CONSEIL NATIONAL DE LA RECHERCHE
Institut pour les technologies de la Construction
Site de San Giuliano Milanese

RAPPORT D'ESSAI

N° 5759/RP/14

du

31/10/2014

Requérant

Vetro Ventilato Srl
Via L. Longo, 105
47023 – Cesena – FC

Essai exécuté

Monitoring du confort thermo hygrométrique (indices PPD et PMV) avant et après installation dans les bureaux de poste de Scandicci (FI)

Référence Normative

UNI EN ISO 7730:2006

Candidat soumis à essai

Vetro Ventilato
(cf. description)

SEDE PRINCIPALE: San Giuliano Milanese (MI) - 20098 - Via Lombardia, 49 - Tel. 02 9806417 - Fax 02 98280088
SEDE DI BARI: Strada Crocifisso, 2/b - 70126 - Tel. 080 5481265 - Fax 080 5482533
SEDE DI L'AQUILA: P.le Collemaggio 1 - 67100 - Tel 0862 27777 - Fax 0862 28400
SEDE DI PADOVA: Corso Stati Uniti, 4 - 35127 - Tel. 049 8295701 - Fax 049 8295728
UNITÀ STACCATA DI MILANO: Via Bassini, 15 - 20133 - Tel. 02 23699544 - Fax 02 23699543
UNITÀ STACCATA DI ROMA: Area Ricerca CNR Via Salaria Km. 29,300 - 00016 Monterotondo Staz. - Tel. 06 90672860 - Fax 06 90672858
P. IVA 02118311006 - C.F. 80054330586

La technologie VetroVentilato propose un système d'aspiration de l'air en haut des bâtis de fenêtres installés.

L'installation de Scandicci a pour but d'améliorer le confort thermo hygrométrique de l'environnement de travail. La solution adoptée propose les concepts de VetroVentilato avec une personnalisation en fonction des besoins spécifiques des bureaux de la Poste Italienne.

La différence entre les systèmes existants et celui de VetroVentilato se situe dans le système de ventilation et dans le principe physique adopté pour le renouvellement de l'air. Le bureau présente une installation d'aération avec des embouchures d'aspiration positionnées à environ 30 à 50 cm au dessus du plancher d'extraction d'air frais. Le système VetroVentilato permet d'effectuer le renouvellement d'air à une hauteur supérieure (en haut du bâti) garantissant une meilleure efficacité d'extraction de l'air plus chaud. L'aspiration est positionnée dans le châssis en haut du bâti et aspire l'air entre le vitrage et le store micro perforé qui a aussi la capacité de filtrer la lumière directe du soleil.

A cet effet, un équipement de circulation d'air et un extracteur traditionnel ont été installés pour avoir, en plus de l'extraction de l'air chaud dans l'espace ventilé formé par l'abaissement du rideau motorisé selon les conditions de luminosité externe, également une intégration avec l'installation existante qui se révélait sous dimensionnée et inefficace.

Méthodologie d'analyse utilisée

Le Danois Ole Fanger a été le premier à mettre en évidence les répercussions potentielles que les conditions d'inconfort thermo hygrométriques pourraient causer sur le corps humain : dans les bâtiments résidentiels, elles peuvent, à la longue, entraîner des problèmes de l'appareil respiratoire ; par contre, dans les bureaux, elles peuvent aussi entraîner une baisse significative de la capacité d'attention et par conséquent de la productivité.

La définition du confort d'un milieu fait référence à la norme UNI EN ISO 7730. Le confort thermo hygrométrique est surtout influencé par l'activité physique et par l'habillement, au delà des quelques paramètres mesurables dans un milieu habité: température de l'air mesurée par un thermomètre, température radiante moyenne mesurée par un thermomètre sphérique, vitesse du courant d'air mesurée par un anémomètre et humidité relative de l'air mesurée par un hygromètre.

Ces paramètres une fois mesurés, on peut prévoir la sensation thermique d'une personne en calculant l'indice PMV (avis moyen prévisible). L'indice PPD (pourcentage prévu d'insatisfaits) fournit en revanche des informations sur le désagrément thermique, ou malaise thermique, en calculant le pourcentage de personnes qui percevraient une sensation d'inconfort dans un certain milieu. Le PMV est un indice variant de +3 à -3 selon l'échelle suivante :

+3 *très chaud*
+2 *chaud*
+1 *légèrement chaud*
0 *neutre*
-1 *légèrement froid*
-2 *froid*
-3 *très froid*

Résultats obtenus

Description de la campagne de mesures

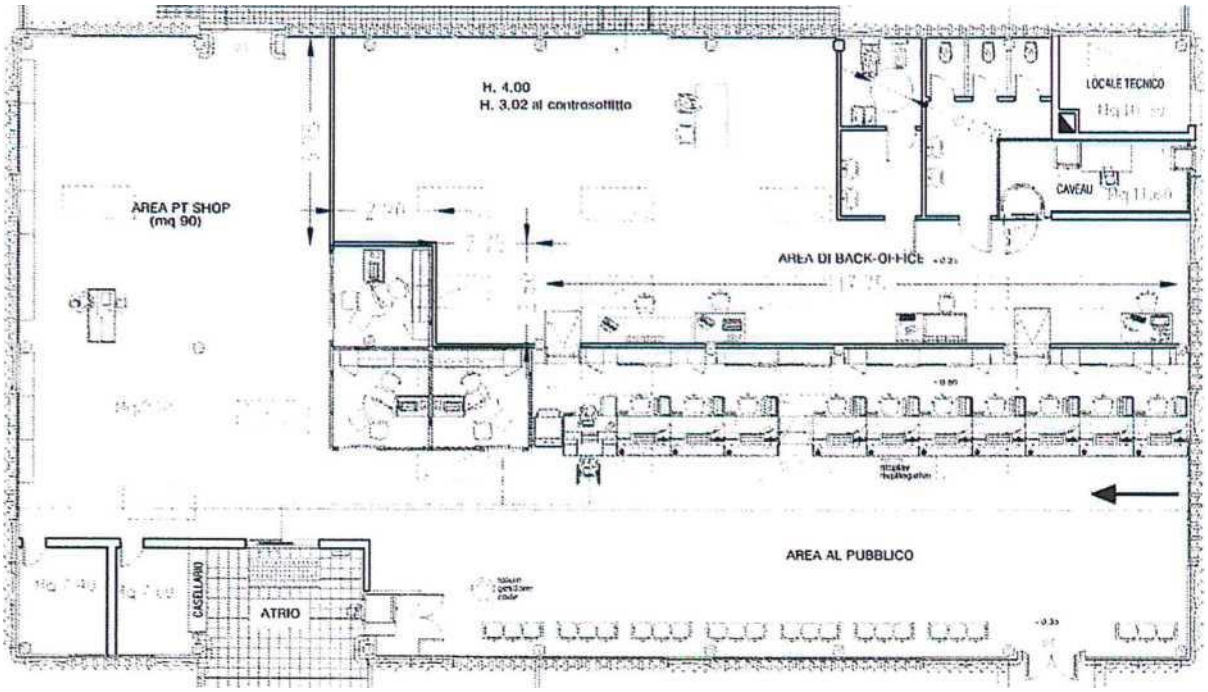
La présente campagne expérimentale a pour objectif de vérifier le fonctionnement correct de l'équipement de conditionnement d'air et le maintien conséquent des conditions de confort thermo hygrométriques pendant les horaires de travail du bureau de poste de Scandicci (Fi, Florence). Ces mesures sont nécessaires pour déterminer l'indice de confort, obtenu selon la morme UNI EN ISO 7730, suite à la réhabilitation des équipements effectuée par Vetro Ventilato srl

Dans ce but, une campagne expérimentale a été conduite précédemment à l'intervention de la société ci-dessus, visant à déterminer les conditions de bien-être ambiant de référence. En second lieu, un nouvel essai a été répété suite à l'intervention afin de vérifier le maintien de conditions de confort correctes.

Description du bâtiment

Le bâtiment est édifié sur un seul niveau divisé en deux parties: une surface ouverte au public et une surface de back-office. Les murs sont préfabriqués et équipés de bâtis de fenêtres sur les côtés exposés sud-ouest et nord-ouest. Le toit est plat et recouvert de matières imperméabilisantes de couleur grise. Des lucarnes sont présentes mais elles ne contribuent en fait pas à l'éclairage intérieur naturel car il y a un faux-plafond qui réduit la hauteur nette de 4m à environ 3m. Le système de conditionnement présent est « à tout air » avec des diffuseurs coniques au plafond. L'aspiration de reprise est en revanche en bas à environ 30-50 cm du plancher, en correspondance de deux colonnes murales. La période de conditionnement est active de 7h à 19h tous les jours du lundi au vendredi et le samedi seulement le matin. L'équipement est éteint le dimanche.

Plan des bureaux



Installation expérimentale

Capteurs

Le bureau postal a été équipé à cet effet d'un système de télésurveillance d'ambiance et d'acquisition de données afin :

- de déterminer les conditions internes du milieu d'essai,
- d'évaluer la réalisation des conditions de confort interne.

Le système est constitué d'enregistreurs de données TMF500, qui représentent l'unité centrale du système de télécommande, de télésurveillance et de saisie de données. Ils sont configurés pour la récolte de données, chacun d'entre eux permettant la connexion d'un nombre maximum de 24 capteurs de différents types.

Figure 1. *Datalogger* pour l'acquisition de données TMF500

Les paramètres suivants sont relevés :

- télésurveillance externe :
    - vitesse et direction du vent
    - température
    - humidité relative
    - rayonnement solaire sur l'étage de couverture

- télésurveillance interne :
    - température ambiante
    - température radiante
    - température opérationnelle
    - humidité relative
    - vitesse de l'air

La température interne a été relevée en utilisant des thermomètres à thermo résistance en platine Pt100. Il s'agit de capteurs qui mesurent la température à travers la mesure de la résistance d'un élément de platine : les sondes Pt100 ont une résistance de 100 Ohms à la température de 0°C. Le rapport entre la température et la résistance peut être considéré comme linéaire sur une plage de température relativement réduite: l'intervalle de ces sondes est de -40° / +60°C. Les thermomètres utilisés ont été certifiés par le fabricant : il s'agit de capteurs de classe A, qui garantissent une précision de +/- 0,15°C à 0°C.

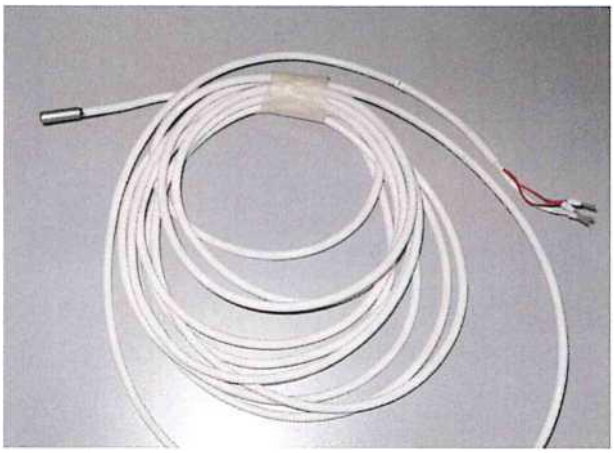


Figure 2. Capteur de température à thermo résistance Pt100

L'humidité relative est relevée par un transducteur capacitif, constitué d'un élément à film mince dont la capacité varie linéairement avec l'humidité relative de l'air: le signal renvoyé par le capteur est une tension entre 0 et 1 V.

Le capteur thermo hygrométrique a une plage de mesure entre -40°C et +60°C et une précision de +/- 0,15°C pour la mesure de la température, alors que pour l'humidité, la plage est de 0 à 100% RH, avec une précision de +/- 2%. Toutes ces données sont garanties par le fabricant.

Figure 3. Capteur combiné de température et d'humidité relative internes

Les capteurs ont été opportunément abrités des radiations solaires directes.

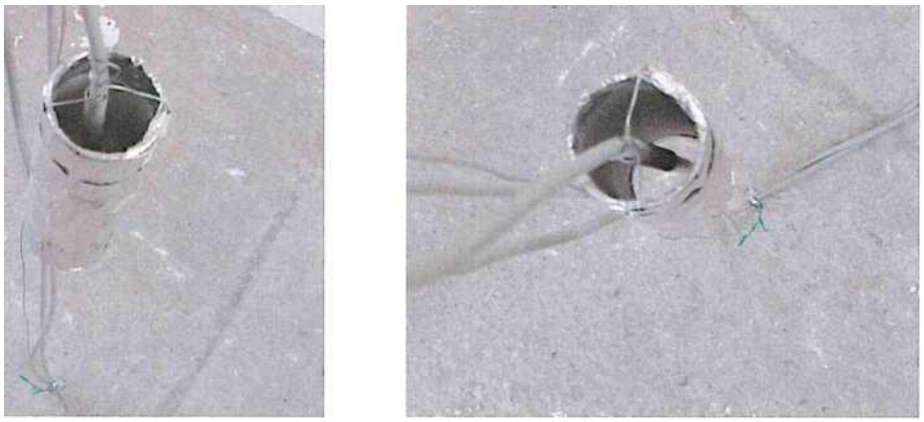


Figure 4. Systèmes d'écrans abritant les capteurs de température

Pour la mesure de la température radiante, on a utilisé des capteurs à thermomètre sphérique avec transducteur Pt100. Les caractéristiques de l'élément sensible sont les mêmes que celles de la sonde de température, plage de mesure entre -40°C et +60°C et précision de +/- 0,15°C. Le capteur est fixé à l'intérieur d'un écran sphérique en cuivre peint en noir opaque (diamètre de 15cm), la protection étant réalisée de façon à garantir en toutes circonstances le réchauffement de l'élément sensible.

Figure 5. Thermomètre sphérique pour la mesure de la température radiante

Pour la mesure de la vitesse et de la température des flux d'air à l'intérieur des locaux, on a utilisé des sondes omnidirectionnelles à fil chaud avec compensation de la température. La plage de mesure pour la vitesse est de 0 à 5 m/s, avec une sensibilité typique de 0,01 m/s et une précision de +/- 0,02 m/s dans l'intervalle entre 0 et 1 m/s et de +/- 0,1 m/s dans l'intervalle entre 1 et 5 m/s. La température est mesurée en revanche dans la plage de -20°C à +80°C, avec une précision de +/-0,3 °C.

Le fonctionnement du capteur prévoit l'emploi d'un fil chaud : la diminution de la température du fil permet de déterminer la vitesse du flux d'air qui caresse la sonde en la refroidissant.

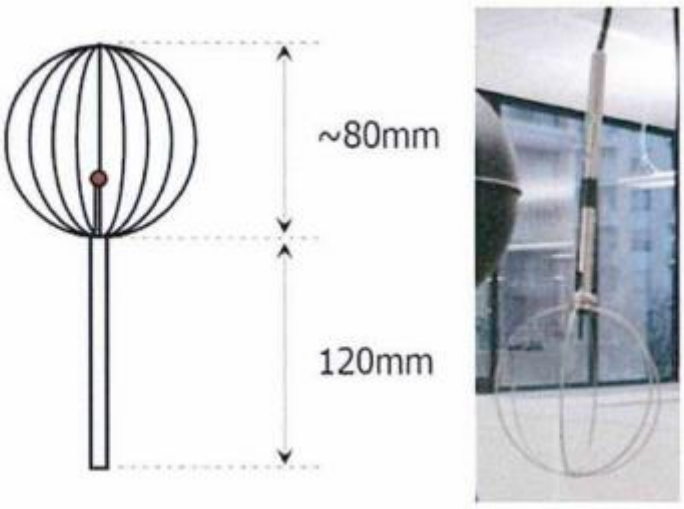


Figure 6. Anémomètre à fil chaud pour la mesure de la vitesse et de la température des flux d'air

Pour la télésurveillance des conditions climatiques, il est fait appel à une station météo. Il s'agit d'un système analogue à celui présent dans le bureau, constitué d'un datalogger TMF500 et des capteurs suivants :

- capteur de température et d'humidité relative externes
- capteur de rayonnement solaire global
- anémomètre à coupelles

Le capteur combiné pour la mesure de l'humidité relative et de la température a les mêmes caractéristiques que ceux utilisés pour les mesures internes: le revêtement extérieur permet dans ce cas non seulement de se protéger du rayonnement solaire, mais aussi des événements atmosphériques ; la plage de mesure est de -40°C à +60°C, et la précision de +/- 0,15°C pour la mesure de température, et pour l'humidité, l'intervalle est de 0 à 100%RH, avec une précision de +/- 2%.

Figure 7. Capteur combiné de température et d'humidité relative extérieures

Le rayonnement solaire global est mesuré avec un piranomètre de classe 1: le capteur est constitué d'un transducteur à thermopile, protégé par une coupole en verre de façon à garantir une sensibilité élevée dans le spectre 0,3 µm – 3 µm. Le signal en sortie du capteur est de 0 à 2 V dans la plage de mesure de 0 à 1300 W/m^2.

Figure 8. Capteur pour la mesure du rayonnement solaire global

Les valeurs relatives aux conditions de vent à l'extérieur du bureau de poste sont mesurées par un anémomètre : c'est un instrument qui restitue les informations sur la vitesse et la direction du vent. La vitesse du vent est mesurée avec une précision de +/- 1% pour la plage entre 0,1 m/s et 30 m/s, et de +/- 2% entre 30 et 60 m/s.

Figure 9. Capteur anémométrique

Le datalogger acquiert les données des différents capteurs avec un intervalle d'échantillonnage égal à 10 secondes. Toutefois, afin de ne pas générer une masse de données difficilement traitable, une mesure n'est enregistrée que toutes les 5 minutes ; dans l'intervalle

d'enregistrement, les données sont récoltées et on en calcule les valeurs maximale, minimale et moyenne : la donnée la plus significative, sur laquelle s'appliqueront par la suite les analyses, est la donnée moyenne.

PHASE I : Télésurveillance avant installation

La première phase de télésurveillance a pour but de mesurer les conditions du confort thermo hygrométrique du bureau avant d'avoir effectué l'installation de réhabilitation.

L'expérimentation a démarré le 25 juin 2014 et s'est terminée le 7 juillet 2014.

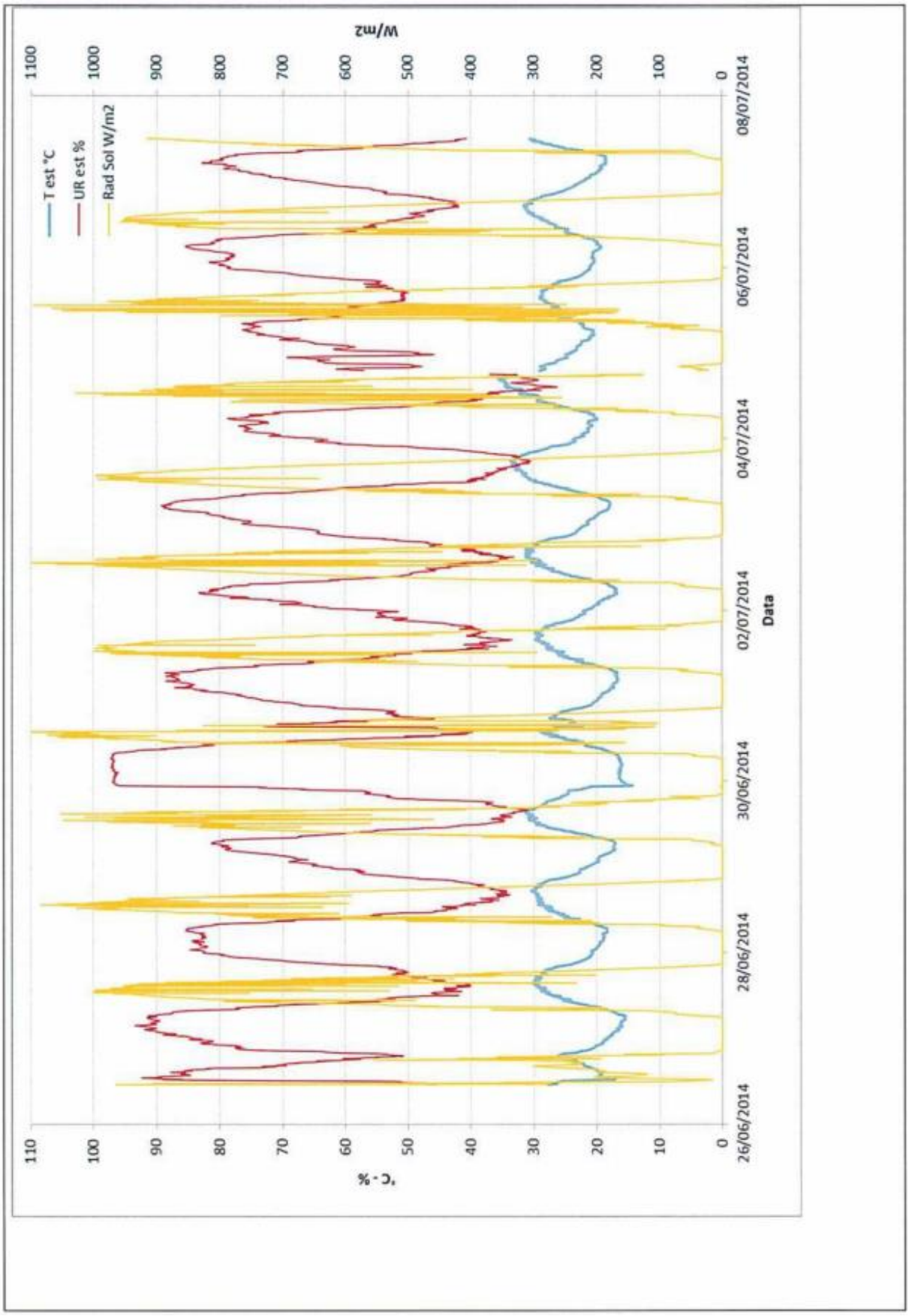
Données d'affluence des personnes

Les données d'affluence ont été enregistrées par jour :

30 juin	de 600 à 700 personnes
1er juillet	de 680 à 780 personnes
2 juillet	de 630 à 730 personnes
3 juillet	de 536 à 636 personnes
4 juillet	de 506 à 606 personnes
5 juillet	de 239 à 300 personnes

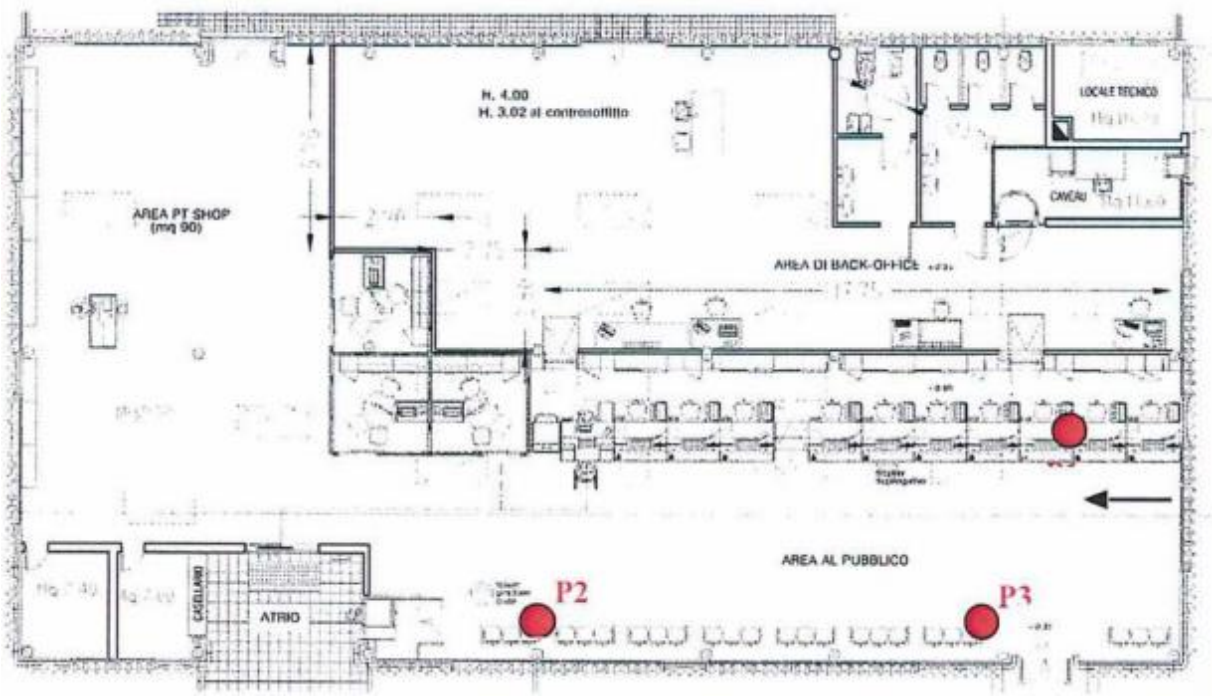
Conditions météo

Les conditions météo présentes durant la période sous contrôle sont résumées dans le graphique ci-après. En moyenne sont enregistrées les journées ensoleillées avec les températures maximales qui atteignent les 30°C ; elles sont supérieures à 30°C seulement les 2, 3 et 4 juillet.


T est °C
UR est %
Rad Sol W/m2
°C - %
W/m2
Data
26/06/2014
28/06/2014
30/06/2014
02/07/2014
04/07/2014
06/07/2014
08/07/2014
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100

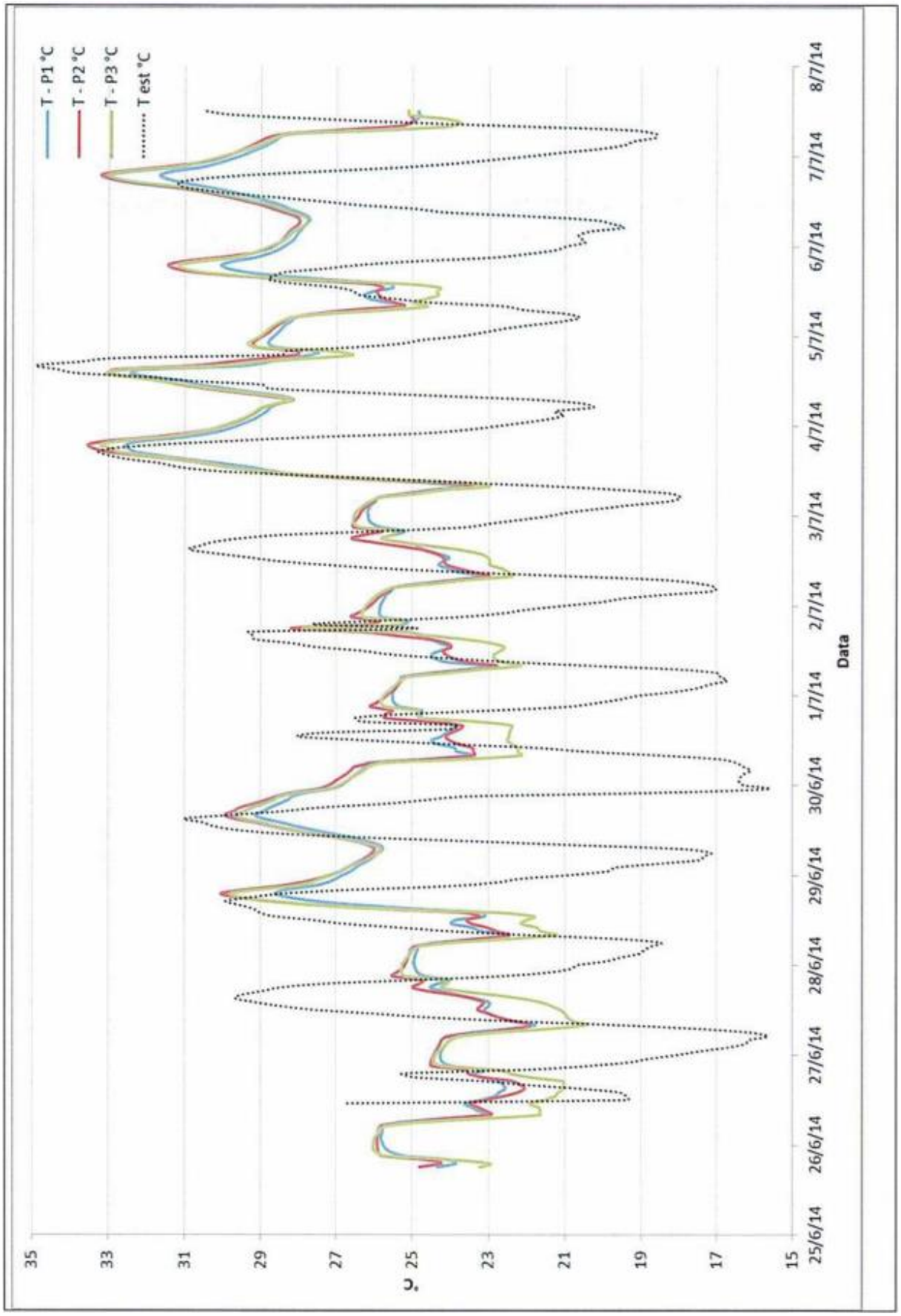
Conditions ambiantes à l'intérieur

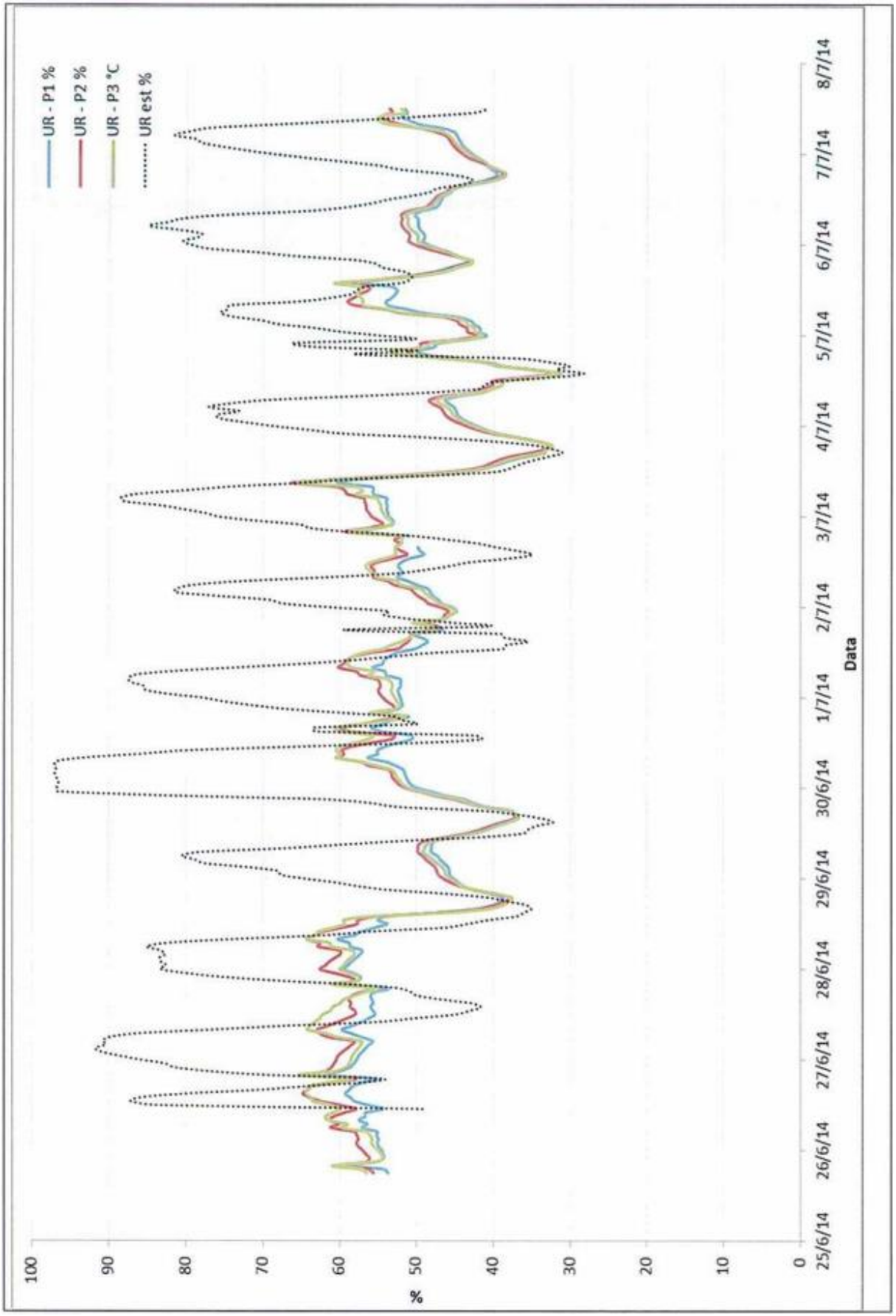
Le plan ci-dessous indique la position des stations d'acquisition de données installées.

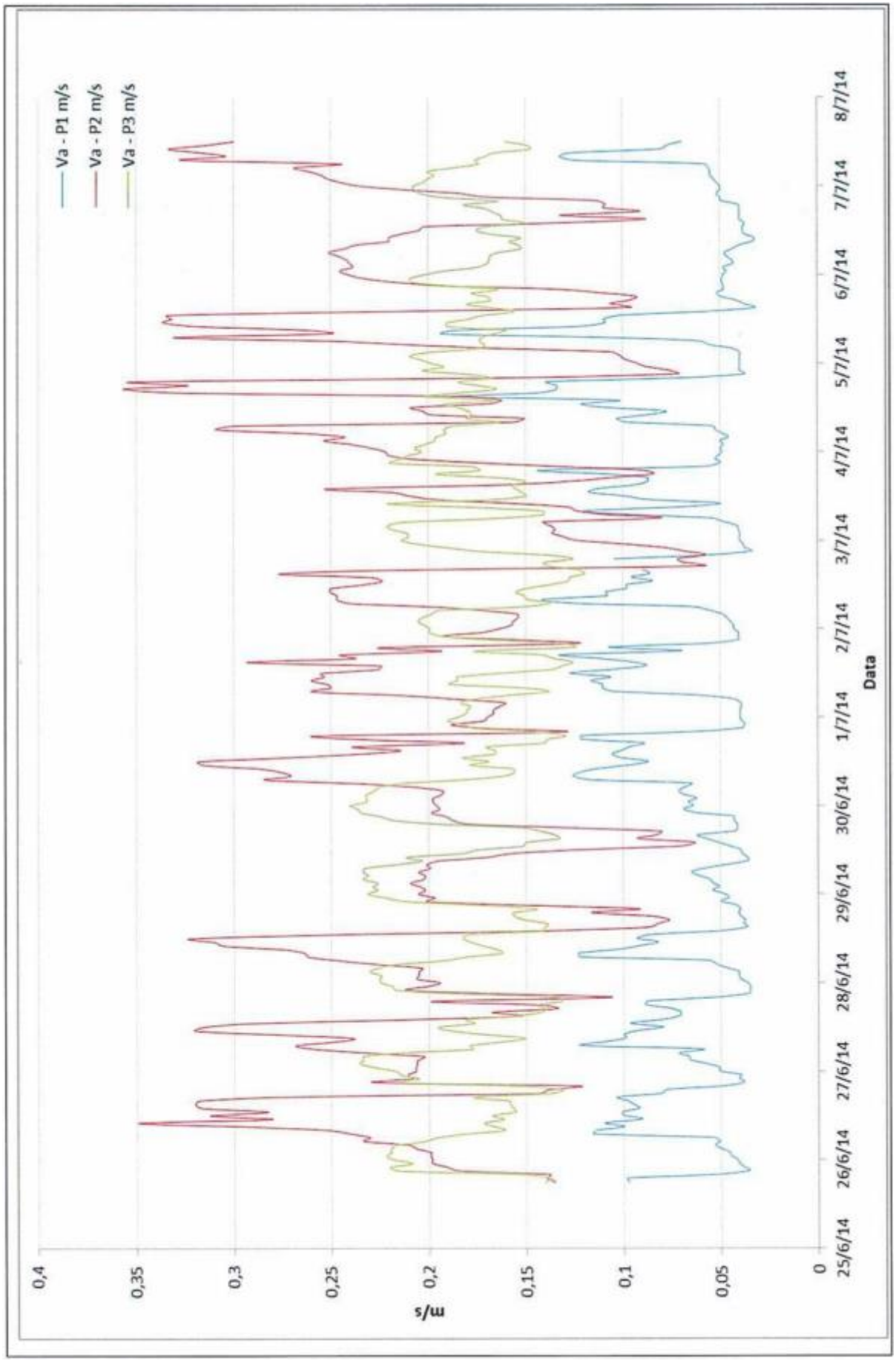


Les graphiques suivants récapitulent, respectivement, les valeurs de température, humidité et vitesse de l'air pour les trois stations données.

Les températures enregistrées à l'intérieur pendant la nuit, quand l'installation est éteinte, augmentent ensuite significativement jusqu'à se stabiliser dans les heures précédant le ré-allumage de l'installation. On observe que la température externe n'atteint que des valeurs plutôt basses et de toutes façons toujours inférieures à 20°, et donc qu'il n'existe pas d'interaction entre l'extérieur et l'intérieur. Ceci signifie que le milieu intérieur de nuit accumule de la chaleur pour la restituer ensuite au redémarrage de l'installation. On ne constate pas de différences élevées entre les trois stations d'enregistrement. Les pics sont plus atténués pour la station n°1, voisine des guichets, alors que la station n°3 ressent le plus les conditions externes ; elle a en effet le plus grand gradient thermique.


T - P1 °C
T - P2 °C
T - P3 °C
T est °C
35
33
31
29
27
25
23
21
19
17
15
°C
25/6/14
26/6/14
27/6/14
28/6/14
29/6/14
30/6/14
1/7/14
2/7/14
3/7/14
4/7/14
5/7/14
6/7/14
7/7/14
8/7/14
Data


UR - P1 %
UR - P2 %
UR - P3 °C
UR est %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
25/6/14
26/6/14
27/6/14
28/6/14
29/6/14
30/6/14
1/7/14
2/7/14
3/7/14
4/7/14
5/7/14
6/7/14
7/7/14
8/7/14
Data


Va - P1 m/s
Va - P2 m/s
Va - P3 m/s
m/s
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
25/6/14
26/6/14
27/6/14
28/6/14
29/6/14
30/6/14
1/7/14
2/7/14
3/7/14
4/7/14
5/7/14
6/7/14
7/7/14
8/7/14
Data

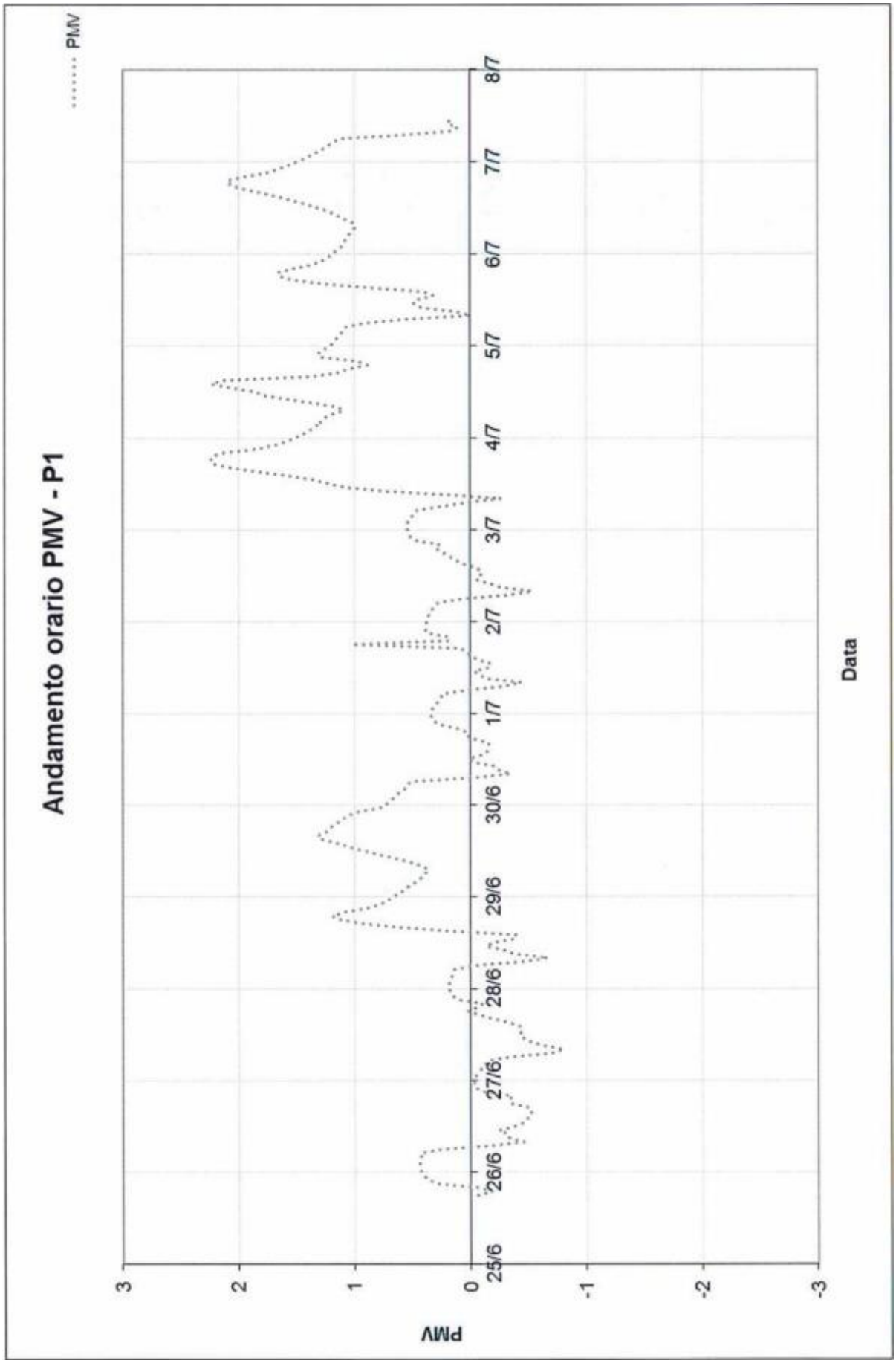
La vitesse mesurée à la station n°2 se trouve être supérieure à celle des autres stations.

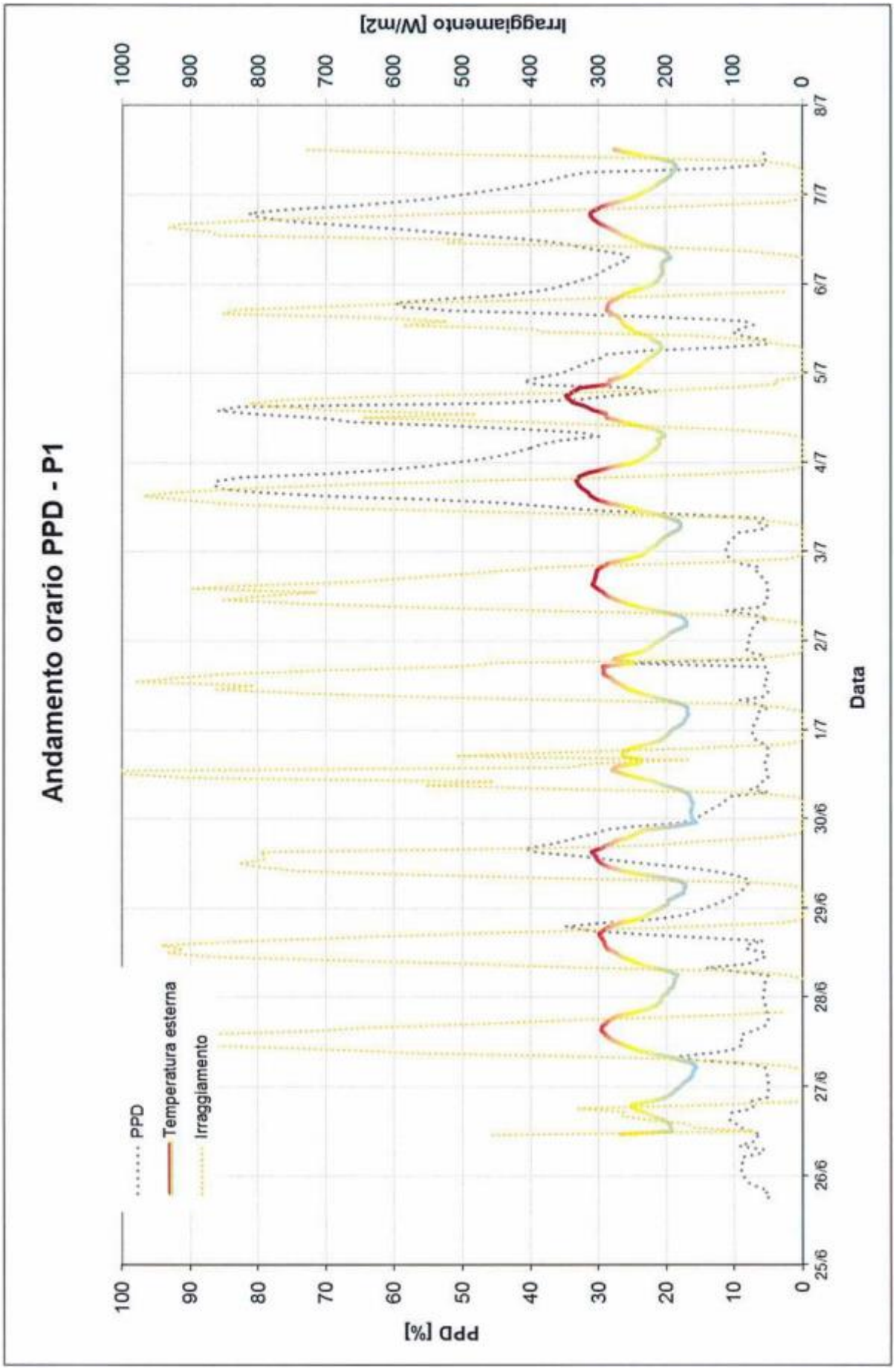
Analyse des résultats

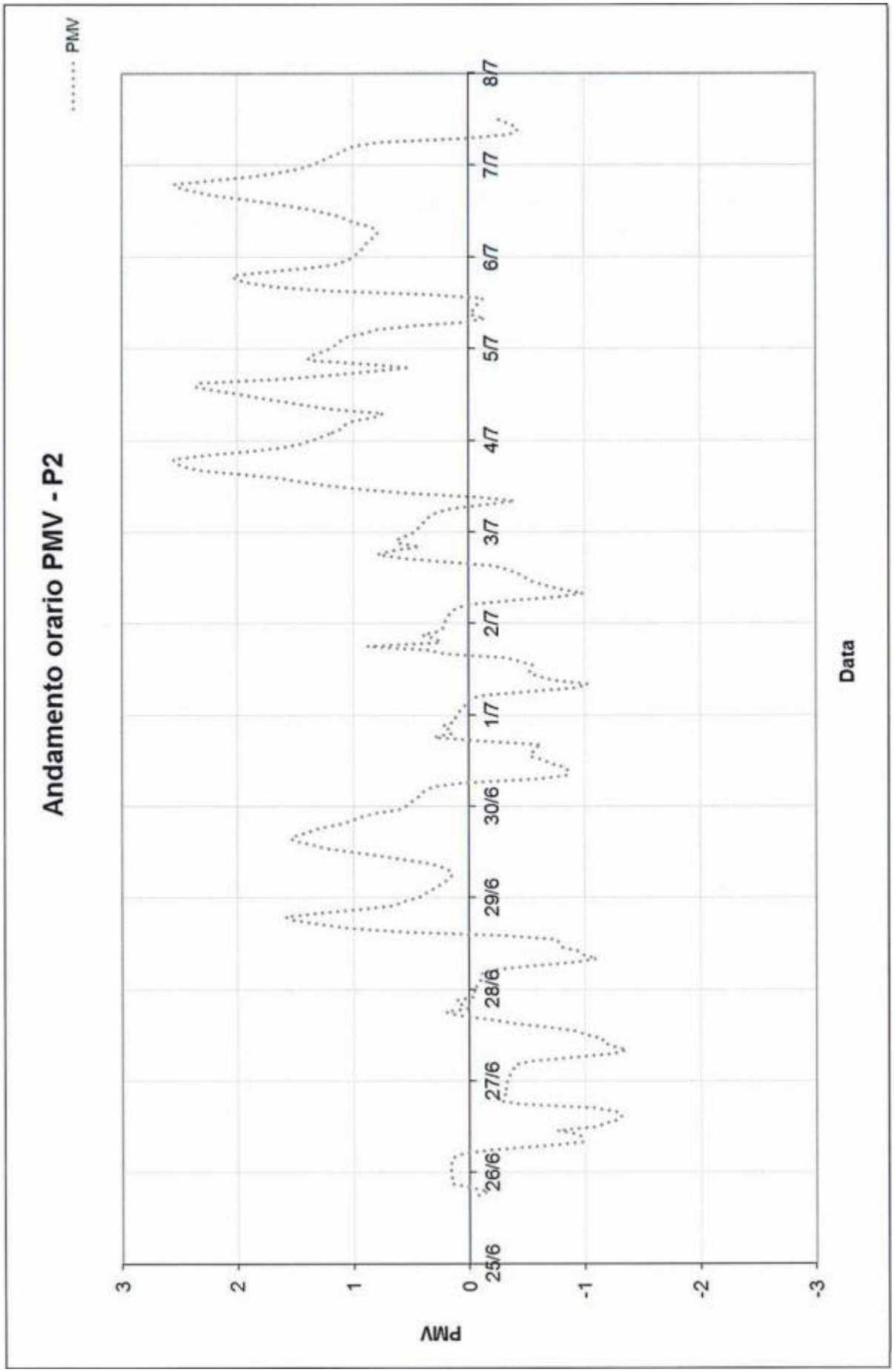
Au cours de l'expérimentation, et à l'exclusion des jours de fermeture et de dysfonctionnement de l'installation, la sensation de bien-être des occupants est classée comme « légèrement chaude ». En observant la journée du 3 juillet, jour où l'installation n'a pas fonctionné, l'inconfort arrive à une notation de « très chaud ».
Au poste n°1, voisin des guichets, on observe des valeurs du PPD moyennement acceptables, à l'exclusion de la période pendant laquelle l'installation n'a pas fonctionné, ainsi que des heures de début et de fin d'ouverture des bureaux.
Les données relevées au poste n°2, situé en correspondance des guichets du poste shop, montrent les valeurs les plus mauvaises en terme de confort. D'un côté de la semaine se terminant le 29 juin, on enregistre une sensation de « légèrement froid ». Et en effet, le PPD atteint des valeurs de 40% d'inconfort. Les premiers jours de juillet montrent à l'inverse, avec des températures externes qui atteignent et dépassent 30°C, un niveau significatif d'inconfort dû à des sensations soit de « légèrement froid » soit de légèrement chaud », avec un PPD qui dépasse les 25%. Le 3 juillet, l'installation étant hors de service, on atteint un degré maximal d'inconfort égal à 95% de personnes insatisfaites.

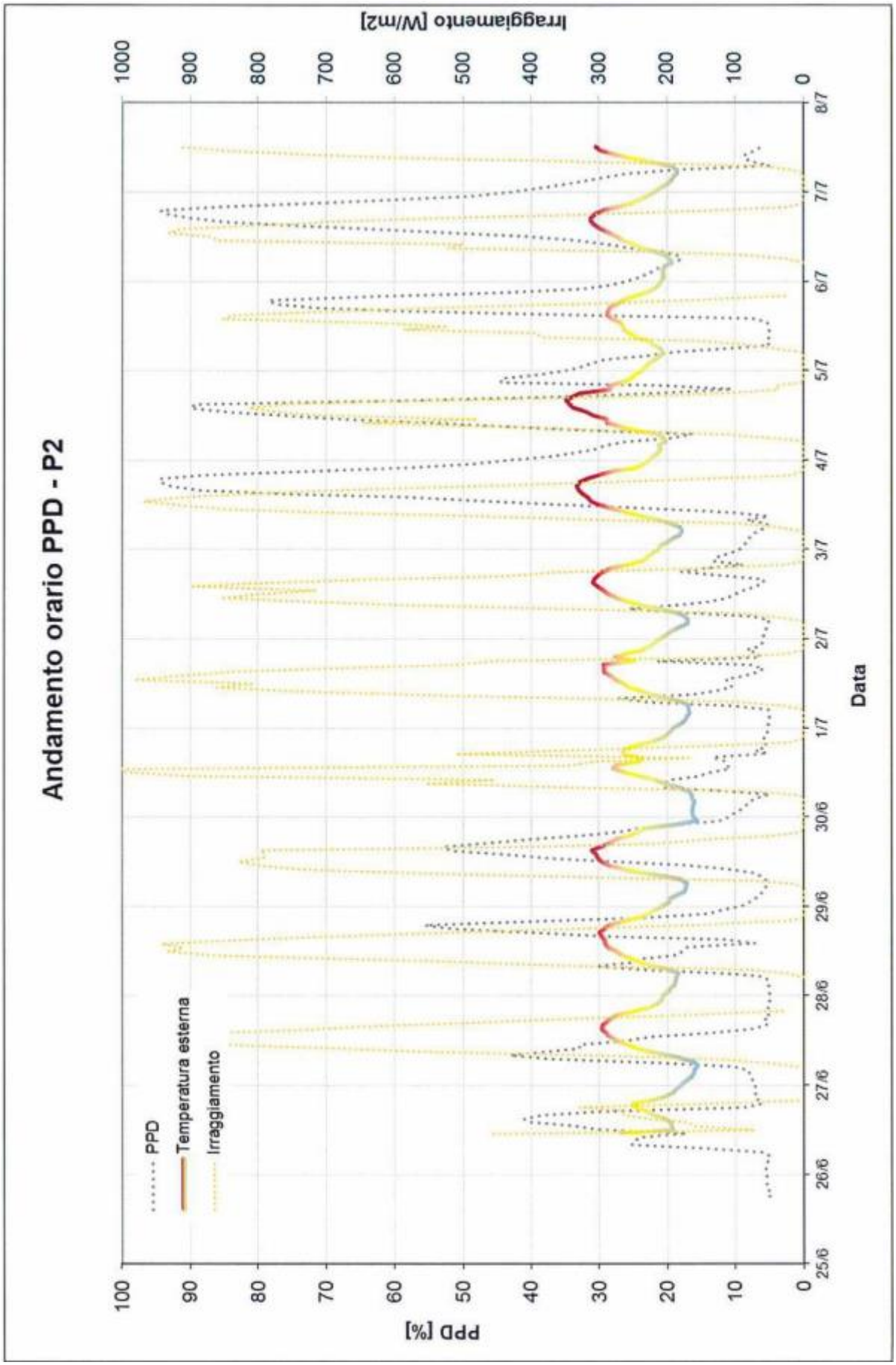
En ce qui concerne le poste n°3, comme déjà indiqué, on observe une situation similaire au poste n°2, mais avec des pics plus atténués, du fait de la proximité de la porte de sortie de secours, qui ressent le plus les variations climatiques externes.

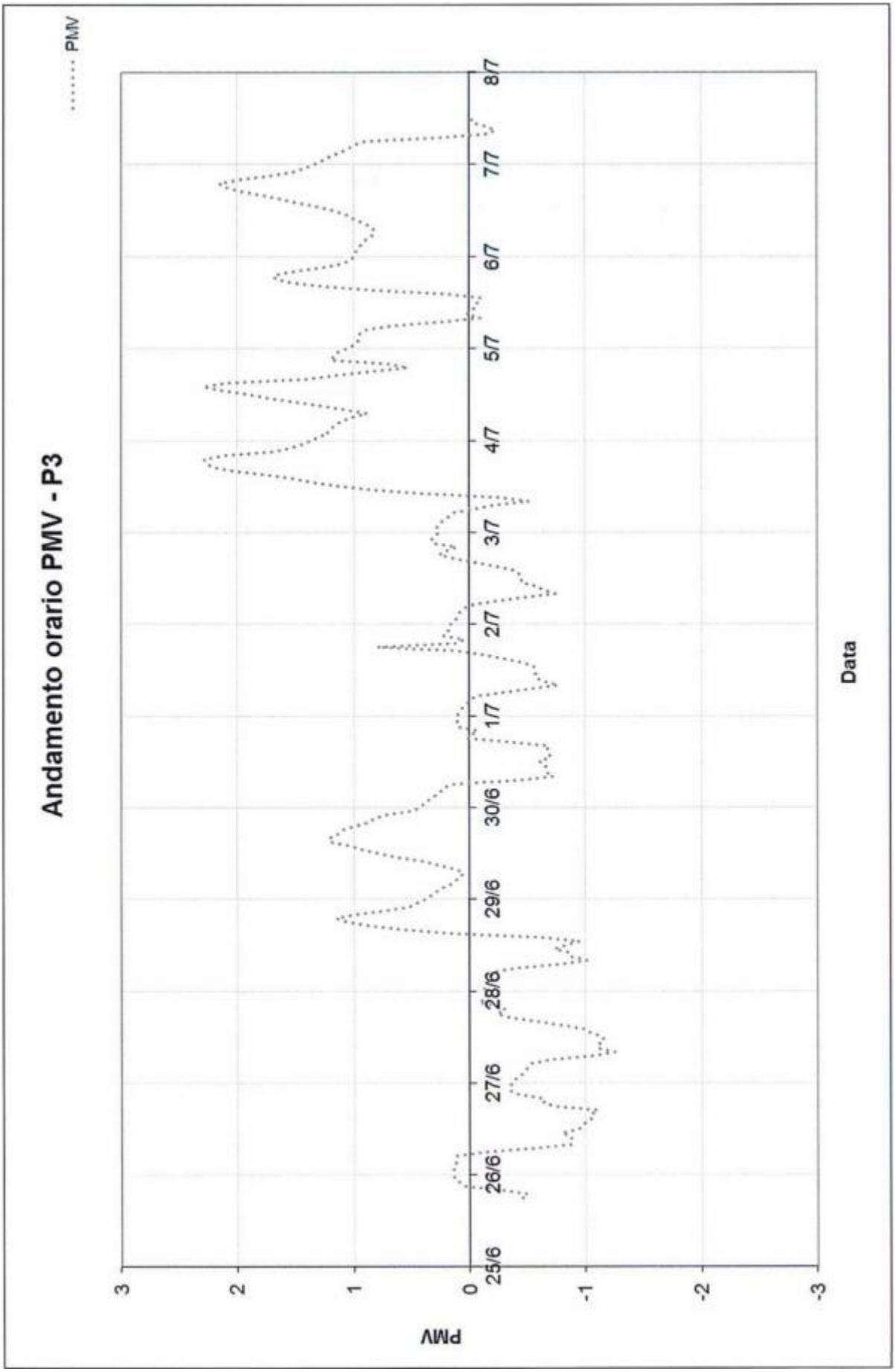
En se fondant sur les résultats obtenus, il s'avère que l'installation de conditionnement d'air nécessite une régulation plus appropriée ou une efficacité de ventilation plus adéquate au niveau de la surface recevant du public. Il faut en outre souligner la façon dont l'installation de conditionnement d'air court au blocage quand la puissance maximale est demandée (par exemple pour les journées des 3 et 4 juillet).

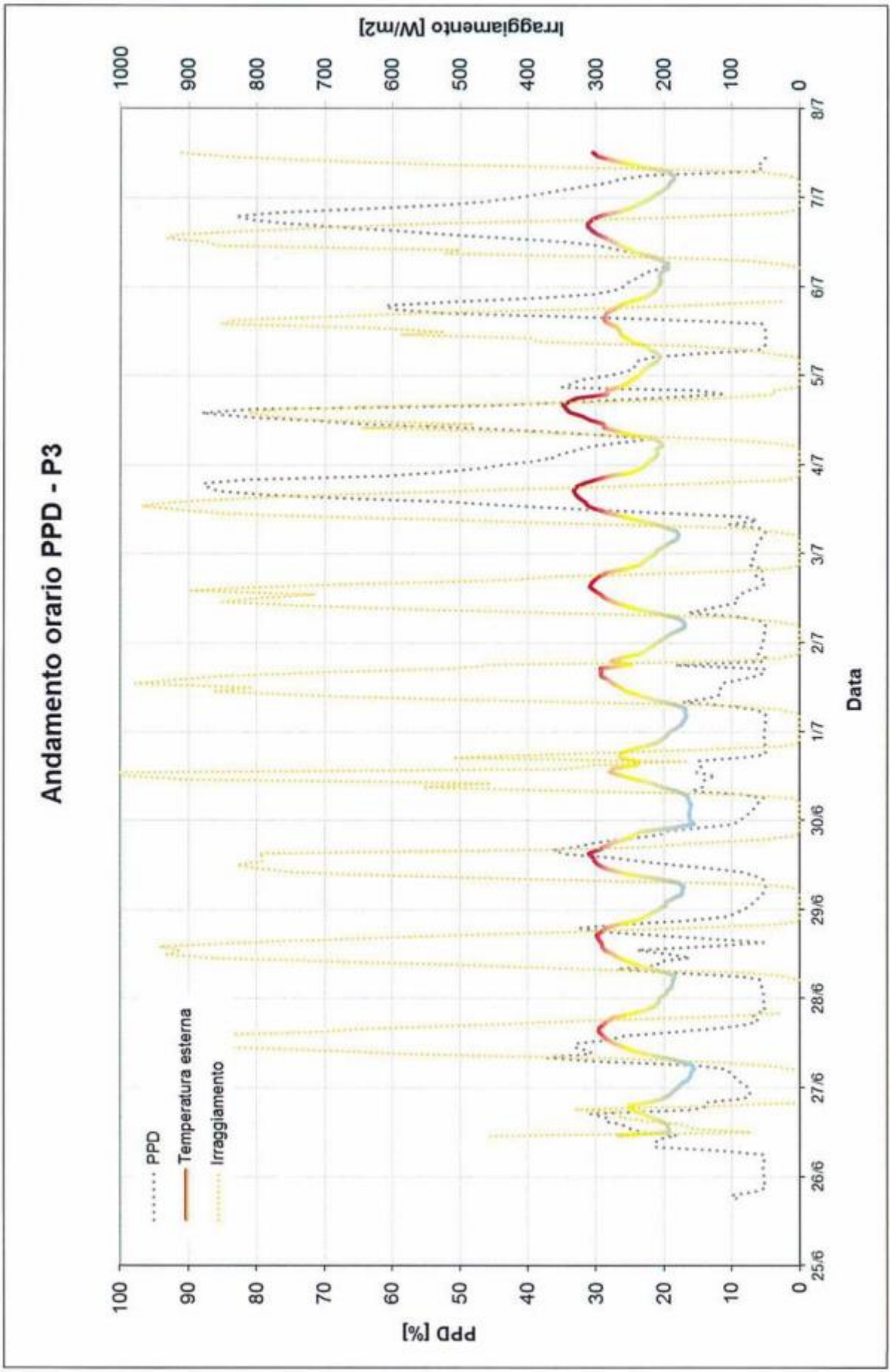

Andamento orario PMV - P1
PMV
3
2
1
0
-1
-2
-3
25/6
26/6
27/6
28/6
29/6
30/6
1/7
2/7
3/7
4/7
5/7
6/7
7/7
8/7
Data


Andamento orario PPD - P1
PPD
Temperatura esterna
Irraggiamento
PPD [%]
Irraggiamento [W/m2]
Data
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
25/6
26/6
27/6
28/6
29/6
30/6
1/7
2/7
3/7
4/7
5/7
6/7
7/7
8/7


Andamento orario PMV - P2
PMV
3
2
1
0
-1
-2
-3
25/6
26/6
27/6
28/6
29/6
30/6
1/7
2/7
3/7
4/7
5/7
6/7
7/7
8/7
Data


Andamento orario PPD - P2
PPD
Temperatura esterna
Irraggiamento
PPD [%]
Irraggiamento [W/m2]
Data
25/6
26/6
27/6
28/6
29/6
30/6
1/7
2/7
3/7
4/7
5/7
6/7
7/7
8/7
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000


Andamento orario PMV - P3
PMV
3
2
1
0
-1
-2
-3
25/6
26/6
27/6
28/6
29/6
30/6
1/7
2/7
3/7
4/7
5/7
6/7
7/7
8/7
Data


Andamento orario PPD - P3
PPD
Temperatura esterna
Irraggiamento
PPD [%]
Irraggiamento [W/m2]
Data
25/6
26/6
27/6
28/6
29/6
30/6
1/7
2/7
3/7
4/7
5/7
6/7
7/7
8/7
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

PHASE II : télésurveillance après réhabilitation

La télésurveillance après réhabilitation a démarré le 19 août et s'est terminée le 19 septembre 2014. En particulier, une semaine représentative des conditions estivales les plus critiques, celle du 25 au 31 août, a été analysée.

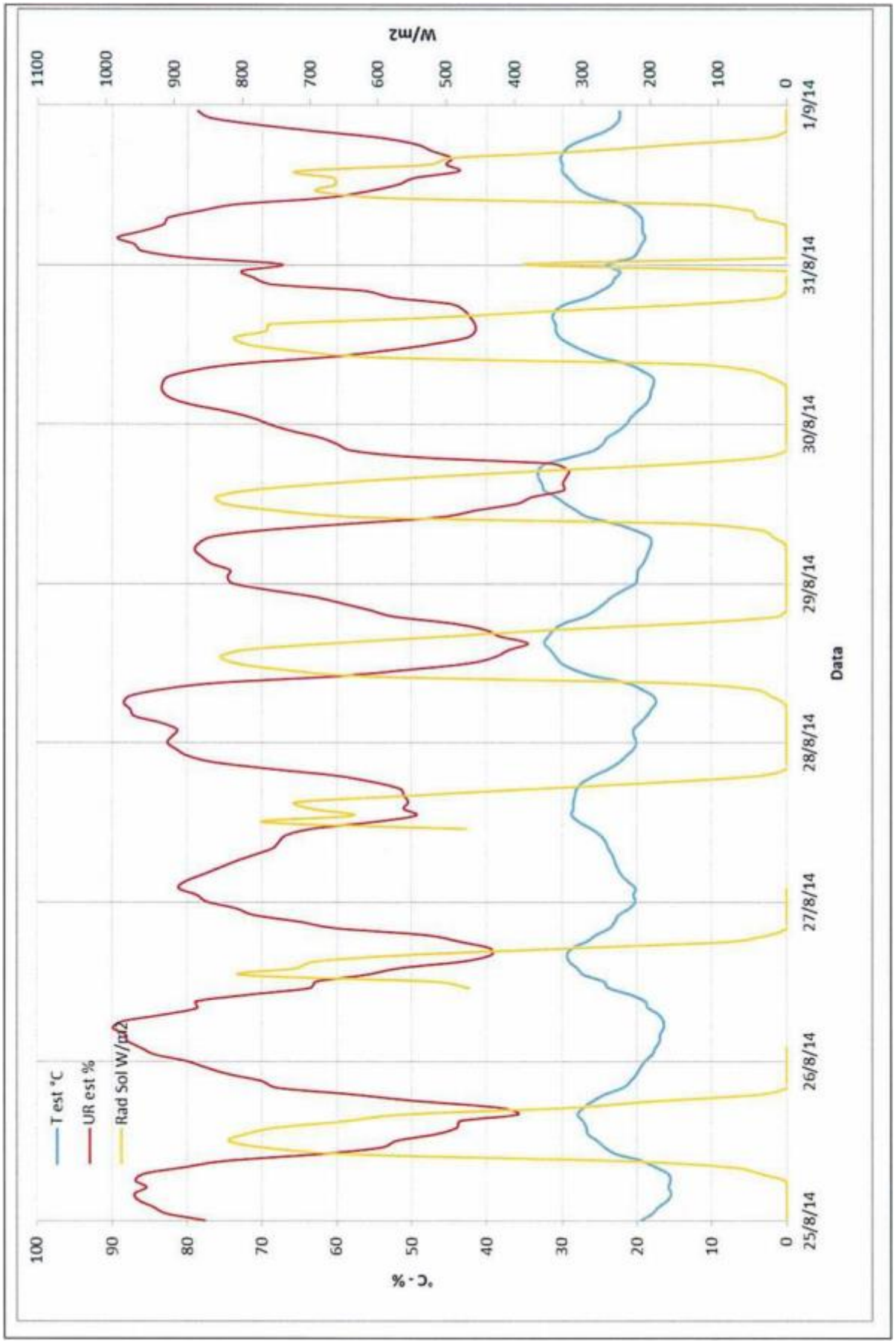
Données d'affluence

Les données d'affluence sont réparties comme suit :

19 août	339 personnes	30 août	254 personnes
20 août	343 personnes	1er septembre	741 personnes
21 août	320 personnes	2 septembre	587 personnes
22 août	193 personnes	3 septembre	488 personnes
23 août	166 personnes	4 septembre	460 personnes
25 août	591 personnes	5 septembre	474 personnes
26 août	447 personnes	6 septembre	237 personnes
27 août	428 personnes	8 septembre	518 personnes
28 août	367 personnes	9 septembre	444 personnes
29 août	413 personnes	10 septembre	409 personnes

Conditions météo

Pendant les semaines sous contrôle, on a enregistré des températures externes en croissance moyenne et des journées ensoleillées, surtout dans les jours ouvrables, avec des températures maximales qui partent de 28°C environ jusqu'à atteindre les 34°C. Nous avons choisi la semaine du 25 au 31 août également pour pouvoir comparer le confort thermo hygrométrique à conditions égales avec la télésurveillance avant installation.


T est °C
UR est %
Rad Sol W/m2
°C - %
W/m2
Data
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
25/8/14
26/8/14
27/8/14
28/8/14
29/8/14
30/8/14
31/8/14
1/9/14

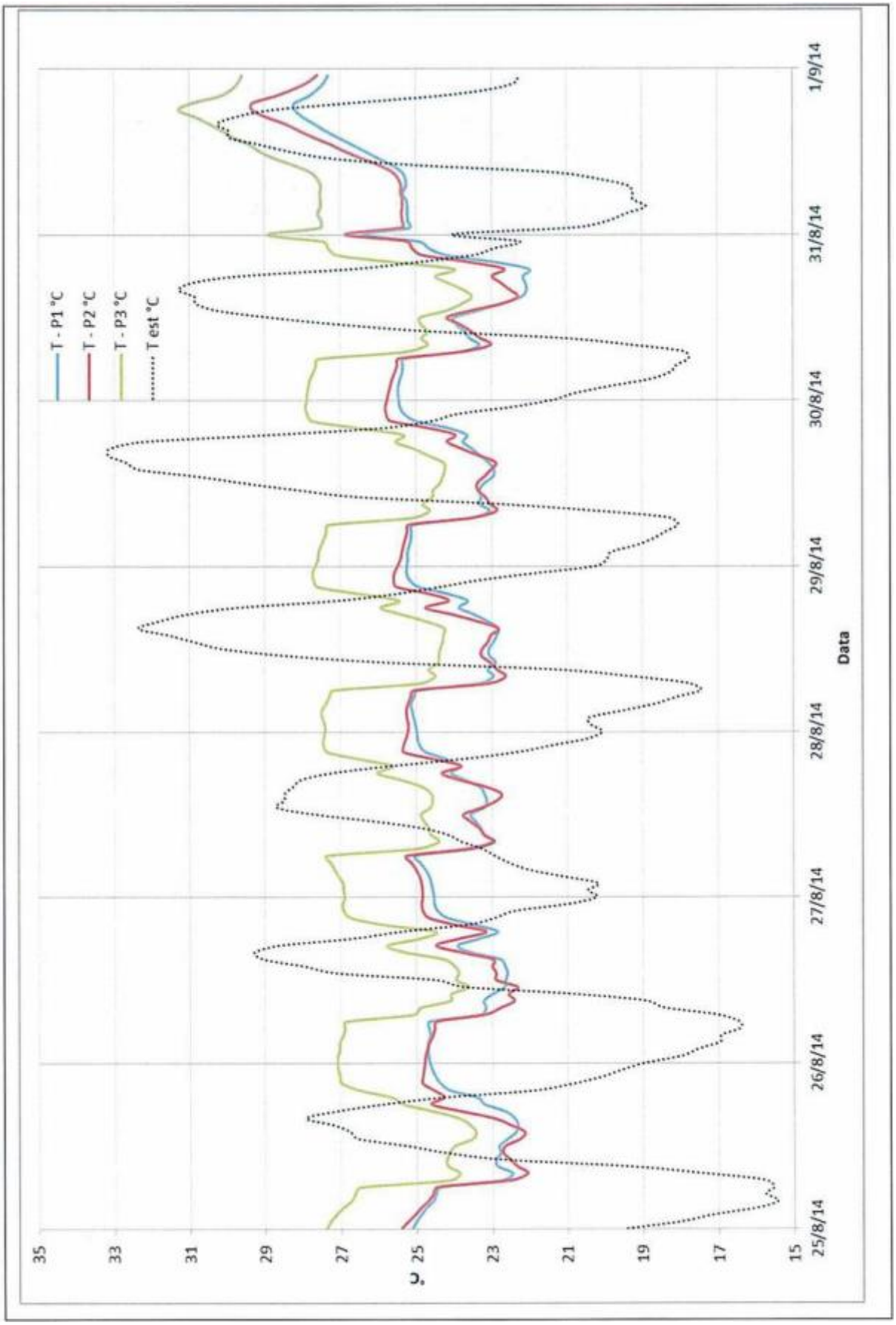
Conditions ambiantes à l'intérieur

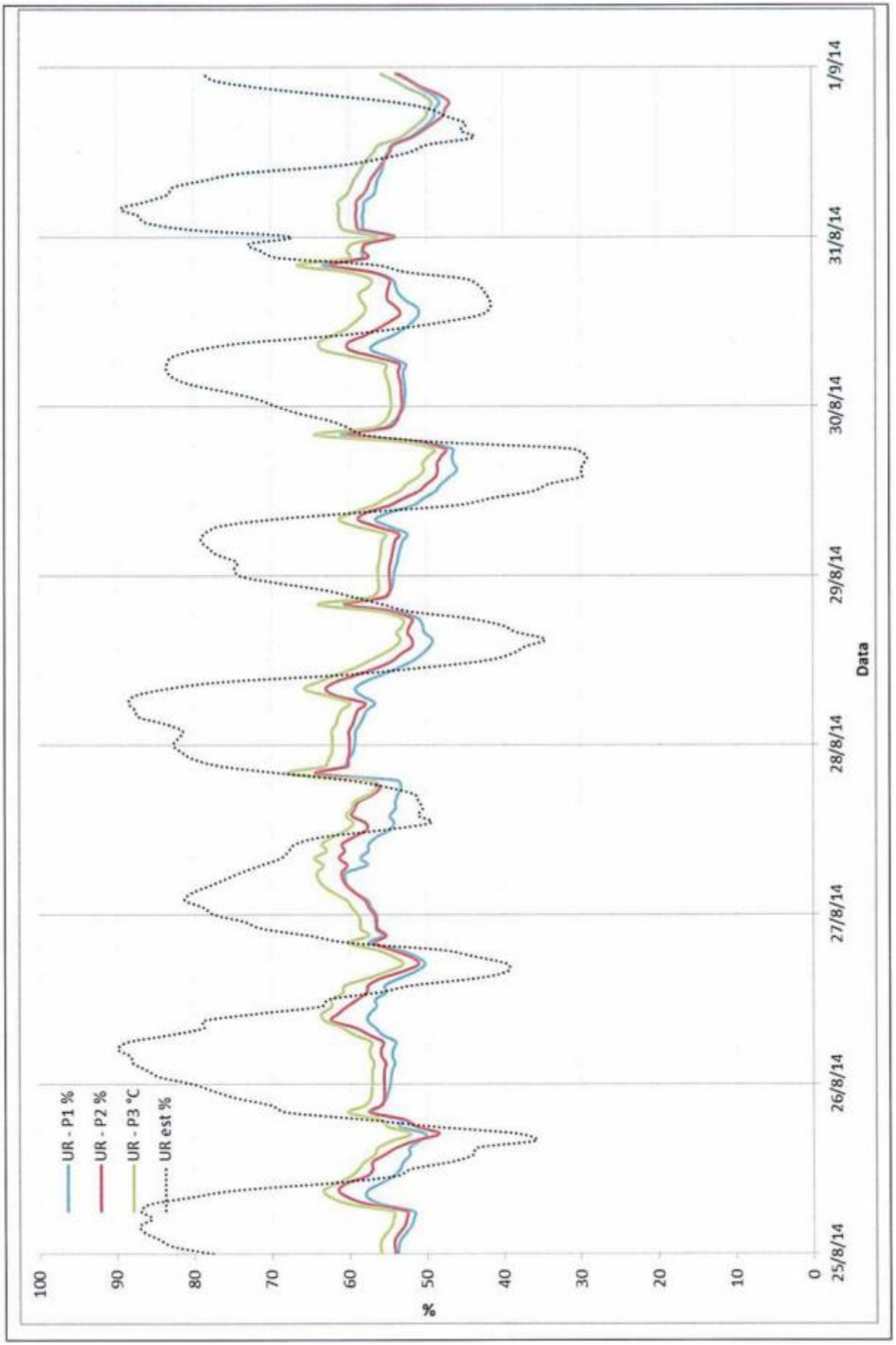
Les stations d'acquisition sont installées aux mêmes positions qu'avant l'intervention de réhabilitation.

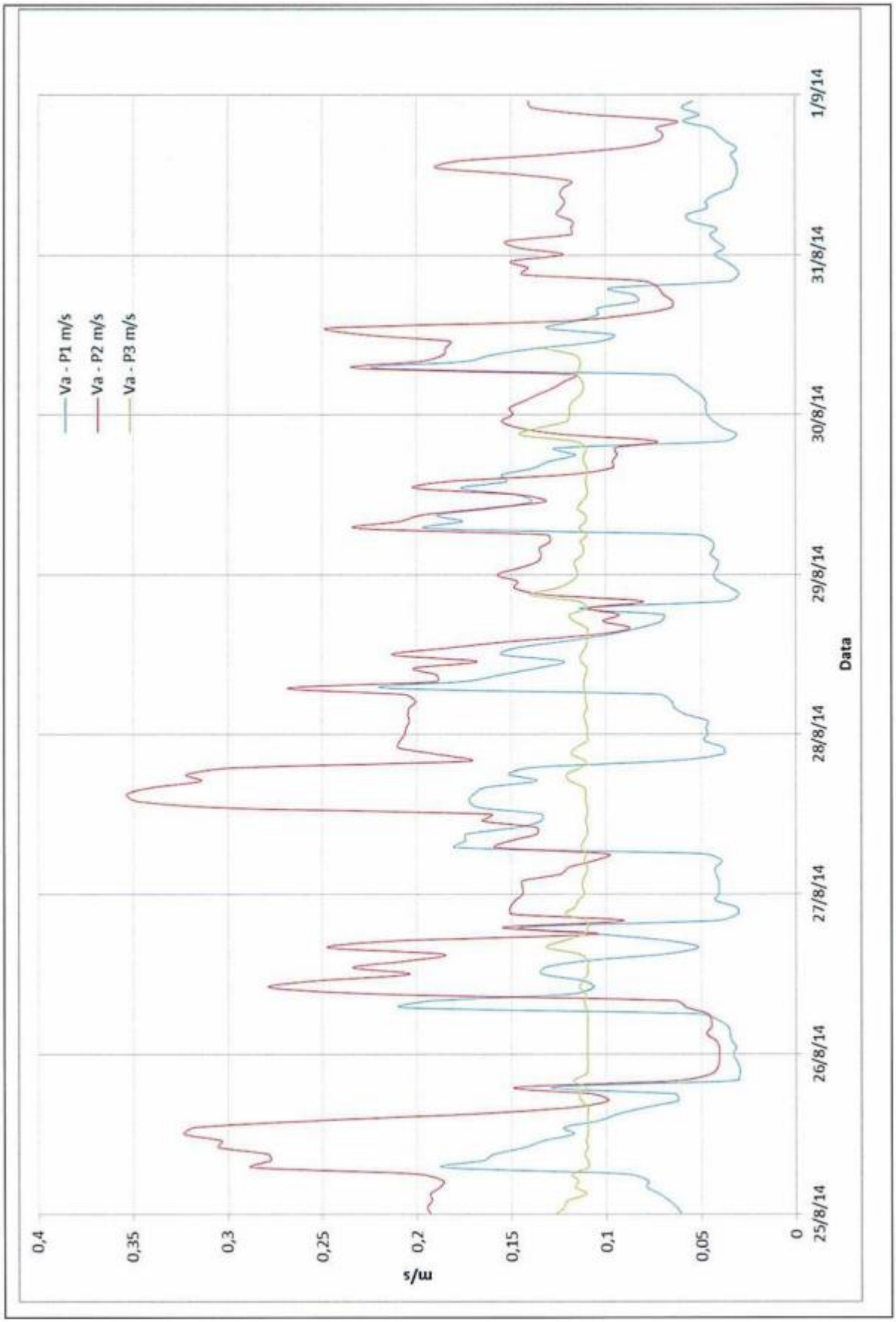
Les graphiques suivants récapitulent l'évolution, respectivement, des températures, de l'humidité et de la vitesse de l'air, en rapport avec chacune des trois stations.

Les températures enregistrées à l'intérieur pendant la nuit n'augmentent pas excessivement; les moyennes (en relation avec la station n°2) se situent autour de 25°C grâce à la ventilation nocturne et à l'inversion thermique. Un tel fonctionnement permet d'obtenir à 7h du matin dans les bureaux une température de 23-25°C (selon l'endroit de mesure). En comparaison, la température moyenne nocturne enregistrée par la télésurveillance avant réhabilitation (toujours par rapport à la station n°2) est de 26,7°C.

On enregistre en outre une différence notable entre les postes 1 et 2 par rapport au poste 3. Une telle différence est due principalement à la situation de la station voisine de la fenêtre.
En effet, la dépendance des données enregistrées est très liée aux conditions climatiques externes et en conséquence localisée de façon limitée comme le démontrent les données des deux autres stations dont les températures sont visiblement plus basses. Cette différence ne ressort pas dans la télésurveillance avant installation dans laquelle la distribution des températures était fortement liée aux conditions externes, indépendamment de la position.


T - P1 °C
T - P2 °C
T - P3 °C
T est °C
35
33
31
29
27
25
23
21
19
17
15
°C
25/8/14
26/8/14
27/8/14
28/8/14
29/8/14
30/8/14
31/8/14
1/9/14
Data


UR - P1 %
UR - P2 %
UR - P3 °C
UR est %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
25/8/14
26/8/14
27/8/14
28/8/14
29/8/14
30/8/14
31/8/14
1/9/14
Data

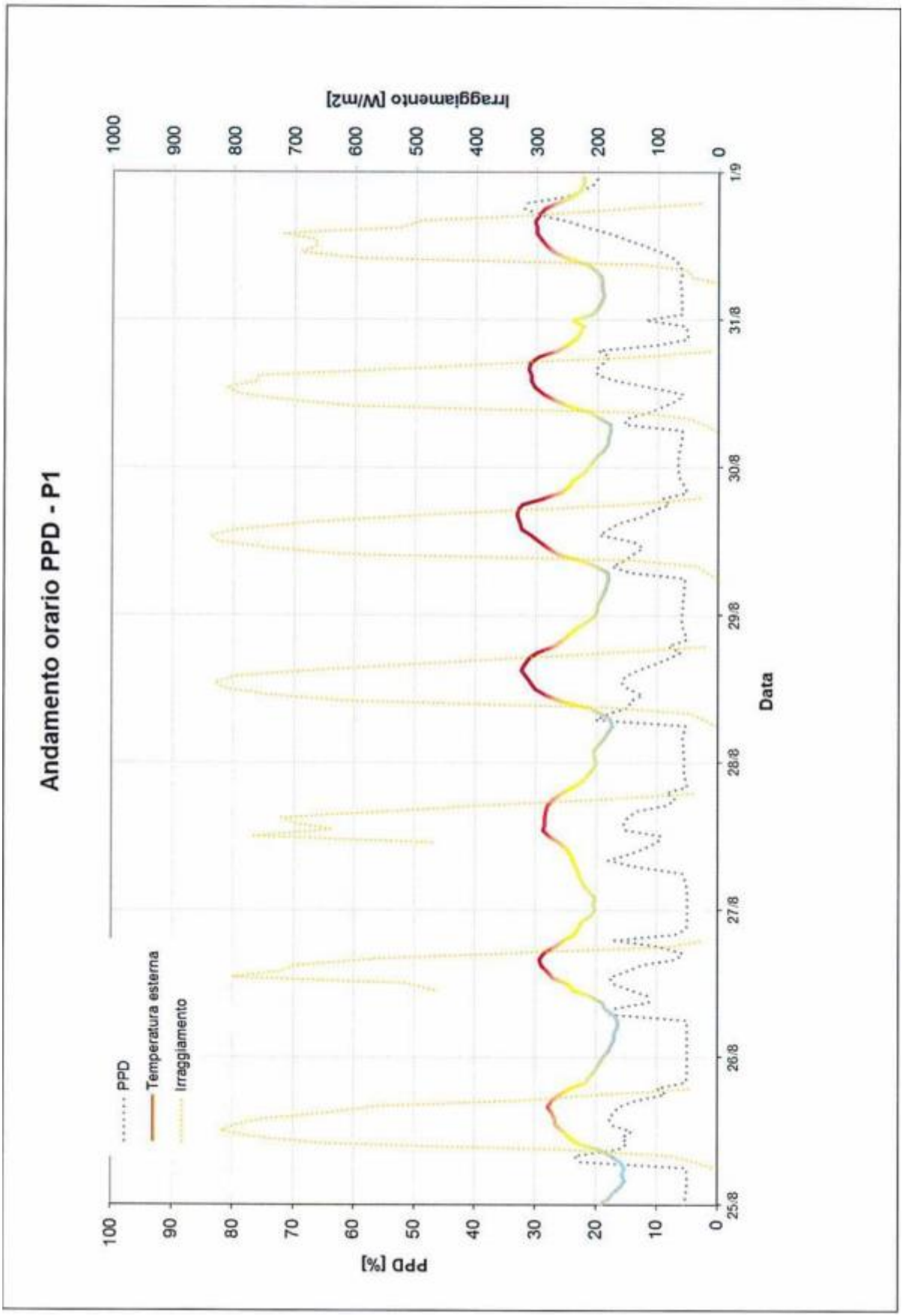

Va - P1 m/s
Va - P2 m/s
Va - P3 m/s
m/s
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
25/8/14
26/8/14
27/8/14
28/8/14
29/8/14
30/8/14
31/8/14
1/9/14
Data

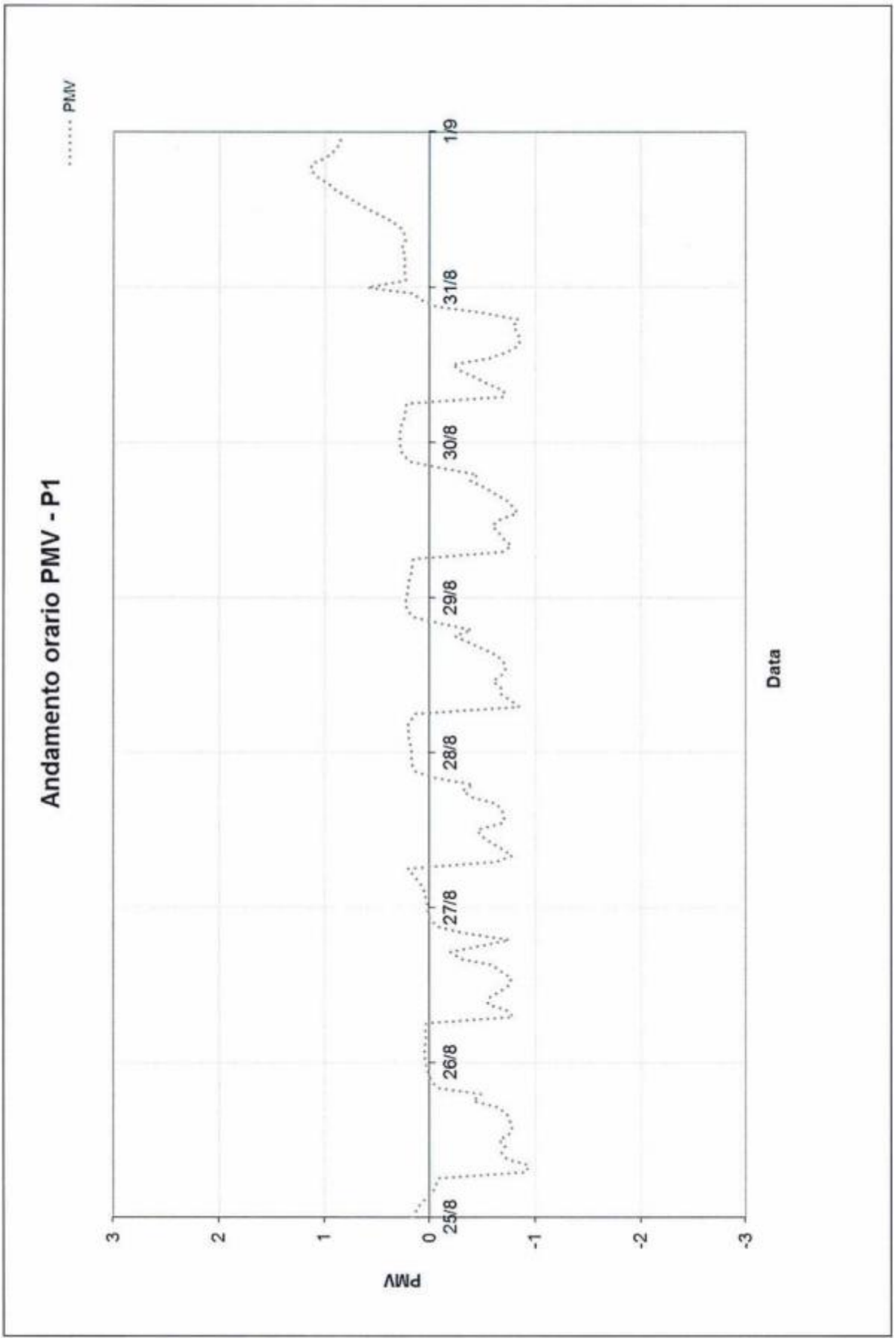
Les vitesses mesurées ont donné des valeurs sensiblement plus basses que pour la télésurveillance précédente.

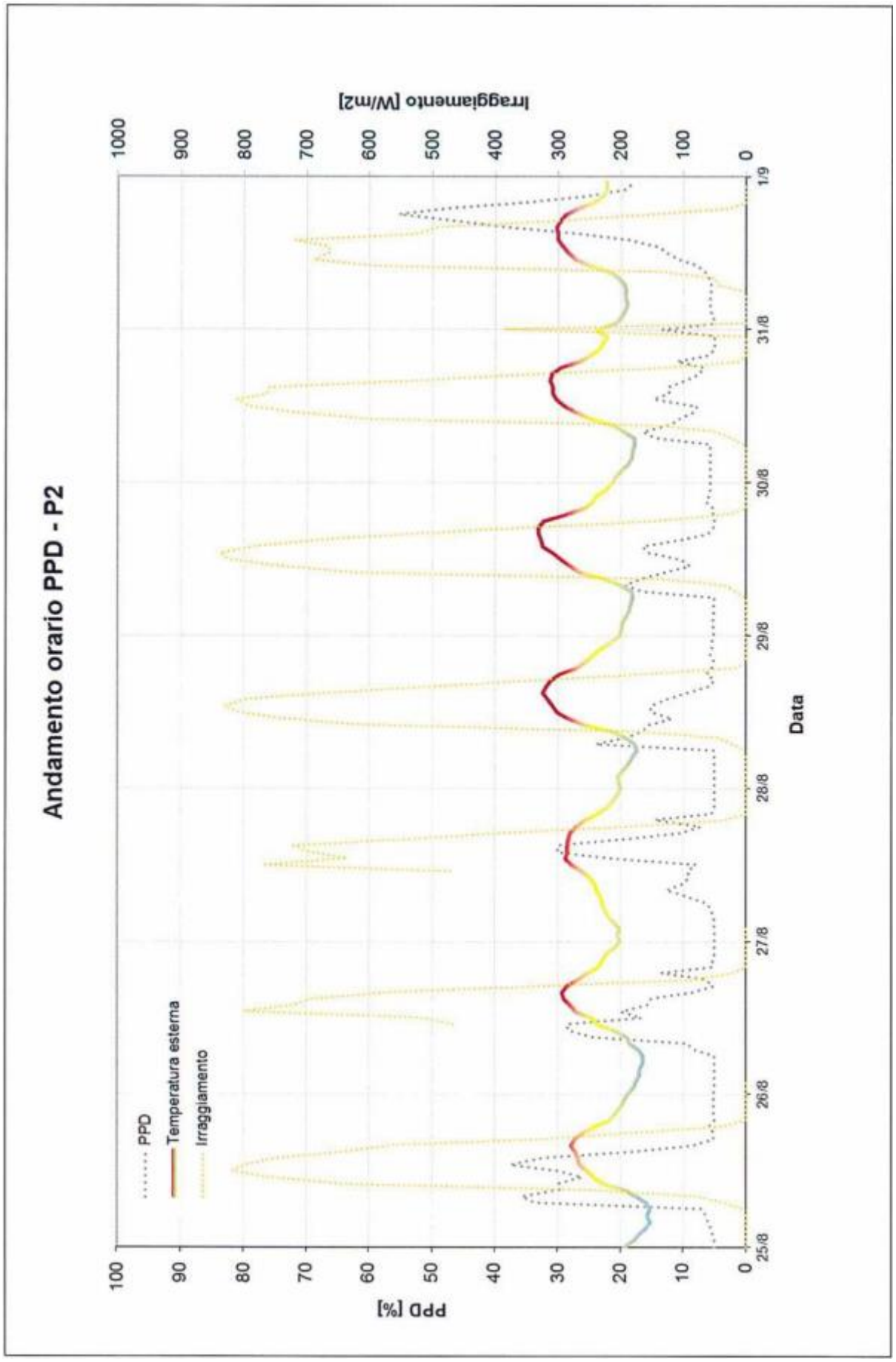
Analyse des résultats

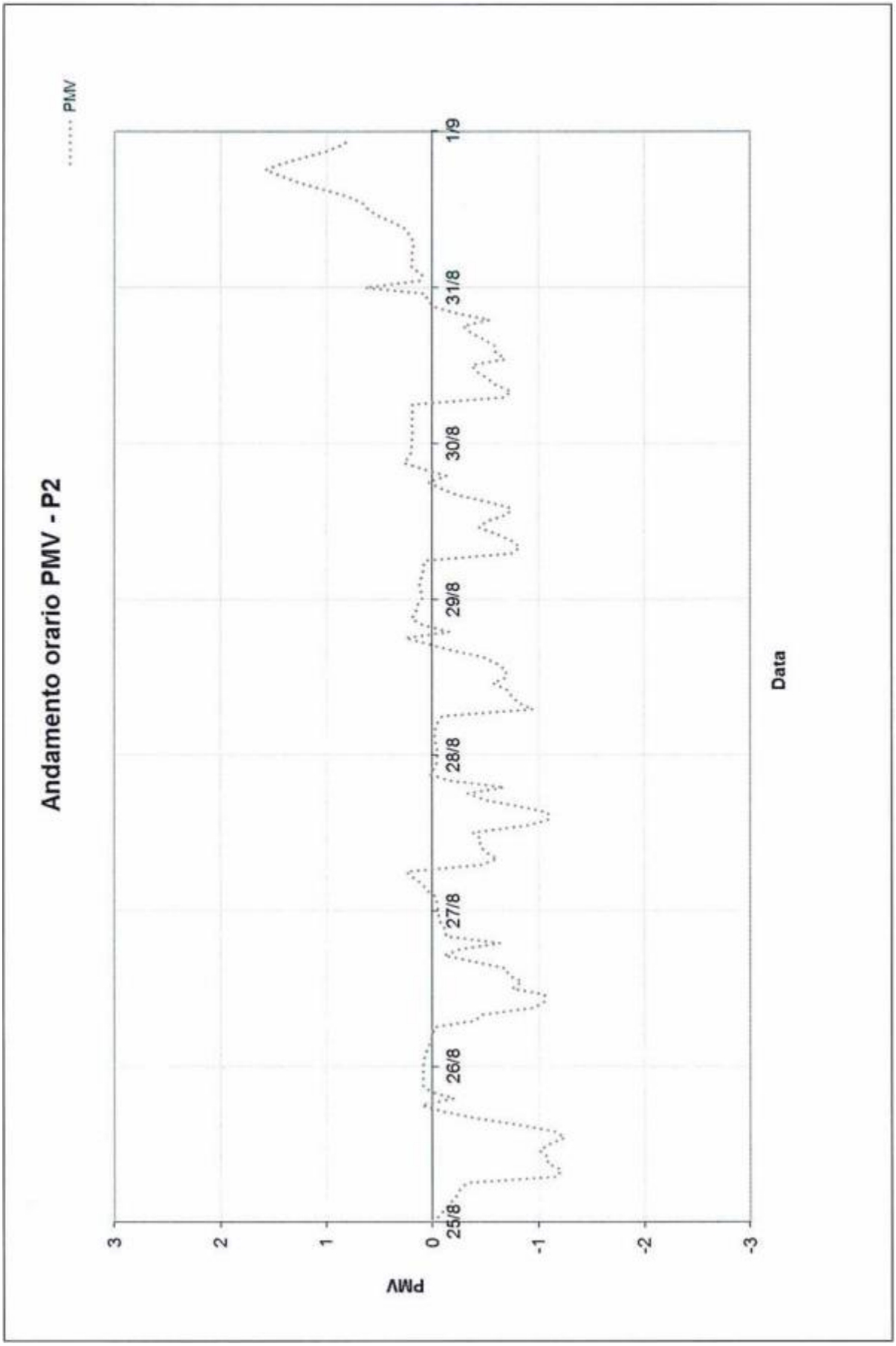
La sensation de bien-être des occupants se révèle être améliorée, et surtout atténuée par rapport aux pics individuels d'insatisfaction du premier essai.

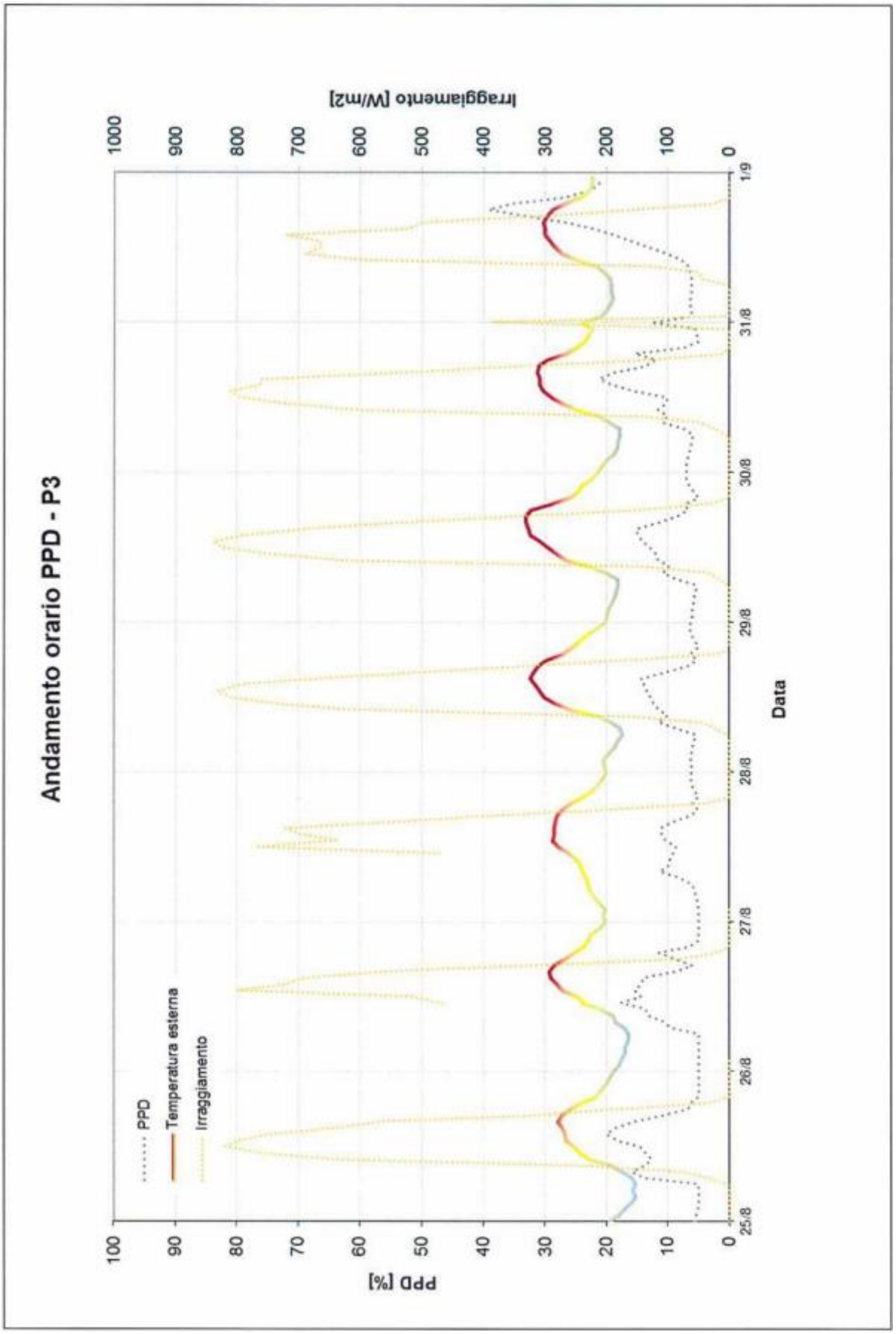
Le pourcentage de personnes insatisfaites se révèle assez élevé mais l'explication d'un tel résultat est à rechercher dans le type de régulation de l'installation. Pourtant, les résultats du PPD sont parfois supérieurs à 30%, la raison en étant visible dans l'indice PMV dans lequel on note pendant la journée une sensation de « légèrement froid ». Ces résultats valent pour les stations 1 et 2, mais pas pour la n°3. Cette dernière indique une sensation de bien-être à l'intérieur des paramètres de confort due, comme indiqué, au sur-chauffage à proximité de la fenêtre.

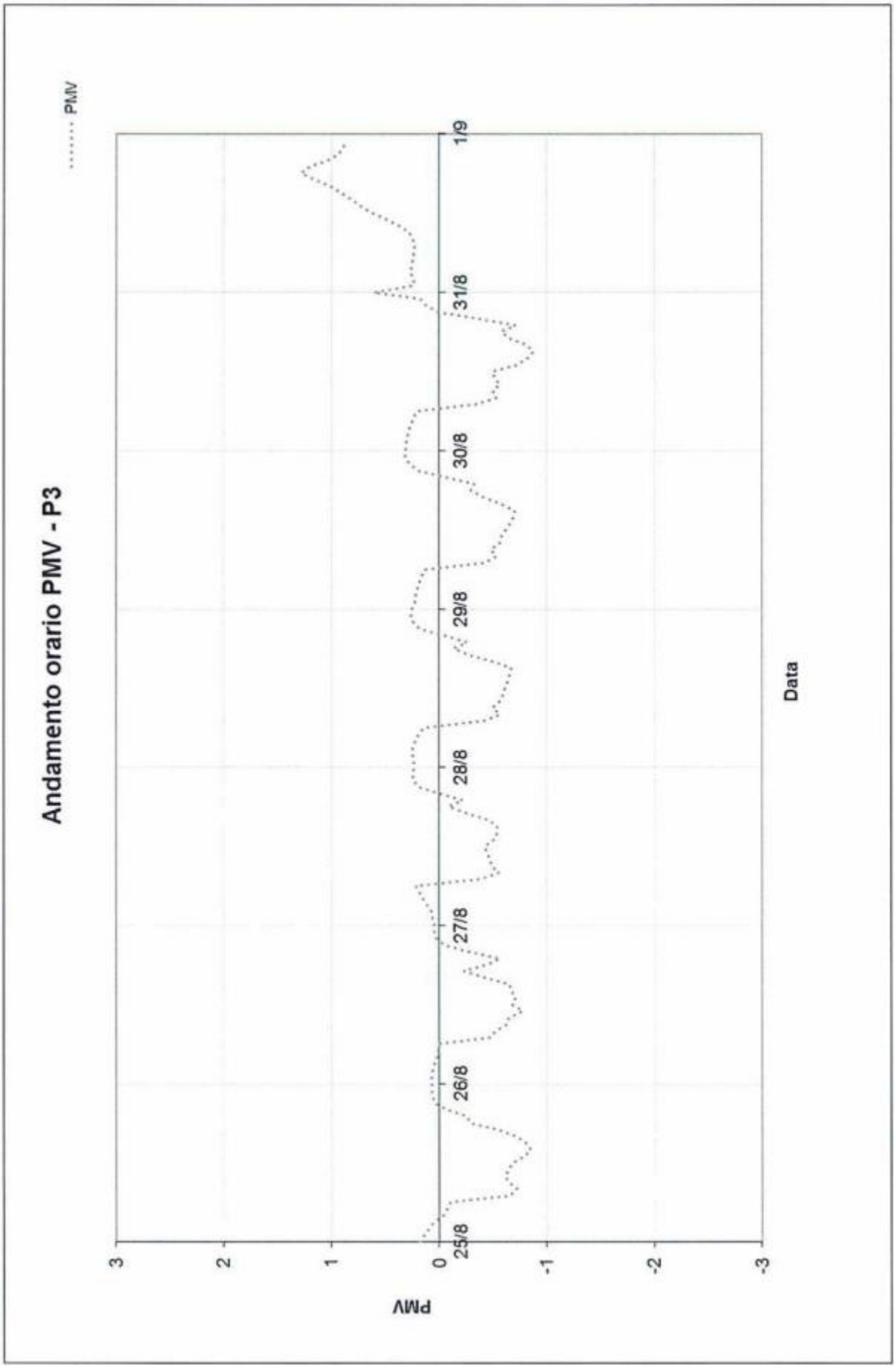

Andamento orario PPD - P1
PPD
Temperatura esterna
Irraggiamento
PPD [%]
Irraggiamento [W/m2]
Data
25/8
26/8
27/8
28/8
29/8
30/8
31/8
1/9
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000


Andamento orario PMV - P1
PMV
3
2
1
0
-1
-2
-3
25/8
26/8
27/8
28/8
29/8
30/8
31/8
1/9
Data

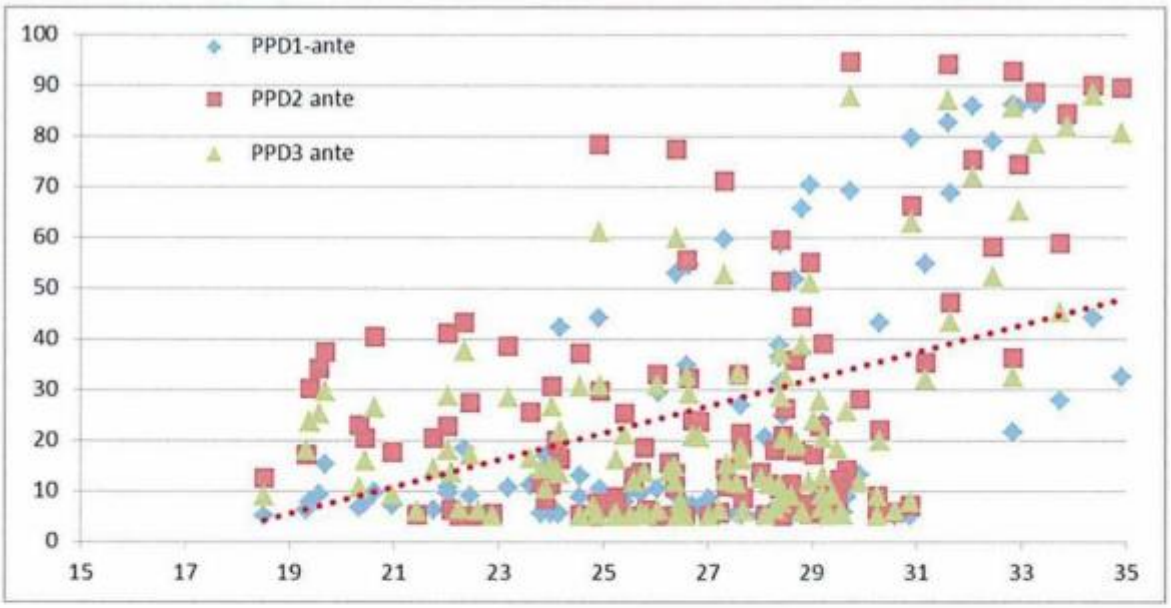

Andamento orario PPD - P2
PPD
Temperatura esterna
Irraggiamento
PPD [%]
Irraggiamento [W/m2]
Data
25/8
26/8
27/8
28/8
29/8
30/8
31/8
1/9
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

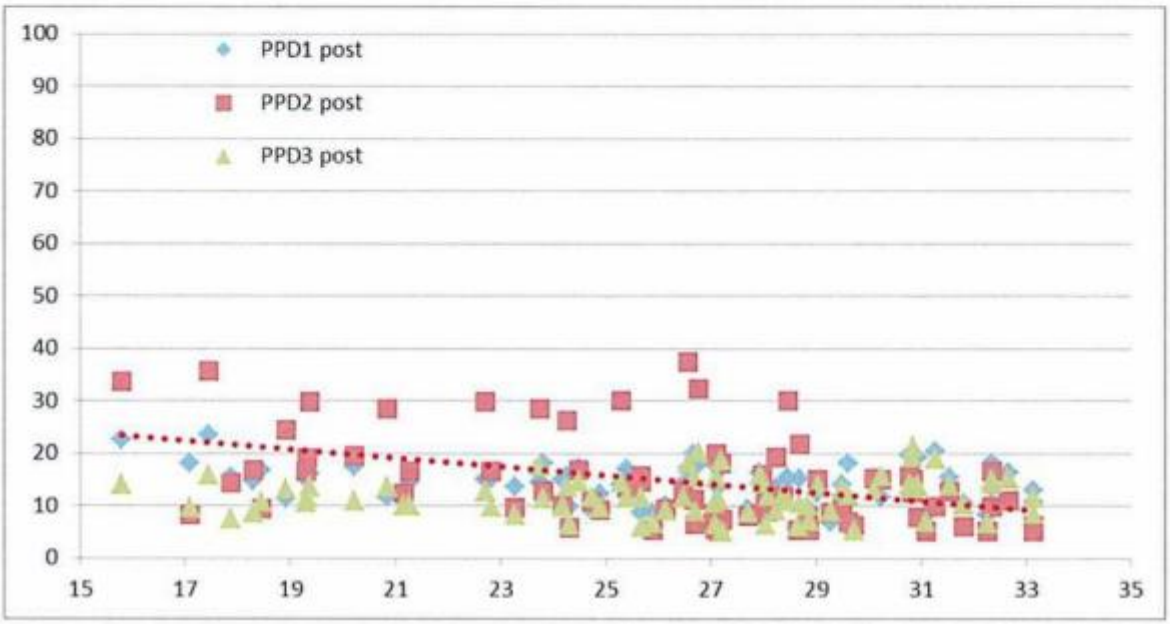

Andamento orario PMV - P2
PMV
3
2
1
0
-1
-2
-3
25/8
26/8
27/8
28/8
29/8
30/8
31/8
1/9
Data


Andamento orario PPD - P3
PPD
Temperatura esterna
Irraggiamento
PPD [%]
Irraggiamento [W/m2]
Data
25/8
26/8
27/8
28/8
29/8
30/8
31/8
1/9
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000


Andamento orario PMV - P3
PMV
3
2
1
0
-1
-2
-3
25/8
26/8
27/8
28/8
29/8
30/8
31/8
1/9
Data

A égalité de capacité de refroidissement, et quand l'installation de conditionnement n'a pas été modifiée, la sensation de *légèrement froid* est due à l'augmentation de l'efficacité de refroidissement générée par l'introduction du système d'extraction d'air installé par Vetro Ventilato. En conséquence, il s'avère nécessaire d'avoir une régulation plus adaptée aux nouveaux paramètres d'efficacité en intervenant sur le thermostat en baissant, par exemple, la température de contrôle.





Les deux graphiques précédents démontrent finalement l'introduction de l'installation d'extraction a sensiblement amélioré l'efficacité de ventilation en rendant ainsi le confort thermo hygrométrique indépendant de la température externe. En fait, la courbe de tendance du premier graphique augmente en parallèle à l'augmentation de la température extérieure ; au contraire, avec l'introduction de la nouvelle extraction d'air dans le second graphique, l'indice PPD est indépendant des conditions ambiantes.

Gli Sperimentatori

Ludovico Danza

Stefano Galli

Il Responsabile del Reparto

dott. Italo Meroni

Il Direttore f.f.

dott. Italo Meroni