

DATI METEOROLOGICI RILEVATI PRESSO  
L' ISTITUTO DI RICERCHE SULLA  
COMBUSTIONE DEL CNR

Biennio 2015-2016

Antonio Tregrossi

## ISTITUTO DI RICERCHE SULLA COMBUSTIONE DEL CNR – (IRC)

DATI METEOROLOGICI RILEVATI PRESSO L' ISTITUTO DI RICERCHE  
SULLA COMBUSTIONE DEL CNR

Biennio 2015-2016

a cura di:

Antonio Tregrossi

Energy Manager di IRC

Responsabile della Stazione Meteo presso IRC - Progetto Energy+ CNR

### Ringraziamenti

Si ringraziano il sig. Ernesto Marinò, operatore tecnico IRC, per l'assistenza e la collaborazione nella fase di installazione della stazione meteo e il sig. Antonio Cante, collaboratore tecnico IRC, per l'assistenza e la collaborazione nelle procedure di manutenzione e risoluzione dei problemi della stazione meteo.

RAPPORTO TECNICO IRC - CNR

Anno 2017, N° 2

IRC - CNR

Istituto di Ricerche sulla Combustione

Direzione e Redazione

Piazzale V. Tecchio, 80

80125, Napoli

Tel. (39) 081.768.2540

Fax (39) 081.593.6936

Rapporto terminato nel Giugno del 2017

Copyright ©, Giugno 2017, IRC - CNR

Tutti i diritti riservati. Parti di questo rapporto possono essere riprodotte previa autorizzazione citando la fonte.

All rights reserved. Parts of this paper may be reproduced with the permission of the author(s) and quoting the source.

# Dati meteorologici rilevati presso l'Istituto di Ricerche sulla Combustione del CNR

## Biennio 2015-2016

Antonio Tregrossi (a.tregrossi@irc.cnr.it)

### Sommario

Nel presente documento si riporta una selezione dei dati acquisiti negli anni 2015 e 2016 dalla stazione meteo installata presso l'Istituto di Ricerche sulla Combustione del CNR (IRC). Si descrivono inoltre le relative procedure di acquisizione dati realizzate dall'autore presso IRC. Il confronto dei dati acquisiti con quelli resi disponibili da alcuni servizi meteorologici ha permesso di verificare l'affidabilità delle misure effettuate e ha consentito di fare alcune considerazioni circa l'andamento dei parametri rilevati.

### Descrizione della stazione meteo

L'Istituto di Ricerche sulla Combustione (IRC) ospita una delle stazioni meteo della rete del progetto Energy+ del CNR<sup>1</sup>. L'autore è il responsabile della stazione meteo IRC<sup>2</sup>.

La stazione è stata installata presso il plesso sperimentale di via Metastasio dell'IRC nell'anno 2014 e ha cominciato a trasmettere dati con sufficiente regolarità dal gennaio 2015. Il gruppo sensori, montato su un palo di 2 metri alla sommità dell'edificio in cui sono allocati alcuni impianti sperimentali dell'IRC, è posizionato ad una latitudine di 40.831385°N, una longitudine di 14.196654°E e a una quota di circa 60m s.l.m. (Fig.1, Fig.2 a sinistra). La stazione è equipaggiata con un gruppo sensori *Iss Cablato Davis Vantage Pro2 Plus* per la misura della temperatura, dell'umidità, delle precipitazioni, della radiazione solare e dell'intensità e direzione del vento. Il gruppo sensori è collegato ad una consolle *Davis Weather Envoy* che è provvista anche di misuratore della pressione atmosferica. Per la comunicazione dei dati la consolle è collegata ad un data logger *Ethernet Davis WeatherLinkIP*<sup>3</sup> (Fig.2 al centro). Per proteggere quest'ultimo da sovratensioni accidentali, spesso causa di malfunzionamenti del sistema di trasmissione dati, si è provveduto ad installare un dispositivo di protezione dai picchi di tensione per la linea Ethernet (Fig.2 al centro).

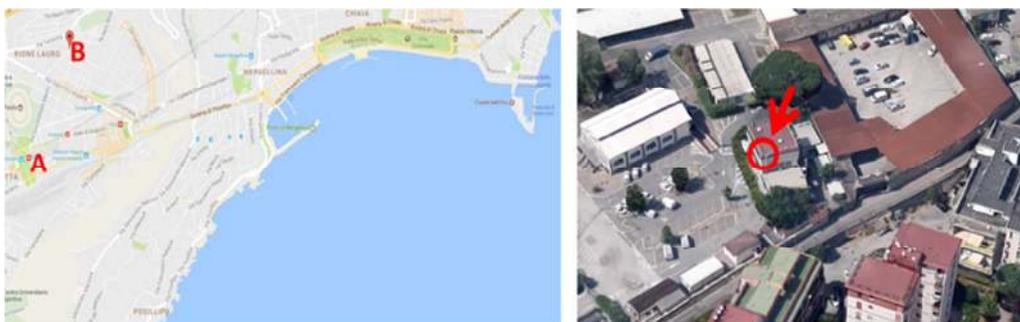


Fig. 1. La sede IRC di P.le V.Tecchio, 80 (A) e il plesso sperimentale di via Metastasio, 17 (B) nel quartiere Fuorigrotta a Napoli (foto a sinistra). Il gruppo sensori della stazione meteorologica è posizionato sulla sommità dell'edificio IRC (foto a destra). (Fonte delle illustrazioni Google Map).

<sup>1</sup> <http://www.energia.cnr.it/mappa-delle-stazioni-meteo-del-cnr.html>

<sup>2</sup> <http://www.energia.cnr.it/progetto/progetto-energy-plus.html>

<sup>3</sup> S. Di Cristofalo, PROGETTO CNR ENERGY+: IL NETWORK DELLE STAZIONI METEO [http://eprints.bice.rm.cnr.it/12749/1/Eplus\\_meteo%20station%20network.pdf](http://eprints.bice.rm.cnr.it/12749/1/Eplus_meteo%20station%20network.pdf)

A seguito delle ripetute avarie verificatesi al sistema di rilevazione pluviometrica, dovute all'accumulo di detriti all'interno dell'imbuto, si è provveduto, nel dicembre 2016, alla sua sostituzione con uno dotato di un filtro a maggiore efficienza e di dissuasori per volatili (Fig.2 a destra).

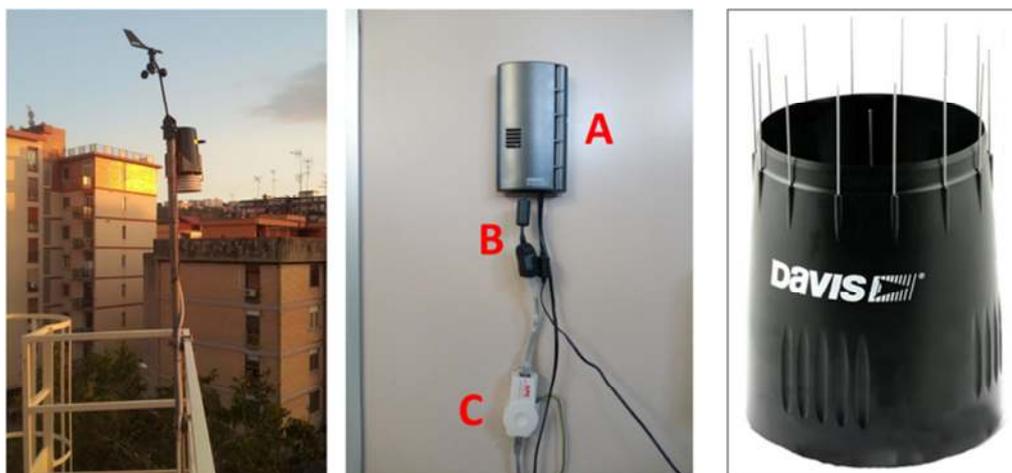


Fig.2. Gruppo sensori Iss Cablato Davis Vantage Pro2 Plus (foto a sinistra) montato su palo posto sul terrazzo dell'edificio IRC. Console Davis Weather Envoy (A) equipaggiata con data logger Ethernet Davis WeatherLinkIP (B) e dispositivo di protezione dai picchi di tensione per la linea Ethernet (C) (foto al centro). Imbuto del pluviometro con dissuasore volatili e filtro (foto a destra).

### Sistema di rilevamento e archiviazione dei dati meteo

Al data logger Davis WeatherLinkIP (Fig.2) è assegnato un indirizzo IP statico. Ciò permette il collegamento diretto al dispositivo per l'acquisizione dei parametri meteorologici misurati. Un sistema centralizzato di acquisizione da tutte le stazioni della rete dovrebbe raccogliere, attraverso questo collegamento e i suoi analoghi delle altre stazioni Energy+, tutti i dati misurati in un unico data-base.

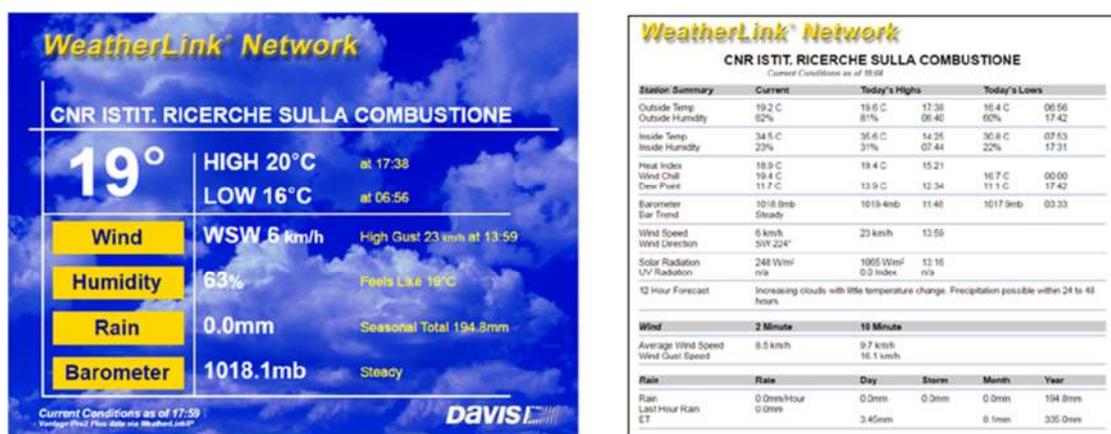


Fig. 3. Pagine web che il sito WeatherLink Network pubblica per ognuna delle stazioni meteo Davis registrata.

All'atto dell'installazione della stazione essa è stata registrata sul portale WeatherLink<sup>4</sup> gestito dalla ditta costruttrice. Ciò assicura la possibilità di accedere a pagine web pubbliche che riportano i dati meteo della stazione in tempo reale (Fig. 3).

Allo scopo di disporre dei dati acquisiti dalla stazione meteo senza però interferire con il sistema centralizzato di acquisizione in allestimento, in attesa dell'attivazione di quest'ultimo, l'autore ha

<sup>4</sup> <http://www.weatherlink.com>

progettato e realizzato una procedura di lettura e archiviazione dei dati meteo utilizzando quelli resi pubblici sul suddetto portale WeatherLink dedicato alla stazione meteo IRC. I dati vengono acquisiti da due Personal Computer, il primo è la macchina principale, il secondo, che acquisisce i dati alla stessa frequenza, è utilizzato come back-up in caso di malfunzionamenti dell'acquisizione principale. I dati sono acquisiti a intervalli di 10 minuti e sono immediatamente disponibili per il post-processamento e la eventuale visualizzazione. L'occupazione di memoria di massa complessiva dei dati acquisiti, non elaborati, è di circa 850 MB per anno. L'intervallo minimo di acquisizione programmabile è di 1 minuto e corrisponde a quello di aggiornamento della pagina del portale.

Un software scritto in QBasic estrae i dati e li organizza in un file di testo facilmente accessibile per le successive fasi di analisi e visualizzazione realizzate mediante cartelle di lavoro MS Excel opportunamente programmate.

Una selezione di dati, organizzata in forma di report quindicinale, viene pubblicata mediante un link in prima pagina del sito IRC; un altro link, nella stessa pagina, permette il collegamento alla pagina dinamica di WeatherLink relativa alla stazione IRC (Fig.4).

The screenshot shows the home page of the Istituto di Ricerche sulla Combustione (IRC). The page layout includes a header with the IRC logo and the name of the institute, and the logo of the Consiglio Nazionale delle Ricerche. A navigation menu is located below the header. The main content area features a banner with images of combustion equipment, a section titled 'ISTITUTO DI RICERCHE SULLA COMBUSTIONE' with a 'Filmati di presentazione IRC' link, and a central graphic showing various research projects. A list of activities is provided below. On the right side, there are social media icons, a section for 'Amministrazione trasparente', 'EVENTI', and 'IN EVIDENZA'. At the bottom right, there are two red arrows labeled 'A' and 'B' pointing to specific links in the 'IN EVIDENZA' section.

Fig. 4. La home page del sito web IRC con i link relativi alla pagina Weatherlink di IRC (A) e all'archivio dei bollettini meteo quindicinali IRC (B).

In figura 5 è riportato un esempio di bollettino quindicinale dei dati meteo IRC. Le serie complete in formato tabellare con risoluzione temporale di 10 minuti possono essere richieste all'autore (<mailto:a.tregrossi@irc.cnr.it>). I dati principali contenuti nelle serie sono: Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), Umidità

relativa (%), Pressione (mBar) , Vento (intensità (km/h) e direzione (gradi bussola), Radiazione solare ( $W/m^2$ ), Pioggia (mm/h). Sono riportati inoltre dati elaborati quali massimi e minimi giornalieri, ecc.

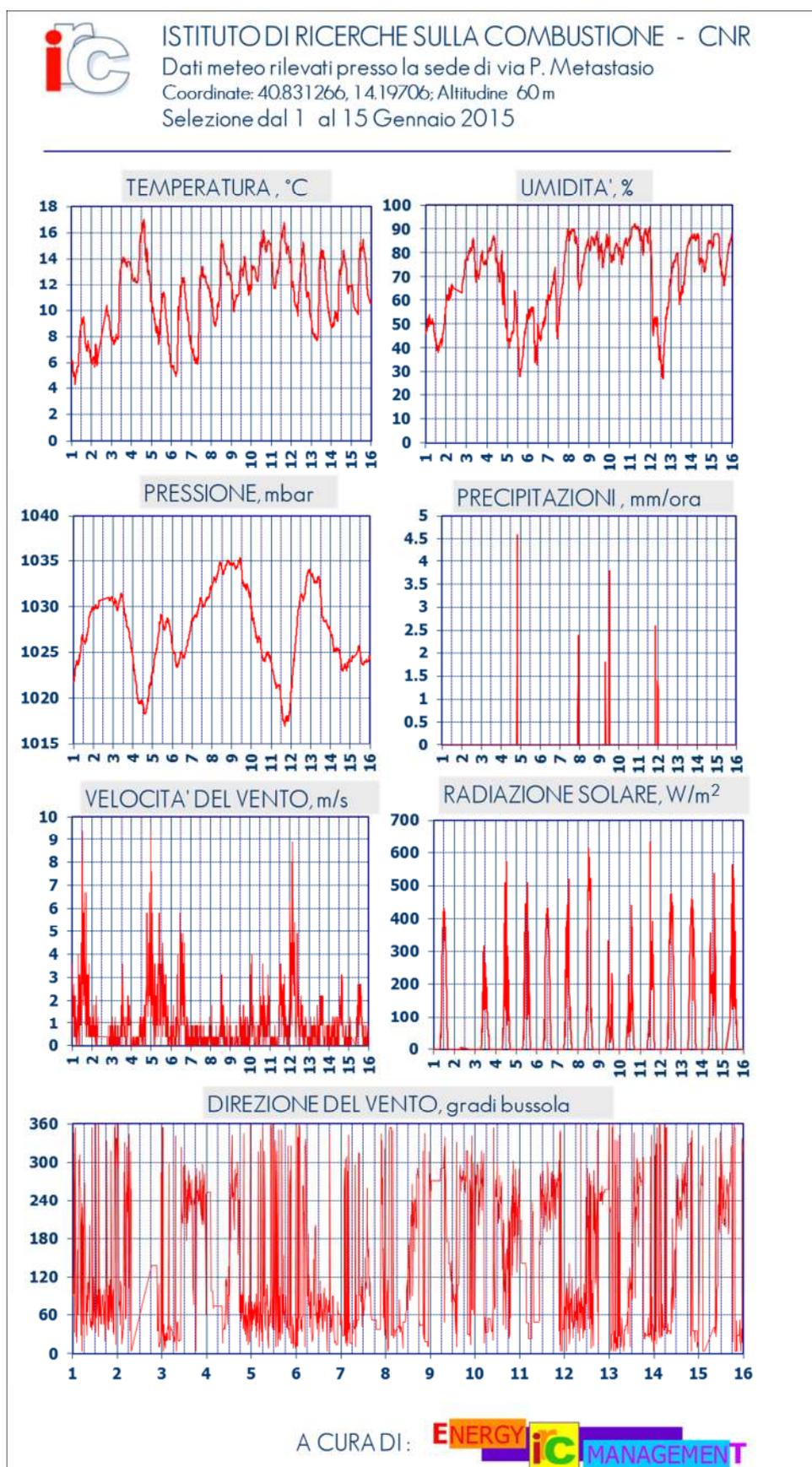


Fig. 5. Bollettino dei dati Meteo IRC relativo alla prima quindicina di Gennaio 2015.

## Dati acquisiti – Analisi, confronti e verifiche

Di seguito si riportano i profili annuali dei parametri meteorologici misurati dalla stazione IRC negli anni 2015 e 2016.

Nell'anno 2015 l'acquisizione dei dati ha subito due fermi (dalle 12 del 25/5/2016 alle 10:40 del 3/6/2015 e dalle 18:50 dell' 8/8/2015 alle 9:50 del 4/9/2015) dovuti, rispettivamente, a malfunzionamenti della infrastruttura di rete della sede IRC che ospita la stazione e ad uno stallo nella comunicazione tra il gruppo sensori e il data logger. Le medie mensili, relative a questi periodi, utilizzate nelle successive analisi dei dati, sono state pertanto calcolate per interpolazione lineare dei dati disponibili in intervalli contigui a tali periodi.

Nel 2016 l'acquisizione dati ha subito un fermo (dalle 10:10 del 22/3/2016 alle 14:10 del 20/4/2016) in seguito alla richiesta del sistema centrale di gestione dei dati delle centraline di configurare la stazione in modo che non inviasse più dati al produttore<sup>5</sup>. L'acquisizione è ripresa secondo le consuete modalità, illustrate in questo documento, in seguito alla rimozione del vincolo precedentemente imposto. I dati mancanti nel periodo di fermo sono stati integrati, per alcuni parametri (temperatura, umidità e pressione), utilizzando quelli forniti da una stazione meteo dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" installata a una distanza di poche centinaia di metri quella IRC.

Oltre a quelli già segnalati, l'acquisizione dei dati pluviometrici ha subito ulteriori e frequenti fermi dovuti alla criticità intrinseca del funzionamento dello specifico sistema di misura. L'imbuto in dotazione risultava frequentemente intasato da detriti di varia natura. Come già accennato si è ottenuto un sensibile miglioramento nel funzionamento di questo sistema sostituendo, nel dicembre 2016, il vecchio imbuto pluviometrico con uno dotato di un filtro a maggiore efficienza e di dissuasori per volatili.

Allo scopo di verificare l'affidabilità dei dati acquisiti si sono effettuati confronti con i dati forniti da alcuni servizi meteo. Le figure 6 e 7 riportano, a titolo di esempio, per i giorni dal 3 al 6 gennaio del 2015 e 2016, i dati di temperatura, pressione e umidità, della stazione IRC confrontati con quelli della stazione di Napoli-Capodichino (NC) forniti, su base oraria, dal portale *eurometeo*.<sup>6</sup>

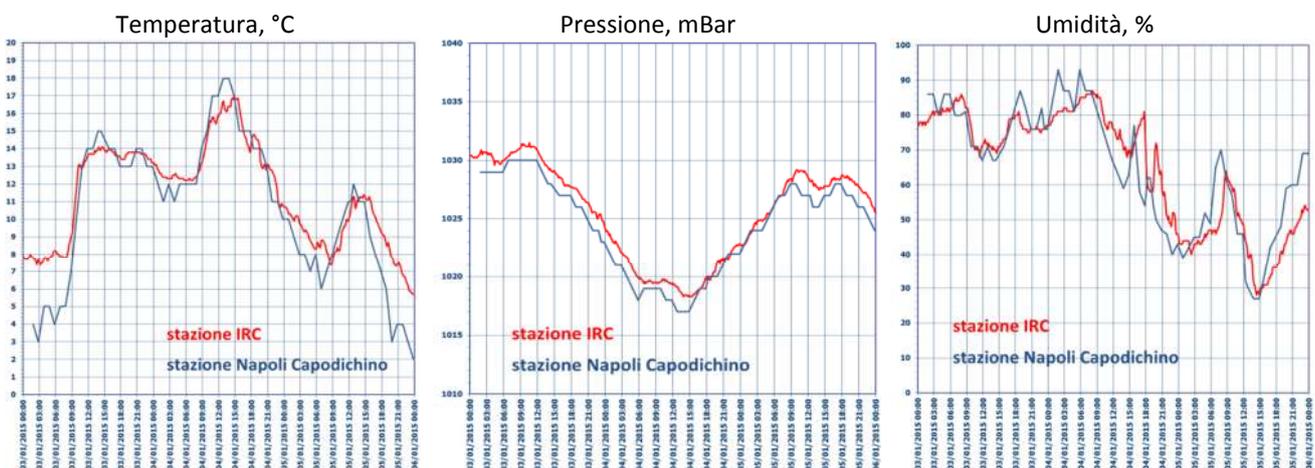


Fig. 6. Confronto dei dati rilevati dalla stazione IRC con i dati della stazione di Napoli-Capodichino dal 3 al 6 gennaio 2015.

<sup>5</sup> Loredana Versienti e Salvatore Di Cristofalo. Acquisizione di dati meteo per l'efficiamento energetico del CNR.

<http://puma.isti.cnr.it/linkdoc.php?idauth=1&idcol=1&icode=2016-TR-012&authority=cnr.isti&collection=cnr.isti&langver=it>

<sup>6</sup> [http://www.eurometeo.com/italian/condition/city\\_LIRN/archive\\_select/meteo\\_napoli-capodichino%20italia](http://www.eurometeo.com/italian/condition/city_LIRN/archive_select/meteo_napoli-capodichino%20italia)



Fig. 7. Confronto dei dati rilevati dalla stazione IRC con i dati della stazione di Napoli-Capodichino dal 3 al 6 gennaio 2016.

In Fig. 8 è riportato il confronto tra le temperature rilevate presso IRC e quelle di *eurometeo* (NC) relativo al 16 febbraio 2016 giorno in cui si sono registrate temperature ben più alte delle medie stagionali.

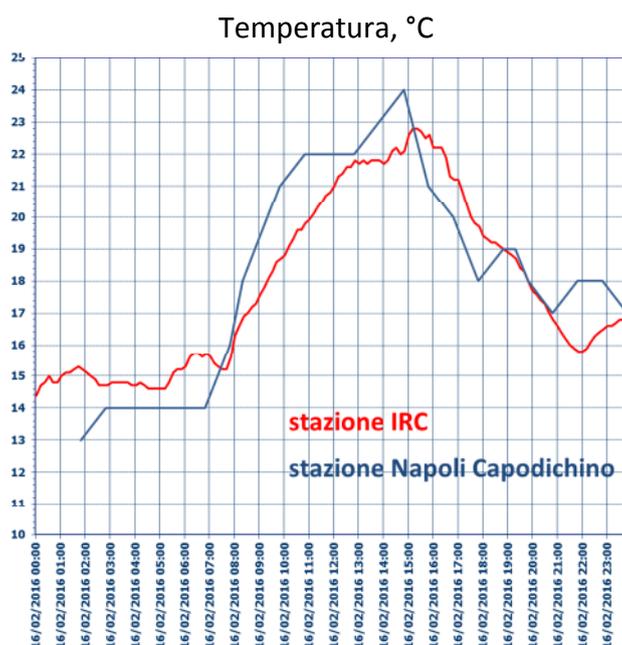


Fig. 8. Confronto dei dati rilevati dalla stazione IRC con i dati della stazione di Napoli-Capodichino il 16 febbraio 2016.

I grafici mostrano un buon accordo tra i dati, considerata la distanza tra le due stazioni (circa 9 km), la differenza di zona microclimatica e la diversa risoluzione temporale.

Le medie mensili di temperatura, umidità e radiazione solare, riferite agli anni 2015 e 2016, sono state confrontate con i dati della stazione di Napoli-Capodichino disponibili sul portale *ilmeteo.it*<sup>7</sup> e con le serie storiche (1872-2005) disponibili sul portale dell'Osservatorio Meteorologico dell'Università "Federico II" di Napoli (OM).<sup>8</sup>

<sup>7</sup> <https://www.ilmeteo.it/portale/archivio-meteo/Napoli/>

<sup>8</sup> <http://www.meteo.unina.it/clima-di-napoli>

La Figura 9 riporta i confronti delle temperature. Si nota il buon accordo tra i dati di IRC e quelli di NC. Il confronto mostra, in generale, per i due anni in esame, temperature medie superiori rispetto a quelle della serie storica.

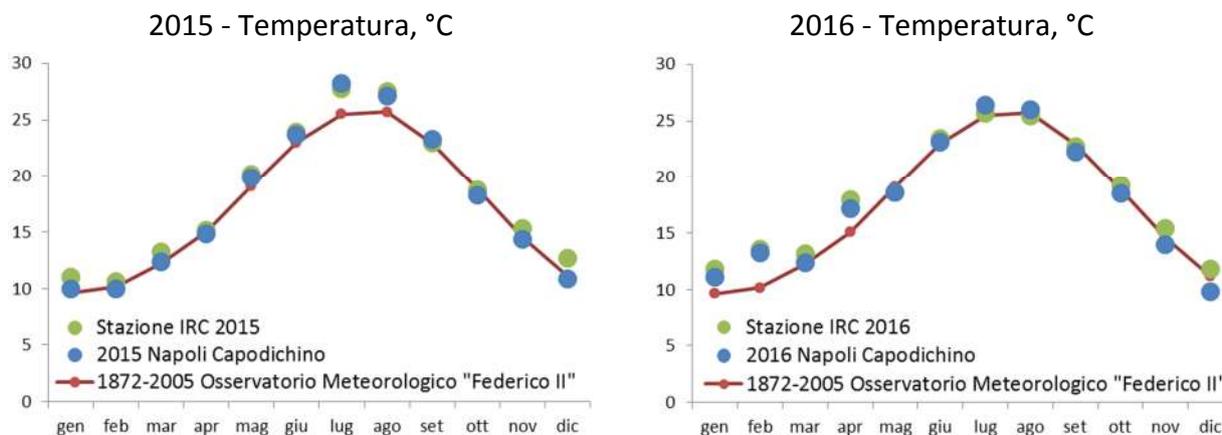


Fig. 9. Temperatura media mensile misurata presso la stazione IRC negli anni 2015 e 2016 confrontata con i corrispondenti dati relativi alla stazione di Napoli Capodichino e con la serie storica dell'Osservatorio Meteorologico dell'Università "Federico II".

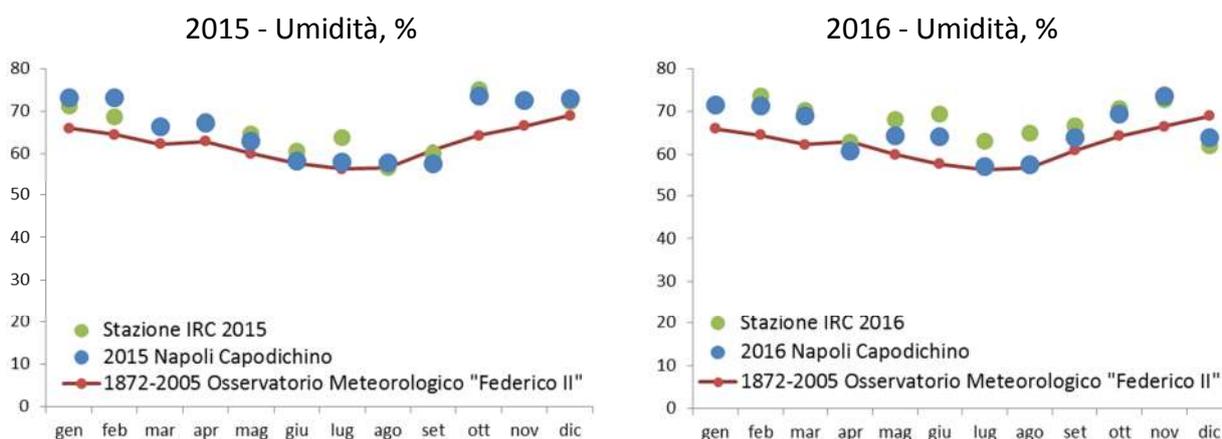


Fig. 10. Umidità media mensile misurata presso la stazione IRC negli anni 2015 e 2016 confrontata con i corrispondenti dati relativi alla stazione di Napoli Capodichino e con la serie storica dell'Osservatorio Meteorologico dell'Università "Federico II".

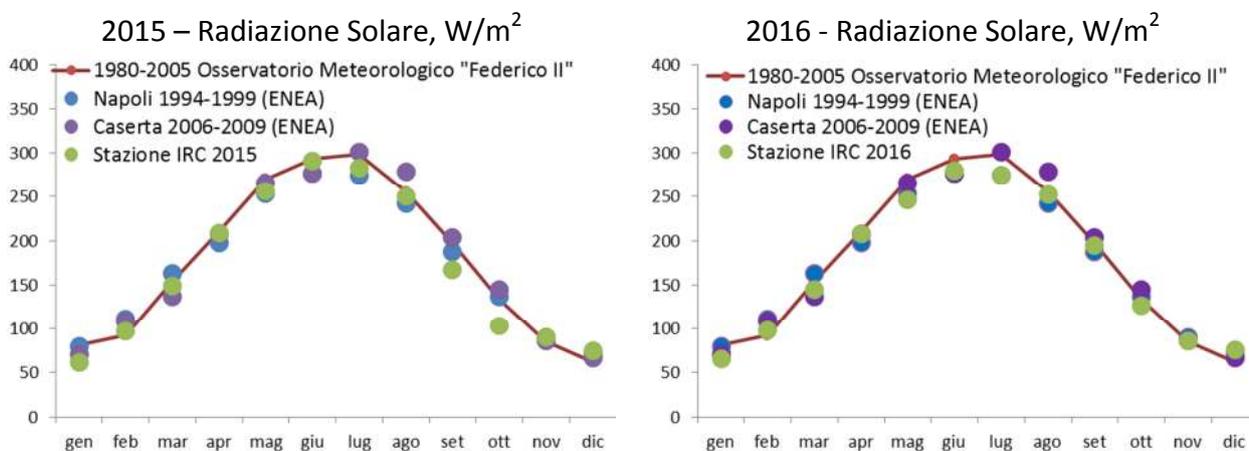


Fig. 11. Radiazione solare media mensile misurata presso la stazione IRC negli anni 2015 e 2016 confrontata con i corrispondenti dati relativi alla stazione di Napoli Capodichino, con la serie storica dell'Osservatorio Meteorologico dell'Università "Federico II" e con dati ENEA.

Nel 2015 lo scostamento è stato più sensibile nei mesi di luglio e agosto, mentre nel 2016 le temperature medie si sono mostrate sensibilmente più alte nei mesi da gennaio a aprile.

In Figura 10 sono riportati i confronti dei dati di umidità, generalmente i valori della serie storica sono più bassi di quelli misurati da IRC e NC.

La Figura 11 mostra le medie mensili di radiazione solare misurate negli anni 2015 e 2016 presso IRC confrontate con la serie storica dell'OM che, in questo caso, si riferisce gli anni 1980-2005. Ulteriori dati di confronto sono le medie 1994-1999<sup>9</sup> e 2006-2009<sup>10</sup> stimate/rilevate da ENEA. Si nota un buon accordo con i valori misurati da IRC. Le medie 2006-2009 si riferiscono alla stazione meteo di Vitulazio (CE), la più vicina a Napoli per la quale si avevano dati.

### **Profili annuali dei parametri misurati**

Di seguito di riportano i profili relativi agli anni 2015 e 2016 dei parametri meteo misurati presso la stazione IRC. Le interruzioni nei tracciati si riferiscono ai periodi di fermo descritti in precedenza.

Anno 2015 - Temperatura, °C

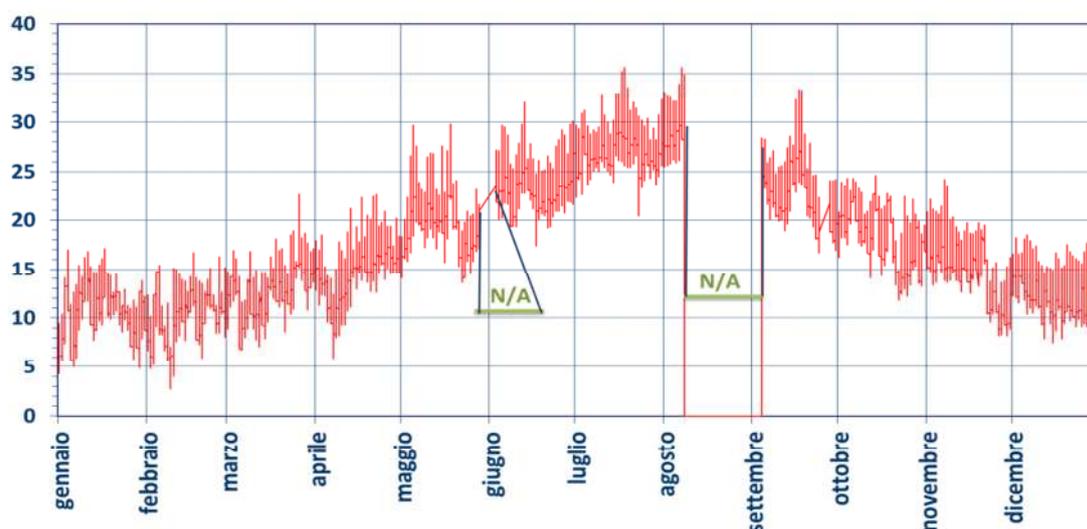


Fig. 12. Temperatura misurata nell'anno 2015

Anno 2016 - Temperatura, °C

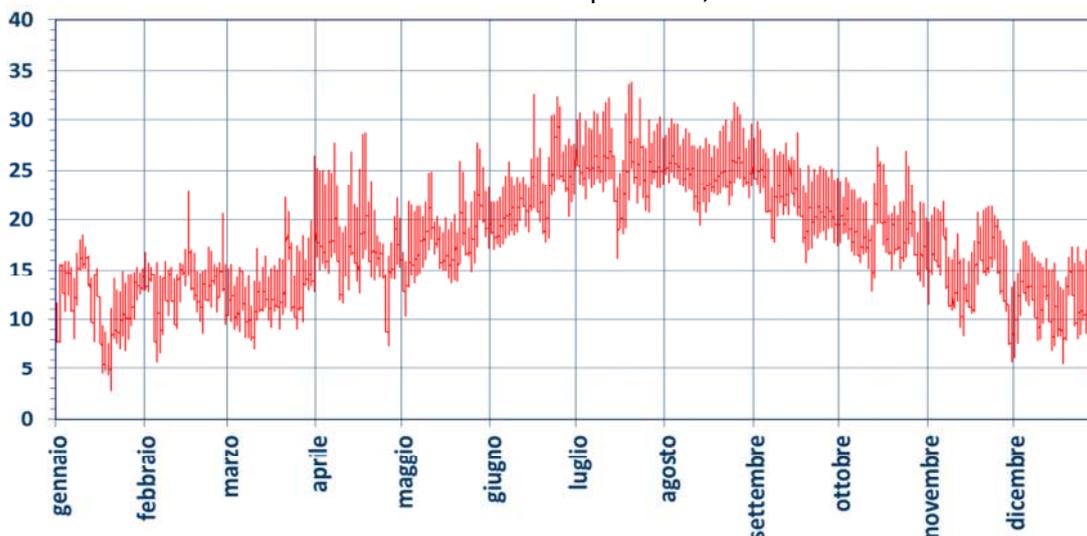


Fig. 13. Temperatura misurata nell'anno 2016

<sup>9</sup> S.Petrarca, E. Cogliani, F. Spinelli - La radiazione solare globale al suolo in Italia - Anni 1998-1999 e media 1994-1999 ENEA [http://clisun.casaccia.enea.it/Pagine/Documenti/La\\_radiazione\\_solare\\_globale\\_al%20suolo\\_in\\_Italia\\_\(senza\\_mappe\).pdf](http://clisun.casaccia.enea.it/Pagine/Documenti/La_radiazione_solare_globale_al%20suolo_in_Italia_(senza_mappe).pdf)

<sup>10</sup> G.Riva, G. Murano, Aggiornamento parametri climatici nazionali e zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva, Report RdS/2013/153, ENEA - Ricerca di Sistema Elettrico [http://www.enea.it/it/Ricerca\\_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/edifici-pa/2012/rds-2013-153.pdf](http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/edifici-pa/2012/rds-2013-153.pdf)

In tabella 1 sono riportati i valori di temperatura massimi e minimi rilevati e la temperatura media mensile.

Nel 2015 la temperatura più alta si è raggiunta nei mesi di luglio e agosto, mentre la più bassa nel mese di febbraio. Nel 2016 la temperatura massima si è raggiunta a luglio, mentre la minima a gennaio.

Tab. 1. Temperature minime e massime e temperatura media mensile rilevate dalla stazione meteo IRC per gli anni 2015 e 2016.

		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
2015 IRC	Tmax	17.1	16.7	22.6	22.6	29.8	32	35.6	35.6	33.4	24.6	24.2	18.5
	Tmin	4.3	2.7	6.8	5.9	13.6	17.4	20.4	25.5	16.7	11.8	8.2	7.5
	T media	11.0	10.6	13.3	15.2	20.2	24.0	27.7	27.5	23.0	18.8	15.4	12.7
2016 IRC	Tmax	18.5	22.8	26.4	28.7	27.7	32.7	33.9	31.7	29.8	27.3	21.8	17.9
	Tmin	2.8	5.8	7.1	7.4	10.3	17.1	16.2	19.4	15.8	12.8	5.8	4.2
	T media	11.9	13.6	13.2	18.0	18.6	23.4	25.7	25.5	22.7	19.3	15.4	11.9

Anno 2015 - Pressione, mBar

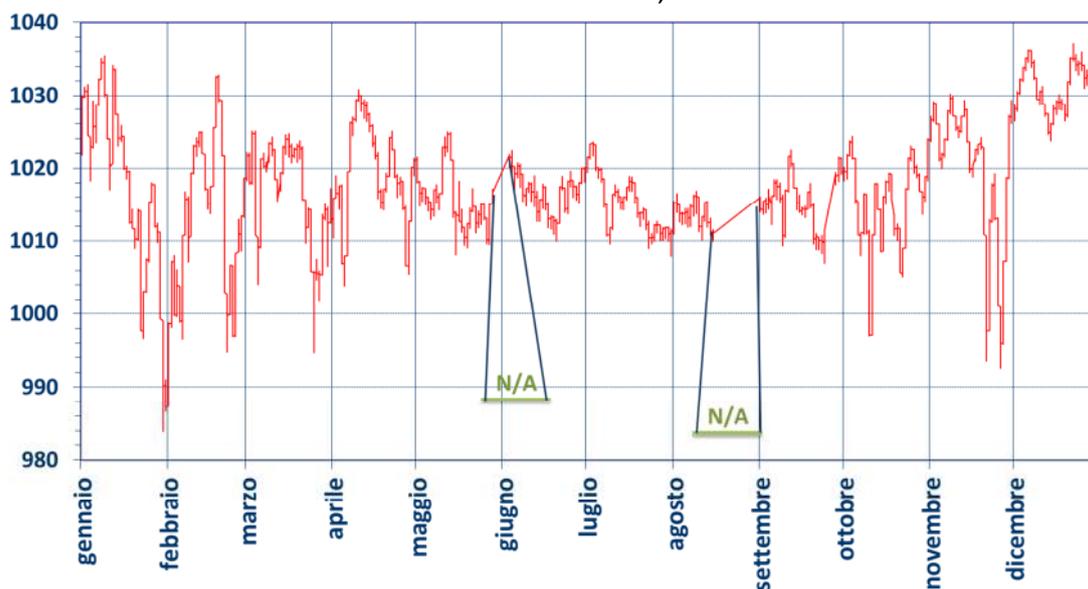


Fig. 14. Pressione misurata nell'anno 2015

Anno 2016 – Pressione, mBar

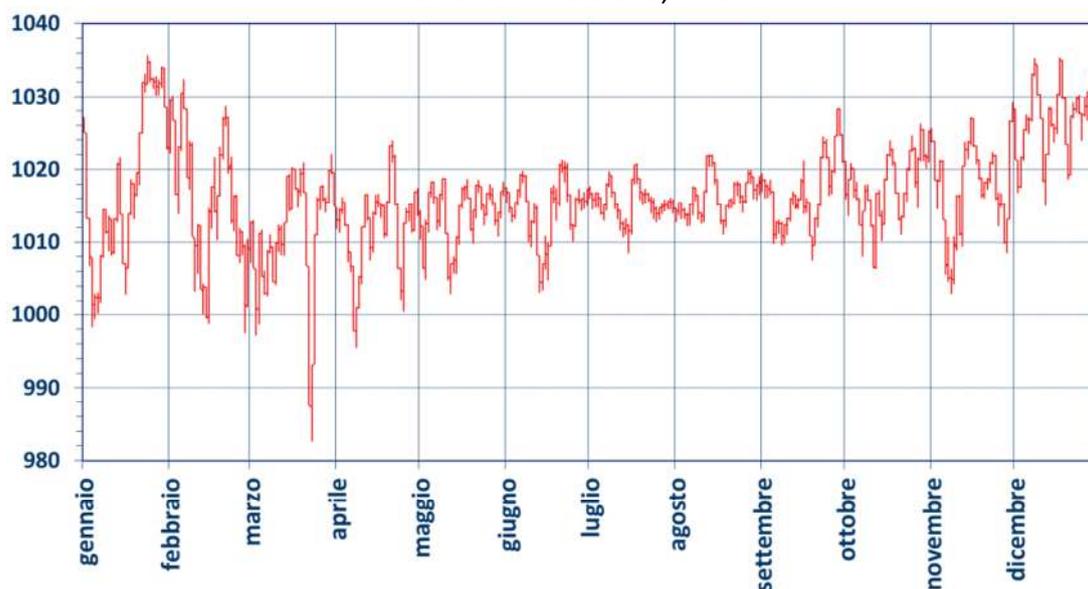


Fig. 15. Pressione misurata nell'anno 2016

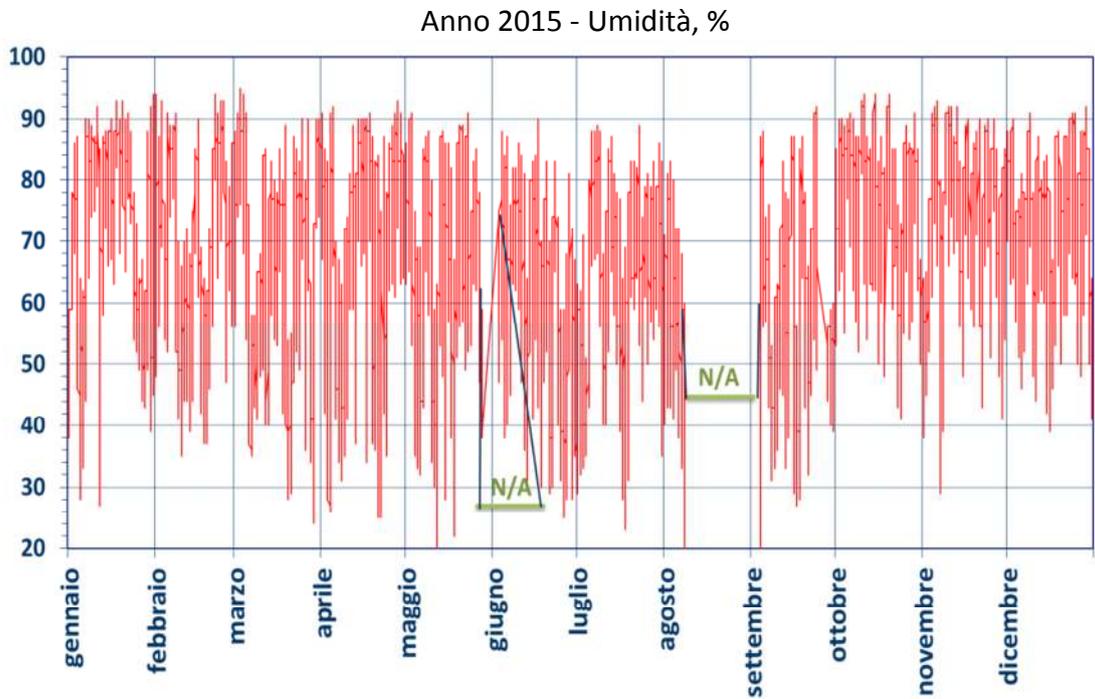


Fig. 16. Umidità misurata nell'anno 2015

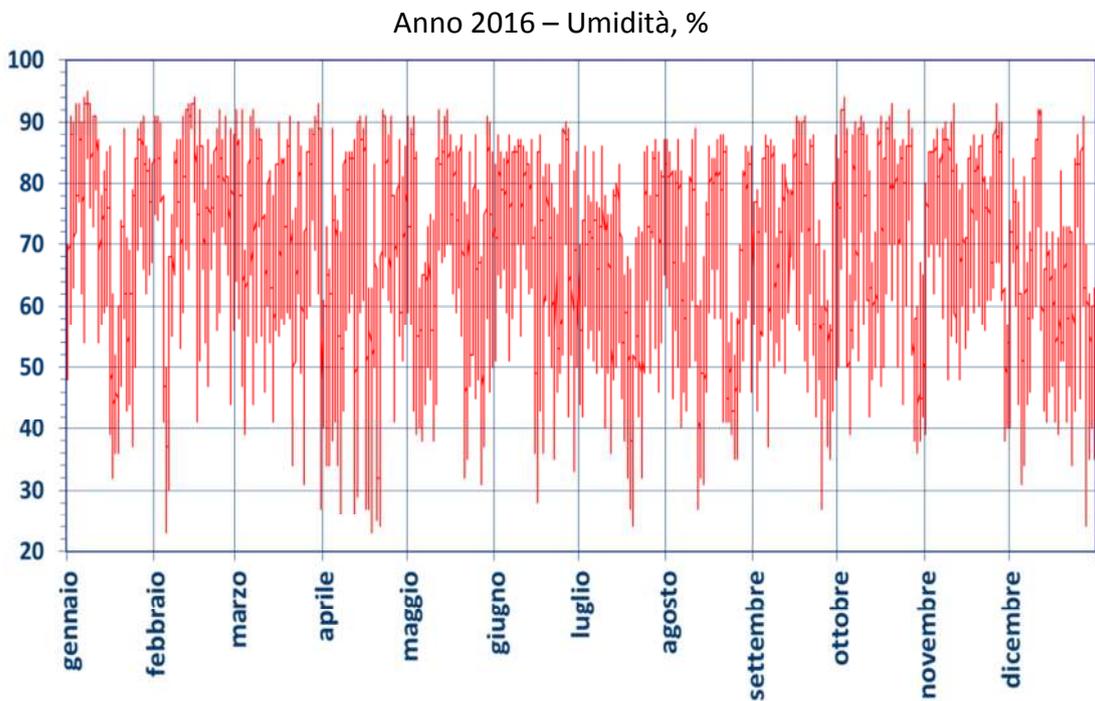


Fig. 17. Umidità misurata nell'anno 2016

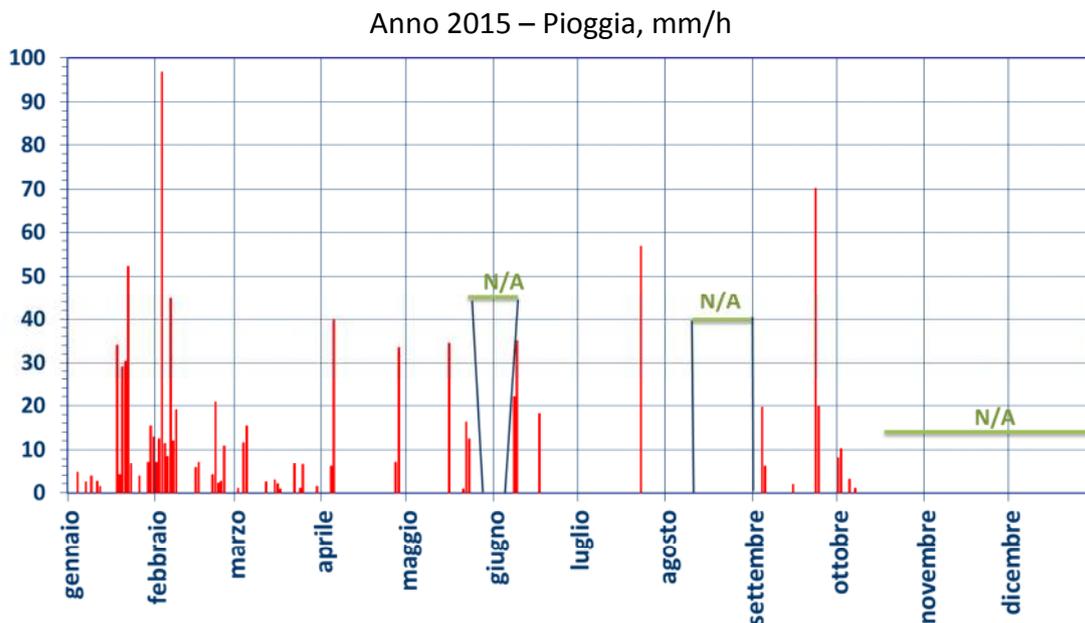


Fig. 18. Intensità di pioggia misurata nell'anno 2015

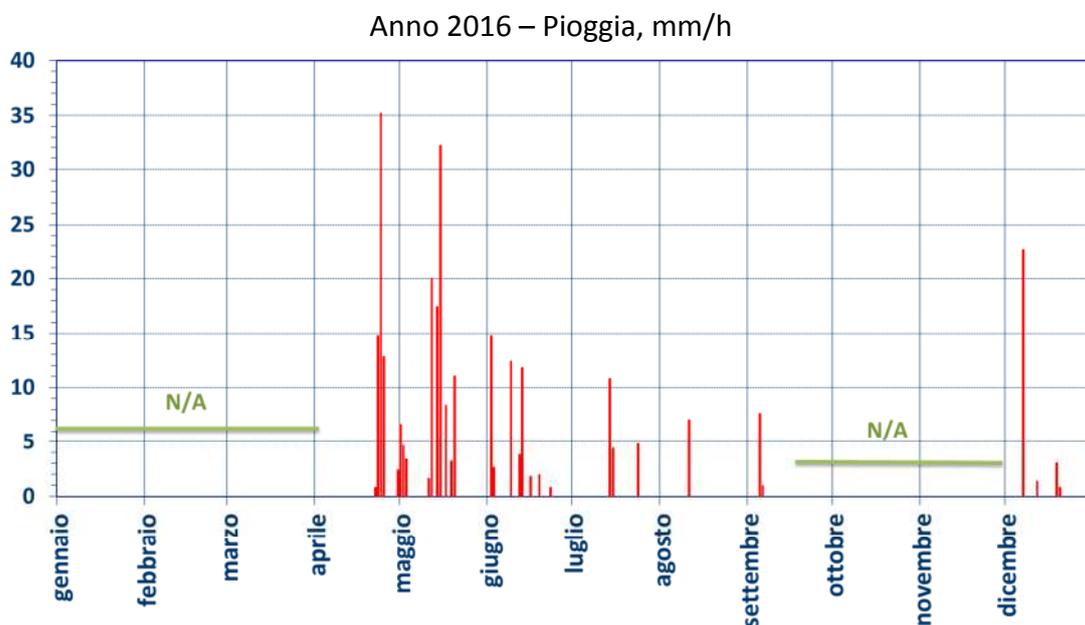


Fig. 19. Intensità di pioggia misurata nell'anno 2016

Come si nota dalle figure 18 e 19 i periodi di fermo per le misure dell'intensità di pioggia sono superiori a quelli relativi alle misurazioni degli altri parametri. Ciò per le già citate criticità connesse al particolare sistema di misura, superate dal miglioramento di alcuni componenti del sistema stesso.

Anno 2015 – Radiazione solare, W/m<sup>2</sup>

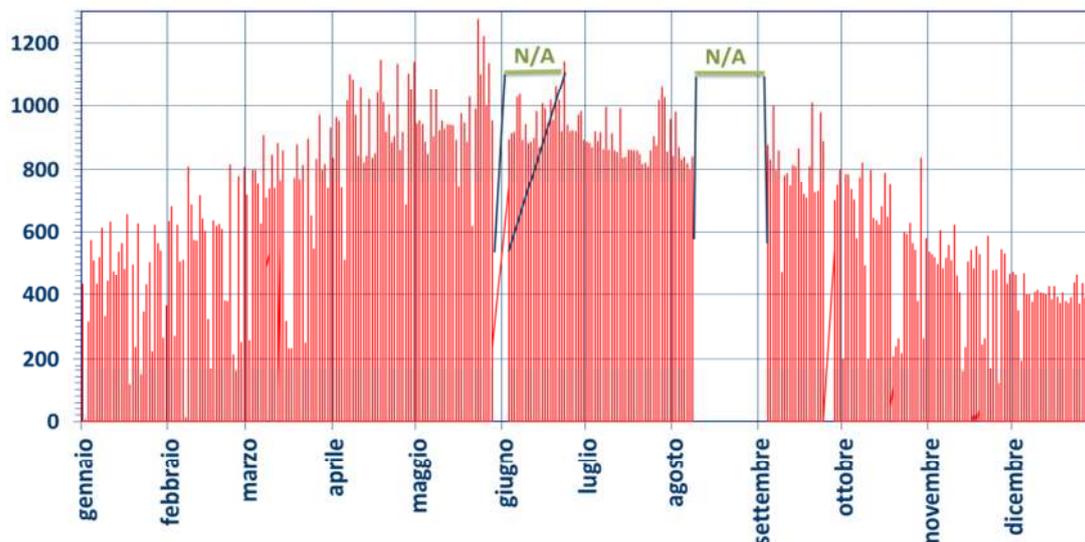


Fig. 20. Radiazione solare misurata nell'anno 2015

Anno 2016 – Radiazione solare, W/m<sup>2</sup>

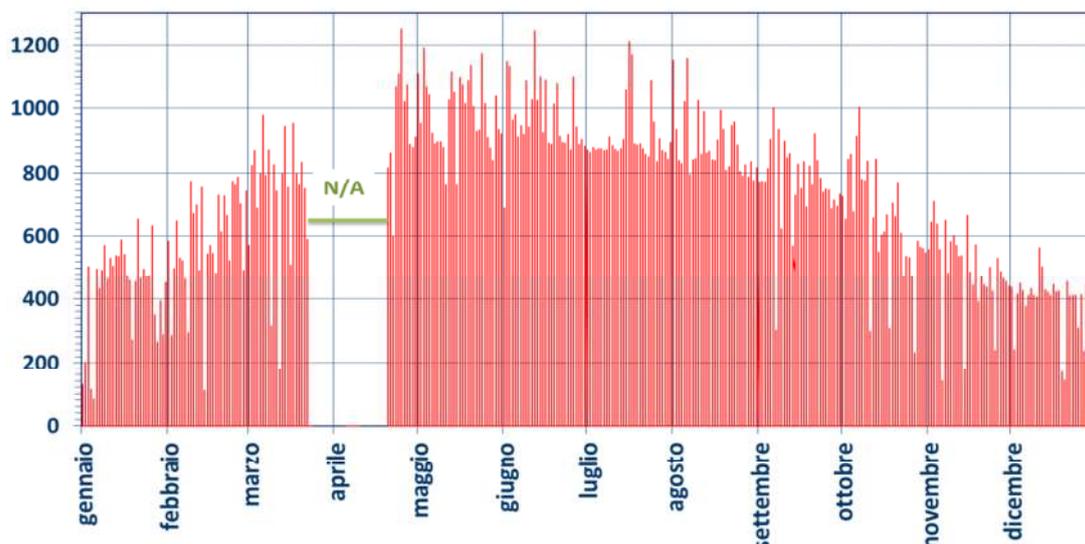


Fig. 21. Radiazione solare misurata nell'anno 2016

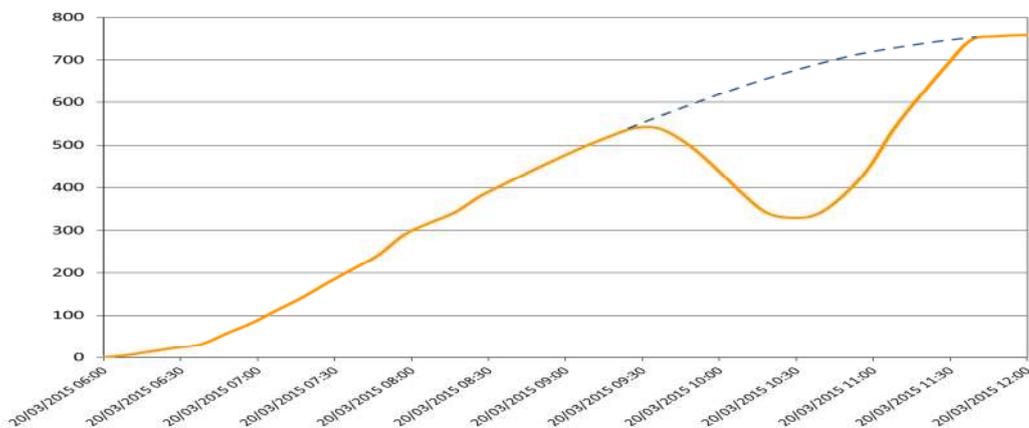


Fig. 22. Radiazione solare misurata durante l'eclissi solare del 20 marzo 2015

In fig.22 si riporta l'andamento della radiazione solare nel corso dell'eclissi verificatasi il 20 marzo 2015. Le condizioni meteo hanno permesso una rilevazione ottimale del fenomeno. L'eclissi è durata dalle 9:30 alle 11:30 circa. Durante l'evento si è valutata una perdita dell'insolazione del 27%.

Anno 2015 – Velocità del vento, km/h

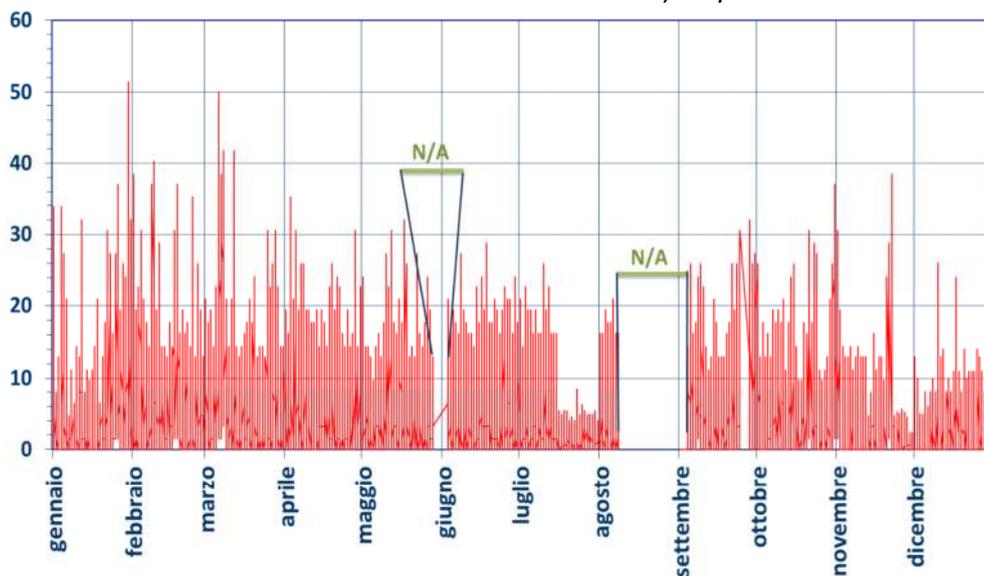


Fig. 23. Velocità del vento misurata nell'anno 2015

Anno 2016 – Velocità del vento, km/h

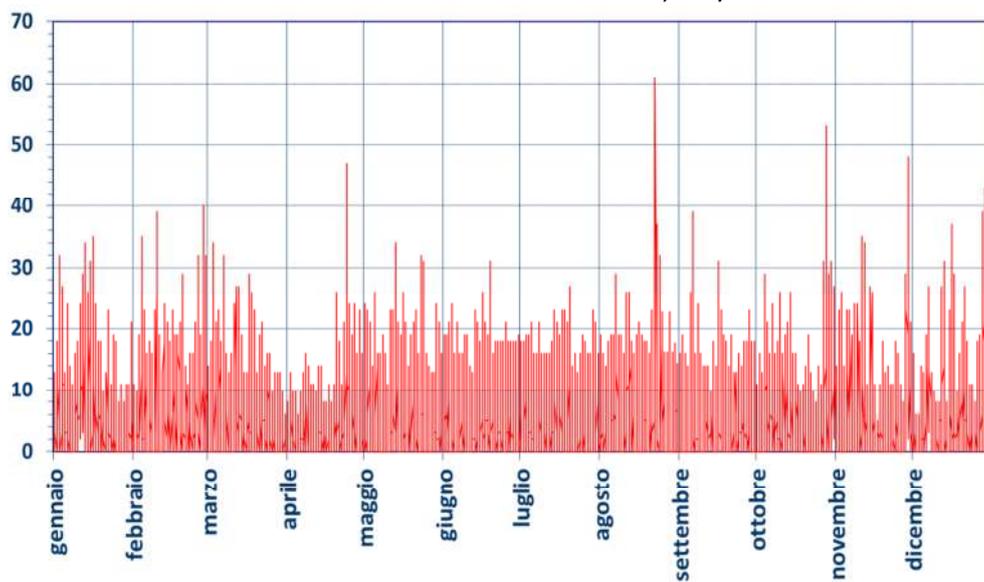


Fig. 24. Velocità del vento misurata nell'anno 2016

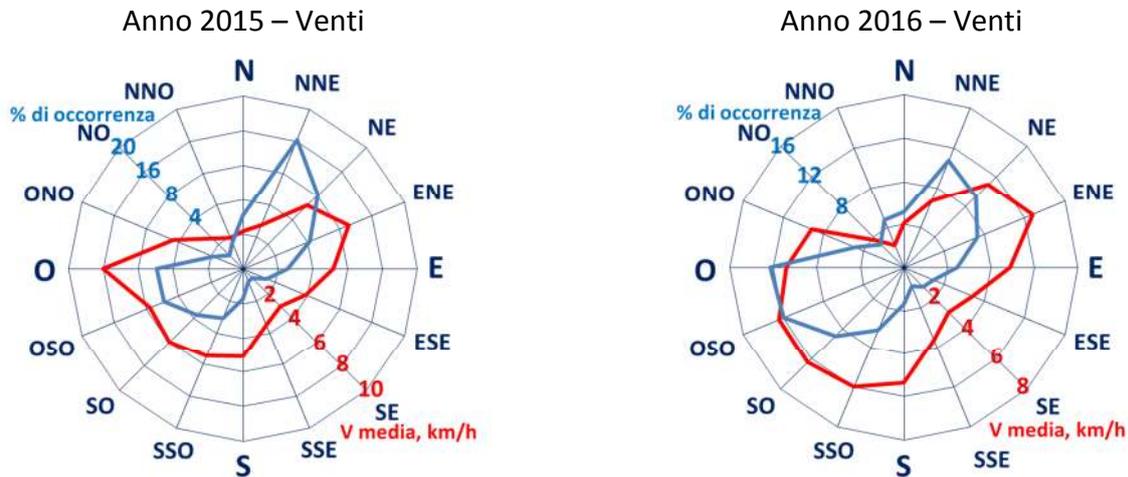


Fig. 25. Grafici polari cumulati della percentuale di occorrenza della direzione di provenienza del vento e della velocità scalare media per gli anni 2015 e 2016.

I grafici polari in fig. 25 mostrano una predominanza dei venti provenienti dal primo e dal terzo quadrante.

### **Conclusioni**

A fine 2014, presso il plesso sperimentale di via Pietro Metastasio, 17 dell'Istituto di Ricerche sulla Combustione di Napoli (IRC), è stata installata una delle stazioni meteo della rete del progetto Energy+ del CNR.

Per superare alcune criticità del sistema di misura dei dati meteo sono stati effettuati, in seguito, degli interventi di integrazione e miglioramento dei dispositivi.

Allo scopo di disporre dei dati acquisiti dalla stazione meteo senza però interferire con il sistema centralizzato di acquisizione in allestimento, in attesa dell'attivazione di quest'ultimo, l'autore ha progettato e realizzato una procedura di lettura e archiviazione dei dati meteo utilizzando quelli resi pubblici nel WeatherLink dedicato alla stazione meteo IRC.

Questo sistema di acquisizione si è dimostrato sufficientemente affidabile. A oggi si dispone di serie pressoché complete di temperatura, pressione, umidità, radiazione solare, direzione e intensità del vento, con risoluzione temporale di 10 minuti, per gli anni 2015 e 2016. Le serie, in formato tabellare, possono essere richieste all'autore (<mailto:a.tregrossi@irc.cnr.it>).

Il confronto dei dati acquisiti con quelli resi disponibili da alcuni servizi meteorologici ha permesso di verificare l'affidabilità delle misure effettuate e ha consentito di fare alcune considerazioni circa l'andamento dei parametri rilevati.

Una selezione di dati, organizzata in forma di report quindicinale, viene pubblicata mediante un link in prima pagina del sito IRC.

I dati acquisiti potranno essere di ausilio per valutazioni più dettagliate sui consumi e per tutte le attività sperimentali di IRC che necessitano di dati meteo locali e con alta risoluzione temporale.

### **Ringraziamenti**

Si ringraziano il sig. Ernesto Marinò, operatore tecnico IRC, per l'assistenza e la collaborazione nella fase di installazione della stazione meteo e il sig. Antonio Cante, collaboratore tecnico IRC, per l'assistenza e la collaborazione nelle procedure di manutenzione e risoluzione dei problemi della stazione meteo.