale ad acqua (WCH, NdT);
- scambiatore di calore piano, scambiatore di calore aria/aria, segmento di scambiatore di calore, condotto, dispositivo di apertura e chiusura di condotto (*duct damper*, NdT);
- torre di raffrescamento;
- ventilatore centrifugo ;

- boiler ad acqua per riscaldamento centralizzato: boiler non a condensazione (*non-condensing*, NdT), con controllo on/off, con controllo *aquastat* (un termostato per la temperatura dell'acqua), scaldatore (*calorifier*, NdT), boiler a modulazione (*modulating boiler*, NdT), boiler scaldatore dell'acqua di accumulo del tipo TRNSYS tipo 6 WCH;
- Radiatori ad acqua per riscaldamento centralizzato: di base (un nodo), radiatore con modello esponente (*exponent model radiator*, NdT), valvola termostatica del radiatore WCH (*thermo-static radiator valve*, NdT), termostato meccanico di un vano;
- condotti WCH: tubo, giunzione convergente a due vie (*converging 2-leg junction*, NdT), giunzione convergente a più vie, tubo di trasferimento termico, tubo di trasferimento termico con ritardo di trasporto, tubo isolato con ritardo di trasporto, valvola di controllo di flusso;
- refrigeratore WCH semplice (*WCH basic chiller*, dispositivo di raffreddamento facente uso dello stesso circuito di condotti impiegato per il riscaldamento, NdT) o pompa di calore, raffreddatore d'acqua, cilindro a gas compresso (*compressed gas cylinder*, NdT);
- scambiatore di calore WCH generico acqua/acqua, scambiatore di calore gas/liquido e reietto di calore acqua/aria;
- radiatore a pannello elettrico riempito d'olio;
- componenti di motore CHP (CHP: *Combined Heat and Power*, NdT): rappresentazioni a un nodo e a tre nodi.
- Applicazioni ad idrogeno (generatore generico alimentato da una sorgente di idrogeno).

18.8 Emissioni ambientali

Le emissioni associate con gli usi dell'energia negli edifici possono essere tracciati attraverso fattori di conversione forniti dall'utente per il riscaldamento, il raffrescamento e i carichi (*loads*, fabbisogni, NdT) relativi alle piccole attrezzature, così come i carichi termici che non sono attribuibili a una particolare zona.

C'è una funzione usata raramente che consente agli utenti di definire impatti ambientali associati con l'assemblaggio, il trasporto e lo smaltimento di componenti di costruzione.

18.9 Dati climatici

Questa sezione dà una panoramica di come ESP-r usa i dati climatici e di come gli utenti accedono e manipolano tali dati.

ESP-r conserva i seguenti dati sia in formato ASCII, sia in formato binario. I dati solari possono essere in due forme. Il formato di file normale supporta dati orari.

- Radiazione solare diffusa sul piano orizzontale (W/m^2)

- Temperatura esterna a bulbo secco (°C)
- Radiazione normale diretta o Radiazione Globale sul piano orizzontale (W/m²)
- Velocità del vento prevalente (m/s)
- Direzione del vento (in gradi dal nord, in senso orario)
- Umidità relativa (%)
- Descrizione del sito, differenza di latitudine e longitudine dal meridiano del tempo locale.

C'è un'utilità di conversione che è in grado di leggere i dati in formato EPW di *EnergyPlus* EPW ed estrae i campi di dati necessari. ESP-r lavora anche con dati climatici sub-orari attraverso un cosiddetto file “temporal”.

C'è una funzione che processa un set di dati climatici per determinare le settimane tipo in ciascuna stagione basandosi sui gradi giorno per il riscaldamento e il raffrescamento e sui livelli di radiazione. Esso riporta anche i fattori di scalatura iniziali che possono essere usati per la conversione da brevi periodi di analisi a dati prestazionali stagionali.

18.10 Rapporto sui risultati

Questa sezione è una panoramica di come si ha accesso ai dati relativi alle prestazioni degli edifici e dei sistemi in ESP-r. L'approccio standard differisce con quello di molte altre suite di simulazione perché sono creati uno o più database binari personalizzati, dipendentemente dal numero dei solutori di dominio usati in un particolare modello.

- Il solutore relativo alle zone scrive un numero di elementi in ciascun passo temporale relativo alle temperature dell'aria e delle superfici della zona, così come dei flussi associati con il bilancio energetico dell'aria e delle superfici di una zona.
- Il solutore dell'impianto di componenti scrive la temperatura e i flussi nella prima e nella seconda fase a ciascun nodo di ciascun componente.
- Il solutore dei flussi di massa registra la pressione e temperatura in corrispondenza di ciascun nodo, la differenza di pressione tra ciascuna connessione della rete, la pressione dovuta a convezione termica e i flussi di massa lungo ciascuna connessione.
- Il solutore della corrente elettrica scrive la potenza reale e reattiva, la perdita di potenza, la grandezza e la fase della corrente, la grandezza e la fase del voltaggio, il carico di fase per ciascun nodo nella rete elettrica.

ESP-r include un modulo “*results analysis*” che è in grado di leggere tali file binari dei risultati e di riportare i dati relativi a ciascuna delle variabili in vari formati, e di svolgere analisi statistiche.

- Grafici rappresentanti delle variabili in relazione al tempo, con opzione di più assi verticali o supporto per combinazioni di dati.
- Grafici rappresentanti una variabile in relazione ad un'altra variabile, per cercare tendenze e correlazioni tra tipi di dati.
- Statistiche con valore massimo e tempo in cui si verifica, valore minimo e tempo in cui si verifica, valore medio e deviazione standard.
- Statistiche con numero di ore sopra e sotto un valore specifico.
- Elenchi di passi temporali in più colonne con vari separatori, secondo quanto richiesto da applicazioni di terze parti..
- Distribuzioni (*frequency bins*, NdT) cumulative- in tavole e grafici.
- Bilanci energetici relativi alle zone e alle superfici, così come rapporti individuali su tutte le variabili contribuenti ai bilanci energetici.
- Fabbisogno energetico nel tempo, includente le ore d'uso.
- Comfort in termini di PMV, PPD, asimmetria radiante, temperatura risultante, temperatura media radiante.
- Guadagni e dispersioni mensili per un certo numero di variabili per ciascuna zona.

C'è una funzione che genera file XML basandosi su una descrizione di variabili da salvare durante una simulazione. La lista di elementi da catturare tipicamente è generata modificando un file di specifica separato.

C'è una funzione che consente agli utenti di includere una gamma di misure di prestazione per un modello, chiamato “Integrated Performance View” (IPV). Questa descrizione è usata dal modulo “results analysis” per generare un rapporto basandosi su informazioni contenute in uno o più file di simulazione.

18.11 Validazione

La verifica del software è stata una attività in corso per la comunità di sviluppo di ESP-r e prende varie forme: assicurare la qualità del codice in ESP-r, verificare che i calcoli sottostanti siano corretti e riconoscere differenze con le previsioni fornite da altri strumenti. ESP-r è stato implicato nei seguenti progetti:

- IEA Annex 1 (1977-1980). Comparazione tra 19 differenti strumenti
- IEA Annex 4 (1979-1982). Comparazione tra 9 programmi a partire da un edificio commerciale per uffici nell'arco di 4 anni.

- IEA Annex 10 (1984-1986). Comparazione tra programmi focalizzata sui sistemi HVAC (riscaldamento, raffrescamento e aria condizionata, NdT).
- o IEA Annex 21 (1988-1993). Comparazione circa le funzionalità dei programmi e analitica comunemente conosciuta come BESTEST.
- Progetto di validazione SERC (1988). Comparazione tra programmi intrapresa da varie Università e gruppi di ricerca nel Regno Unito con estensivi test di verifica.
- Studio di applicabilità effettuato dal “Energy Technology Support Unit” nel Regno Unito, durato sette anni e focalizzato sulle case solari passive.
- Progetto PASSYS della UE (1986-1993), che ha combinato attrezzature di verifica in esterni (in 14 località) con le previsioni da modelli.
- Studio di validazione empirica condotto da *British Research Establishment* ed *Electricité de France* di un edificio per uffici del BRE e di una casa del BRE.
- BESTEST, RADTEST, il sistema di rating BESTEST per gli edifici residenziali è stato sviluppati in vari periodi e da vari gruppi e si è focalizzato sui sistemi radianti per il riscaldamento (RADTEST) e sui sistemi per l'aria condizionata e i modelli di caldaia (HERS).
- Il CEN 13791 ha richiesto un certo numero di estensioni ad ESP-r per ospitare le inusuali relazioni fisiche assunte nello standard stesso.