

**Titolo della tesi:** Simulazioni numeriche dello strato limite atmosferico in area urbana

**Tipo di Laurea:** Laurea Triennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**Sessione di Laurea:** Marzo

**Anno accademico:** 2014/2015

**Nome Candidato:** Michele Lunati

**Matricola:** 1163817

**Relatore:** Prof. Giovanni Leuzzi

**Correlatore:** Prof. Paolo Monti

**SSD Relatore:** ICAR\01

L'obiettivo di questa tesi è lo studio dello strato limite urbano, con particolare riferimento alla verifica della legge parametrica del displacement height, tramite il modello numerico di micro-meteorologia urbana (ENIV-met).

L'elaborato è stato suddiviso in sette capitoli:

- Introduzione;
- Scale di rappresentazione, in cui si circoscrivono i domini di calcolo;
- Isola di calore urbana e sue relative definizioni;
- Alterazione del profilo del vento, in cui andiamo a definire le leggi parametriche utilizzate per il confronto con le simulazioni ottenute con il software ENVI-met;
- Il software di simulazione microclimatica ENVI-met utilizzato, con relative funzioni;
- Il caso di studio, risultati e conclusioni;
- Fonti bibliografiche.

Nell'analisi sono stati confrontati gli andamenti ottenuti con il software di simulazione microclimatica Envi-met, del profilo del vento in un'area urbana, con gli andamenti ottenuti dalla legge parametrica utilizzando il termine dell'altezza di spostamento (displacement height).

Il profilo del vento e la sua intensità variano per la presenza delle zone urbane che, a causa degli edifici, modificano la struttura dello strato limite atmosferico.

Le leggi parametriche descrivono l'andamento del vento, approssimandolo con una forma logaritmica, che assume forme diverse a seconda della zona considerata.

Nelle zone rurali l'intensità del vento  $u(z)$  viene definita da:

$$u(z) = u^*/k * \ln(z/z_0)$$

dove  $u^*$  è definita come velocità di attrito, ovvero la radice quadrata dello sforzo di Reynolds nel piano verticale,  $k$  è la costante di Von Karman,  $z$  è la quota mentre  $z_0$  è la rugosità aerodinamica del suolo.

Invece per le zone urbane l'intensità del vento  $u(z)$  è definita da:

$$u(z) = u^*/k * \ln((z-d)/z_0)$$

con la sola aggiunta del parametro  $d$ , ovvero l'altezza di spostamento, inserita per modellare l'altezza dei palazzi.

La velocità del vento cresce approssimativamente con il logaritmo della quota ma, in presenza di zone urbane, il profilo viene alterato con una traslazione verso l'alto.

Al di sopra della quota dei building, la velocità tende a ricongiungersi all'andamento originale.

Il tipo di analisi varia in funzione delle dimensioni del dominio di calcolo, possiamo considerare 4 scale di rappresentazione diverse: regionale, urbana, di quartiere e di singola strada.

Quella utilizzata nell'elaborato è la scala di quartiere. All'interno del dominio abbiamo analizzato varie sezioni e tra i building abbiamo evidenziato la presenza dei cosiddetti canyon urbani in cui il flusso d'aria e la turbolenza hanno un andamento diverso in funzione del fattore di forma (rapporto tra spaziatura e altezza dei building). In generale, la deviazione del campo di vento è causata da molteplici fattori, sia di carattere termico (non considerati in questo elaborato), sia di carattere meccanico.

L'area urbana può essere considerata come una zona con un incremento della rugosità aerodinamica, che porta alla formazione di diversi strati atmosferici: l'ML (Mixed Layer) l'ISL (Inertial Sub Layer), l'RSL (Roughness Sub Layer) e l'UCL (Urban Canopy Layer).

Le simulazioni sono state effettuate utilizzando una serie di dieci building con altezza e larghezza costante, pari a dieci metri. Nei casi di studio considerati, si è variata la spaziatura dei building, con intervalli di dieci, quindici e venti metri. Inoltre si è variata la lunghezza dei building, considerando i casi di cento e duecento metri.

Durante i confronti abbiamo analizzato le differenze tra i profili ricavati dalla legge parametrica del displacement height e quelli numerici ottenuti con il modello Envi-met. Le discrepanze maggiori si hanno all'interno della canopia urbana (UCL) e del sottostrato di rugosità (URL), data la presenza di due andamenti diversi, uno quasi lineare, ottenuto tramite le simulazioni numeriche e uno logaritmico, ottenuto con la legge parametrica. Si è evidenziato inoltre, l'andamento dell'errore e la sua variazione nelle diverse zone del dominio.

È stato calcolato un errore massimo tra le due curve di 0.6 m/s in corrispondenza del primo building sopravento, definito nell'elaborato come situazione limite. Infine si è rilevata una dipendenza dell'errore dalle dimensioni trasversali dei building, con un miglioramento dell'accuratezza per forti allungamenti trasversali.