UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Civile ed Ambientale

Relazione tra COVID-19, temperatura ed umidità

Relationship between COVID-19, temperature and humidity

Relatore:

Prof. Ing. Giorgio PASSERINI

Correlatore:

Ing. Simone VIRGILI

Tesi di Laurea di:

Elia MUGLIAROLI

ANNO ACCADEMICO 2019 / 2020

Sommario

Introduzione 4

Capitolo 1 6

1.1 Storia delle Pandemie 6

1.2 Relazione tra ambiente e pandemie 8

1.3 Interazioni sociali tra l'uomo e le pandemie 12

Capitolo 2 14

2.1 Protezione Civile durante la pandemia COVID-19 14

2.2 Raccolta dati 15

2.3 Modello WRF-chem 17

2.3.1 Dati WRF Piemonte 18

2.3.2 Dati WRF Emilia Romagna 22

2.4 Metodo di calcolo 27

2.4.1 Tabelle dati temperatura e incrementi giornalieri COVID-19 Regione Piemonte 31

2.4.2 Tabelle dati temperatura e incrementi giornalieri COVID-19 Regione Emilia Romagna 36

Capitolo 3 43

3.1 Correlazione tra temperatura e COVID-19 mese di marzo Piemonte 43

3.2 Correlazione tra temperatura e COVID-19 mese di aprile Piemonte 47

3.3 Correlazione tra temperatura e COVID-19 mese di marzo Emilia Romagna 50

3.4 Correlazione tra temperatura e COVID-19 per il mese di aprile Emilia Romagna 54

3.5 Correlazione tra temperatura e COVID-19 per i mesi di marzo e aprile Piemonte 57

3.6 Correlazione tra temperatura e COVID-19 per i mesi di marzo e aprile Emilia Romagna 61

3.7 Correlazione tra umidità relativa (RH) e COVID-19 Piemonte 64

3.8 Correlazione tra umidità relativa (RH) e COVID-19 Emilia Romagna 68

Capitolo 4 72

4.1 Risultati aggregati per le correlazioni tra temperatura e COVID-19 del Piemonte 72

4.2 Risultati aggregati per le correlazioni tra temperatura e COVID-19 dell' Emilia Romagna 74

4.3 Risultati aggregati per le correlazioni tra umidità relativa e COVID-19 del Piemonte 75

4.4 Risultati aggregati per le correlazioni tra umidità relativa e COVID-19 dell' Emilia Romagna 76

Conclusioni 78

Bibliografia 80

Introduzione

L'uomo da sempre "combatte" contro l'attacco di virus. Questi attacchi si manifestano spesso in epidemie, più raramente in pandemie, che coinvolgono gran parte della popolazione mondiale.

Durante questo studio di tesi, purtroppo, l'umanità sta attraversando la peggiore pandemia del nuovo millennio, quella creata dal Coronavirus COVID-19.

Per avere maggiore conoscenza delle cause di insorgenza ed espansione di queste calamità, la ricerca scientifica è in continua evoluzione per fornire più informazioni possibili affinché in futuro si riesca a contenere queste situazioni spiacevoli.

Lo studio in esame si basa sull'evidenziare i risultati ottenuti dalle correlazioni tra COVID-19, temperatura ed umidità. L'analisi si svolge per province di Piemonte ed Emilia Romagna confinanti con la Lombardia, la quale, ad oggi, risulta essere la regione italiana maggiormente colpita dalla pandemia. Recenti studi hanno dimostrato che proprio in Lombardia c'è buona attendibilità delle correlazioni oggetto di studio. Quindi l'oggetto del lavoro è quello di produrre una correlazione che sia quanto più attendibile.

Le province prese in esame sono Alessandria, Verbania, Novara, Vercelli e Asti, per il Piemonte e, Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena e Ferrara, per l'Emilia Romagna. Il periodo considerato per l'analisi di studio ha coinvolto i mesi di marzo e aprile.

Sono stati raccolti i dati dei contagi COVID-19 attraverso il portale del Dipartimento della Protezione Civile, che ha gestito le operazioni di contrasto della pandemia.

Dalle ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) sono stati prelevati i dati della temperatura. Mentre i dati dell'umidità sono stati ricavati dal modello WRF-chem. Un modello di previsione numerica usato per la ricerca atmosferica e esigenze operative di previsione.

Le correlazioni sono state esposte graficamente e numericamente, attraverso opportuni coefficienti che hanno dimostrato la loro attendibilità.

Capitolo 1

1.1 Storia delle Pandemie

La storia dell'Uomo è stata caratterizzata da molteplici epidemie e pandemie. Lo sviluppo di epidemie in specifiche zone del globo, causate da virus spesso ignoti o non conosciuti in modo approfondito dalla ricerca scientifica, sfociano in vere e proprie pandemie che possono investire gran parte dell'umanità mondiale. Proprio questa è la sostanziale differenza tra epidemie e pandemie. Nel significato più specifico una pandemia è un'epidemia che colpisce più popolazioni, in modo più o meno rapido in base al potere contagiante del virus.

"Un'infezione pandemica, ad esempio, si verifica quando un nuovo virus influenzale, rispetto al quale non vi è immunità, fa il suo primo ingresso in una popolazione e quindi, con estrema rapidità, si diffonde in tutto il mondo, aiutato dalla crescente interconnessione ed efficienza della rete di trasporti globale". (Melegaro)

Generalmente le pandemie hanno origine da virus che si sviluppano negli animali da allevamento che vivono a stretto contatto con le persone in grandi agglomerati urbani. Meno frequente è lo sviluppo di epidemie dovute alla colonizzazione di virus e batteri sconosciuti ai sistemi immunitari dell'uomo.

Per essere un'epidemia dichiarata pandemia, deve rispettare una classificazione con sei criteri progressivi sviluppata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

Molteplici sono le pandemie che hanno attaccato l'umanità nel corso dei secoli. Tra le più importanti e remote c'è la peste nera, sviluppatasi nel 1300, dovuta ad un batterio presente nei ratti e diffusa attraverso le pulci. Per evitare conseguenze peggiori che la malattia stava portando, proprio in questo periodo fu inventata la quarantena.

La più terribile delle pandemie è stata la Spagnola, oltre per la sua enorme mortalità, colpì i vari continenti in un periodo (1918-1920) dove le popolazioni erano fortemente debilitate dalla Grande Guerra. Si stima che questa pandemia abbia ucciso più di 50 milioni di persone nel mondo, la sua trasmissione, avvenuta attraverso uccelli o suini, fu sicuramente incentivata dallo spostamento dei militari durante la Prima Guerra Mondiale.

Più recenti sono l'influenza asiatica (1956) e la Sars (2003) (prima epidemia da Coronavirus del ventunesimo secolo). Entrambe trasmesse da anatre selvatiche della Cina, la prima provocò circa 1 milione di vittime, la seconda ebbe una mortalità molto inferiore, 8200 vittime nel mondo, tra cui il noto medico Carlo Urbani che identificò per primo il virus.

Importante ricordare tra le recenti pandemie l'influenza suina del 2009. Il contagio ebbe origine in Messico, diffondendosi poi in modo più o meno importante in tutto il globo e, fu causato da un virus che attaccò i maiali con un elevata diffusione ma creò bassa mortalità. L'uomo venne infetto per via aerea principalmente se a contatto con i suini o con la trasmissione tra persone attraverso la diffusione di goccioline del respiro. Si stima che l'influenza suina abbia contagiato più di 1,6 milioni di persone nel mondo provocando circa 18000 vittime (morti confermate in laboratorio).

Ultima pandemia, che tuttora stiamo attraversando, è la Sars-Cov-2 la quale provoca la malattia respiratoria denominata COVID-19. Fa parte della famiglia dei Coronavirus ed è strettamente correlata alla Sars. Il SARS-CoV-2 è stato identificato per la prima volta nella città di Wuhan, nella provincia di Hubei, in Cina. Ad oggi la comunità scientifica non ha identificato la fonte dell'infezione ma si presume abbia un'origine animale, probabilmente nei pipistrelli. Il contagio tra le persone avviene per stretto contatto, attraverso le goccioline del respiro delle persone infette. Inizialmente questa malattia, nella generalità sei casi che nei quali si manifesta, causa febbre, tosse e stanchezza che nelle situazioni più gravi possono sfociare in crisi respiratorie. Per prevenire i contagi da COVID-19

sono state attuate misure di prevenzione assai ostiche a causa della forte potenzialità di contagio. In Italia il governo ha esercitato una chiusura di tutte le attività ad eccezione di quelle di prima necessità e ha vietato alla popolazione, per più di 2 mesi, l'uscita dalle proprie abitazioni se non per funzioni indispensabili. Purtroppo le vittime per COVID-19 nel mondo sono in continuo aumento e ad oggi si contano più di mezzo milioni di decessi.

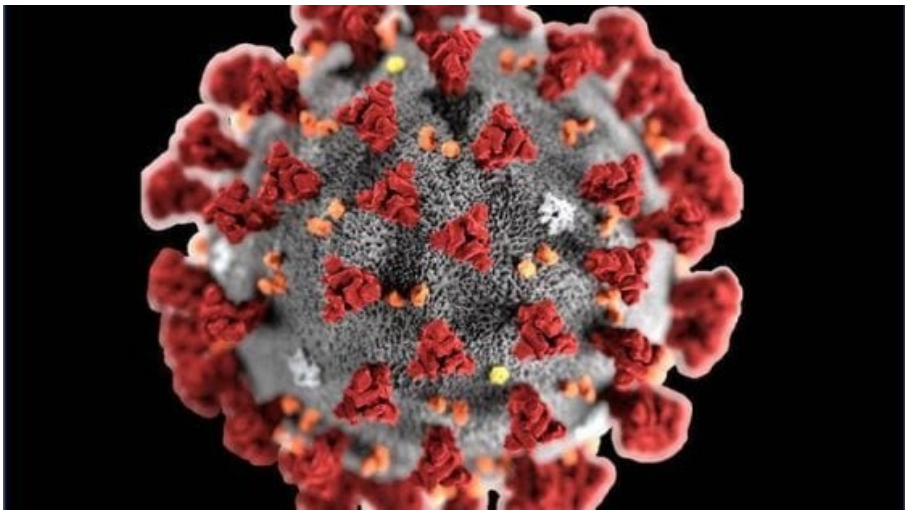


Figura 1: Il Coronavirus COVID-19 al microscopio

1.2 Relazione tra ambiente e pandemie

Le malattie umane sono per la maggior parte derivanti da animali, per lo più animali selvatici, i quali vengono considerati "serbatoi" di virus e batteri avendo evoluto nel tempo una capacità di resistenza fisiologica o immunità alle patologie causate da questi agenti.

Il fenomeno di trasmissione delle malattie virali o batteriche tra animale e uomo viene indicata con il nome di zoonosi. Tra le zoonosi appartengono anche i Coronavirus. Affinché gli animali siano in grado di contagiare gli esseri umani, i virus mutano i loro geni e acquisiscono nuove capacità come quella di produrre nuove versioni delle proteine del capside, in grado di attaccare le cellule umane e riprodursi efficacemente. Questa capacità di mutamento è più probabile che avvenga quando il contatto tra animale e

uomo diventa prolungato. Le zoonosi rappresentano un rischio per tutti gli esseri umani ma ci sono fasce di popolazioni che sono più fragili come anziani, persone con sistema immunitario compromesso o con patologie croniche.

Molti fattori influiscono la trasmissione di malattie infettive nel mondo, dalla tecnologia dei trasporti che permette lo spostamento di agenti patogeni da una parte all'altra del globo, all'alterazione degli ecosistemi e l'espansione delle aree antropizzate.

"La deforestazione e la rapida espansione delle attività umane in zone prima dominate dalla natura, aumenta la probabilità di contatto tra l'uomo e le popolazioni animali "serbatoio". (Vacchiano)

I cambiamenti climatici giocano un ruolo importante nella diffusione dei virus. Specie animali, che prima vivevano in una determinata zona, si stanno espandendo in altre parti della Terra a causa dell'aumento delle temperature e variazioni di umidità.

"Esiste un legame strettissimo tra le malattie che stanno terrorizzando il pianeta e le dimensioni epocali della perdita di natura. Queste non sono catastrofi del tutto casuali, ma la conseguenza indiretta del nostro impatto sugli ecosistemi naturali". (Wwf)

La strada per il contagio in Cina è stata la vendita di animali da parte di commercianti e finché questa strada non sarà chiusa rimane la certezza che ci saranno altre malattie di animali che sfoceranno per attaccare noi esseri umani. L'epidemia non sarebbe mai sorta se i Cinesi avessero chiuso, 17 anni fa nell'era della Sars, i mercati di animali. Queste parole sono state pronunciate dal biologo Jared Diamont, membro dell'accademia delle Scienze USA, in un intervista del Wwf.

Il lockdown ha avuto come effetto positivo la considerevole riduzione di alcuni inquinanti come gli ossidi di azoto, generati principalmente dal traffico veicolare e dalle centrali di produzione di energia. Meno incisiva è stata la riduzione delle polveri sottili che hanno prolungato la loro

permanenza su quelle aree particolarmente industrializzate, favorite anche dalle condizioni meteorologiche. Tra questi inquinanti troviamo il PM2,5 e il PM10 che una volta inalati possono depositarsi sulle vie aeree e raggiungere i polmoni con la possibile conseguenza che l'organismo possa essere meno pronto a rispondere all'infezione di virus o agenti patogeni. In effetti, aree come la Lombardia, il Veneto e l'Emilia Romagna, dove il virus ha presentato la maggiore diffusione, fanno registrare generalmente le maggiori concentrazioni degli inquinanti atmosferici.

"Uno studio condotto su oltre 3 mila contee americane sembra provare un ruolo del PM2,5 nell'aumentare la mortalità da COVID-19, anche dopo aver tenuto conto di altri possibili fattori causali come la densità di popolazione, le variabili meteorologiche, l'obesità, il reddito". (Vacchiano)

Secondo un ipotesi sostenuta da SIMA (Società Italiana di Medicina Ambientale) il particolato, inteso sia di origine naturale sia di origine antropica, potrebbe essere un veicolo di trasporto del virus. Grazie alla capacità di adesione del virus alla superficie dell'inquinante aumenterebbe la possibilità di permanenza nell'aria anche per giorni e settimane e quindi la capacità di infettare le persone sarebbe superiore.

"Protagonisti nella lotta alla riduzione del particolato diventano gli alberi, i boschi e tutta la vegetazione urbana, in grado di rimuovere una certa quantità di particolato atmosferico. In che modo? La frazione più grossolana del particolato (PM10) si deposita sulla superficie delle foglie, intrappolata su cuticole, cere e peli di cui molte foglie sono costituite, disperdendosi periodicamente con la pioggia e finendo per la maggior parte nel terreno o nell'acqua superficiale. La frazione più fine (PM2,5) può anche essere immagazzinata e successivamente degradata dalle foglie attraverso vie che coinvolgono gli stomi". (Brimblecombe)

Una teoria avanzata da alcuni scienziati dell'università del Maryland ha permesso di verificare la correlazione tra latitudine, temperatura ed umidità e la diffusione della pandemia. Lo studio dimostra che ad una latitudine

compresa tra 30° e 50°, dove le temperature si attestano tra 5°C e gli 11°C e un umidità compresa tra il 47% e il 79%: il contagio è stato molto più intenso. Situazioni climatiche simili come Italia, Germania, Cina, ecc., hanno condiviso effetti simili dal punto di vista dei contagi. Mentre zone più a rischio per vicinanza geografica con la Cina come Taiwan, Cambogia, Vietnam, ecc., non hanno verificato gravi situazioni. Questo indica che il COVID-19 è più virulento quando le temperature sono relativamente basse, senza scendere sotto gli zero gradi, a causa di un rivestimento di grassi che si degrada quando la temperatura aumenta. Questi studi hanno portato a dire che l'estate sia un periodo di recessione del virus, anche se bisogna fare attenzioni alle probabili mutazioni che già si sono verificate una volta.

E' stato effettuato uno studio in 31 province della Cina continentale, dal 23 gennaio al 1 marzo. Il modello esponenziale sviluppato verifica come le variabili meteorologiche, come temperatura e umidità, contribuiscono alla trasmissione umana del COVID-19, mettendo in relazione, dapprima, il numero accumulato di casi confermati con il tempo considerato, poi, il tasso di spread COVID-19, usato come variabili dipendente, con le variabili meteorologiche indipendenti. Sono stati testati due diversi periodi di tempo, di 12 e 15 giorni, insieme a 3 e 5 diversi punti di partenza nel tempo, scelti casualmente. I risultati di questo studio suggeriscono che la temperatura è correlata in modo positivo con il tempo di raddoppio e negativamente con l'umidità, cioè che il tasso di progressione COVID-19 con l'estate dovrebbe essere più lento. Tuttavia, temperatura e umidità contribuiscono ad un massimo del 18% della variazione, con l'82% che è dato da altri fattori come le misure di contenimento, politiche sanitarie generali, ecc.

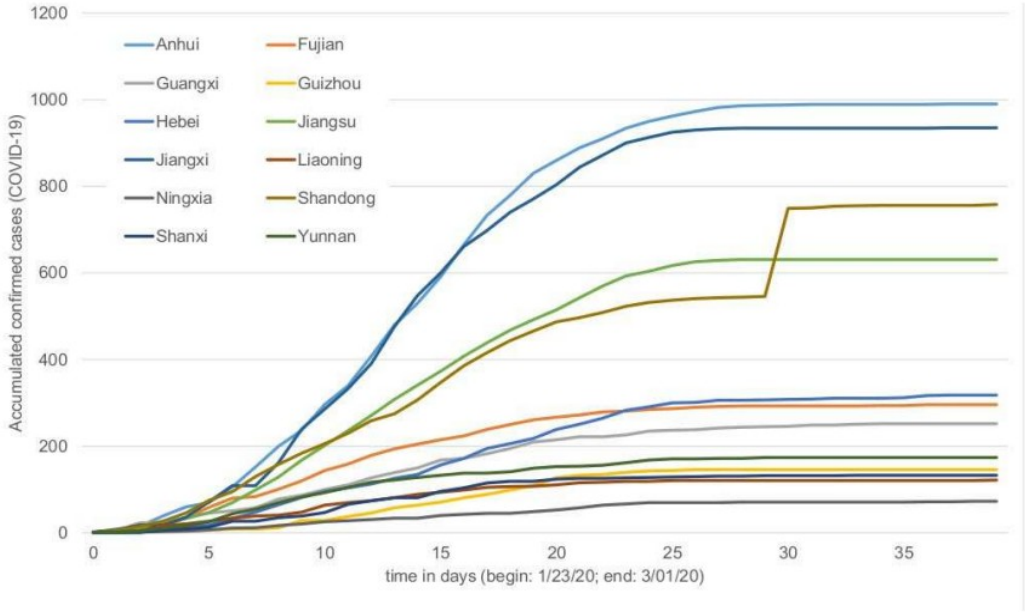


Figure 2 - Accumulated confirmed cases of COVID-19 in function of time. Only the provinces that had one or two cases at the beginning of the series are shown.

Figura 3: Accumulo casi COVID-19 in funzione del tempo in diverse province della Cina

1.3 Interazioni sociali tra l'uomo e le pandemie

Questi mesi il COVID-19 ha stravolto la quotidianità di molte persone dei vari continenti. Le popolazioni sono state costrette ad adattarsi a nuovi stili di vita e a nuove abitudini salutari. Tutto ciò ha richiesto del tempo per essere compreso da tutta la comunità.

"La popolazione fa fatica a vedere i "benefici" a breve termine e con essi il loro "interesse" e la loro motivazione per l'adozione di nuove abitudini sono ridotte se non a volte non messe in pratica, non rispettando così le raccomandazioni delle autorità" (Serna)

Nonostante una delle maggiori preoccupazioni per la società è la prevenzione alla salute, quando si tratta di cambiare comportamenti abitudinari, questa situazione non viene capita ed accettata allo stesso modo.

"Nel caso del COVID-19, alla popolazione è stato chiesto di "abbandonare" alcune usanze e di adottarne di nuove, un aspetto che, andando contro la

tendenza della “routine”, ha fatto si che molti abbiano trovato difficile all’inizio adottare le misure raccomandate. Questo perché, a volte, nonostante le indicazioni mediche, la popolazione non pensa ai rischi di determinati comportamenti per la propria salute”. (Serna)

In questo periodo si è parlato molto della parola crisi su tutti i fronti. Oltre alla crisi economica, crisi ambientale, si è sentito parlare anche di crisi personali o sociali. Il COVID-19 ha portato alcuni aspetti positivi, come la riscoperta dei valori, lo smart working, riducendo l’inquinamento atmosferico con conseguente risveglio della natura.

Nello sviluppo futuro della pandemia, questi cambiamenti porteranno a dei punti focali come l’emergenza climatica. Anche Bill Gates si è soffermato sulle prospettive per il futuro. Proprio lui, in una conferenza sulla piattaforma Ted del 24 marzo, ha evidenziato come la pandemia stia mostrando al mondo i benefici della operazione scientifica e tecnologica a livello globale, aggiungendo che i vantaggi di questa relazione si potranno estendere anche alla crisi climatica,dando un contributo significativo alla sua risoluzione.

Bill Gates ha specificato l’importanza di connettere informazioni differenti a livello globale, condividere scoperte e passi avanti nella ricerca, in modo da plasmare una struttura di progresso comune, un sistema di condivisione che può essere applicato anche gli studi sui cambiamenti climatici.

Capitolo 2

2.1 Protezione Civile durante la pandemia COVID-19

Il Dipartimento della Protezione Civile è una struttura del governo della Repubblica Italiana che si occupa, a livello nazionale, della previsione, della prevenzione, della gestione e superamento di disastri, calamità, umane e naturali, di situazioni di emergenza inoltre si occupa anche di settori quali antincendio boschivo e rischio idrogeologico.

La protezione Civile è specializzata in prevenzione perché nonostante le calamità siano difficili da prevedere, riesce ad attuare una pianificazione degli interventi da attuare, in caso di rischi, riducendo i tempi di risposta e prevenendo o limitando i danni alle persone. Tutto grazie alle attività di esercitazione e formazione che svolgono per la popolazione.

Quando il 31 gennaio 2020 il Consiglio dei Ministri ha dichiarato lo stato di emergenza in conseguenza del rischio sanitario connesso all'infezione da Coronavirus, al capo del Dipartimento della Protezione Civile Angelo Borrelli, è stato affidato il coordinamento degli interventi da sostenere per fronteggiare l'emergenza sul territorio nazionale. Le principali azioni coordinate dal capo del Dipartimento sono volte al soccorso e all'assistenza della popolazione eventualmente interessata dal contagio, al potenziamento dei controlli nelle aree portuali e aeroportuali. All'inizio dell'epidemia, i dati ancora non circolavano, ci si limitava a pubblicare, in modo non ancora strutturato, i dati in forma aggregata tipicamente con slide o al più in formato PDF. L'associazione OnData ha provveduto a raccogliere i dati pubblicati sul sito della Protezione Civile su un repository pubblico per renderli disponibili in formato machine-readable. Poi per informare meglio i cittadini sulla reale situazione derivante dalla pandemia per coronavirus, il Dipartimento della Protezione Civile ha messo a disposizioni dati a scala sia nazionale che regionale e provinciale su persone attualmente positive,

guarite, decedute, totale positive, isolamento domiciliare e ricoverati di cui in terapie intensive e non.

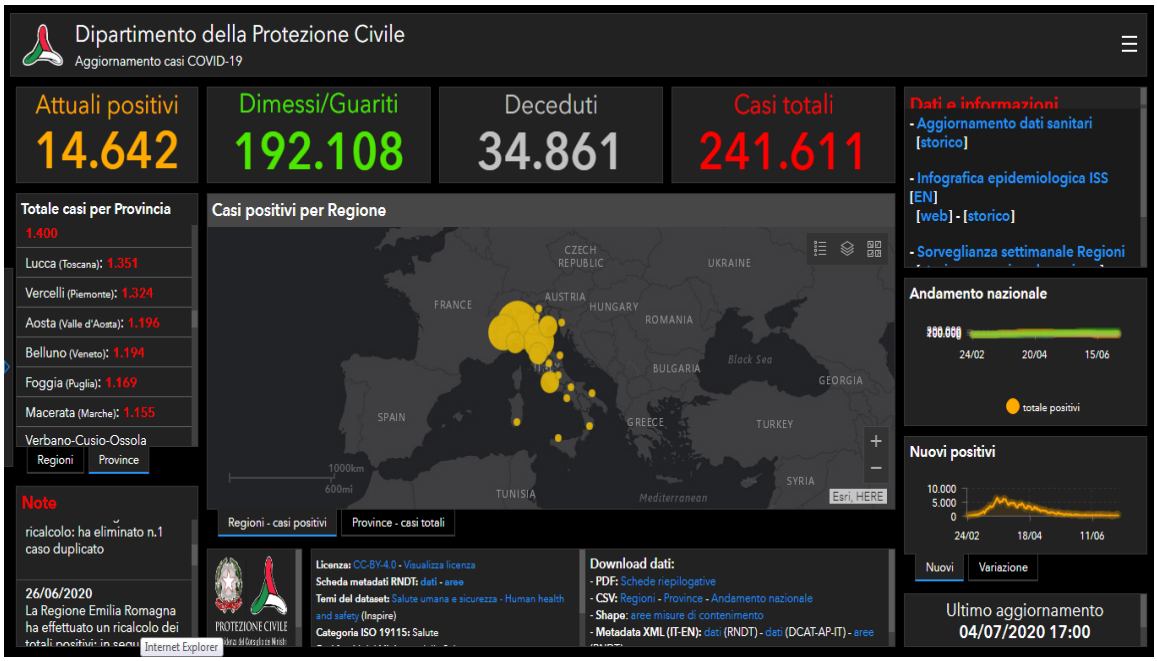


Figura 4: Dati COVID-19 forniti dal Dipartimento della Protezione Civile

2.2 Raccolta dati

Il Dipartimento della Protezione Civile ha usato GitHub, che è una piattaforma di hosting web, per la raccolta e la fornitura dei dati, quotidianamente aggiornata riguardanti la situazione della pandemia da COVID-19 nel territorio nazionale. I dati sono resi disponibili in formato CSV.

Questo studio prevede l'analisi dei dati dei contagi derivati da COVID-19, scaricati dal portale del Dipartimento della Protezione Civile tramite GitHub, in formato CSV che include tutte le province, considerando però solo 5 province del Piemonte (Alessandria, Vercelli, Novara, Verbania e Asti) e 5 province dell'Emilia Romagna (Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena e Ferrara), le quali confinano con la Lombardia che risulta la Regione maggiormente colpita dalla pandemia da Coronavirus. GitHub fornisce un modo semplice ed intuitivo per visualizzare, analizzare e

accedere a grandi quantità di dati che illustrano la situazione della pandemia sul territorio nazionale, con aggiornamenti quotidiani, ripartendo i dati sia a livello regionale che provinciale.

I dati acquisiti, dal 1 marzo al 6 maggio 2020, sono stati convertiti su un foglio di calcolo Excel dove si è potuto avere una scala cronologica, per singola provincia, dei nuovi casi giornalieri COVID-19.

ARPA Piemonte (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale), ente pubblico posto sotto la vigilanza del Presidente della Giunta Regionale per garantire l'attuazione degli indirizzi programmatici nel campo della previsione, prevenzione e tutela ambientale, permette di scaricare i dati delle variabili meteorologiche, delle numerose stazioni di rilevamento collocate sul territorio regionale.

Per questo studio sono state scelte le stazioni collocate nel capoluogo di provincia, in modo da avere un dato più rappresentativo possibile per l'intero territorio provinciale. I dati, convertiti da un formato CSV a Excel, includono le date e gli orari di registrazione e le temperature, suddivise in medie, massime e minime, per ogni stazione di monitoraggio, per un periodo di tempo che va dal 1 marzo al 6 maggio 2020.

Lo stesso procedimento è stato realizzato per scaricare i dati relativi alle temperature delle 5 province in esame dell'Emilia Romagna. Dal sito dell'ARPAE sono state richieste tutti i dati delle temperature, anche qui sono state scelte le stazioni dei capoluoghi di provincia per avere un quadro più rappresentativo per tutto il territorio, sempre rispettando la scelta di studiare le province a confine con la Lombardia. Sono state acquisite le temperature all'aria media giornaliera a 2 metri dal suolo, per ogni singola stazione.

2.3 Modello WRF-chem

A causa della difficile accessibilità riguardo i dati dell'umidità nelle piattaforme Arpa di entrambe le regioni in esame, è stato adottato un modello di ricerca e previsione meteorologica, WRF-chem. Il modello WRF è un sistema di previsione numerica (PEN) che serve sia per la ricerca atmosferica che esigenze operative di previsione.

Lo sviluppo di WRF ha avuto inizio nell'ultima parte degli anni '90, da un lavoro di partnership tra il Centro Nazionale per la Ricerca Atmosferica (NCAR), l'Amministrazione Nazionale Oceanica e Atmosferica (rappresentata dal National Centeres for Environmental Prediction (NCEP) e il Forecast Systems Laboratory (FSL)), Air Force Weather Agency (AFWA), Naval Research Laboratory (NRL), University of Oklahoma (UO) e Federal Aviation Administration (FAA).

WRF permette di produrre simulazioni che rispecchiano i dati reali o condizioni atmosferiche ideali.

Test effettuati con il modello WRF dimostrano che si hanno molti vantaggi rispetto ai vecchi modelli, come la diminuzione degli errori nella temperatura notturna e nell'umidità negli Sati Uniti orientali e la descrizione di venti a livello di volo nei subtropicali, migliorando la guida degli aerei nelle turbolenze.

Questo modello, molto attendibile sulla stima dei parametri meteo, fatto girare sul centro-nord Italia, simula l'emissione, il trasporto, la miscelazione e la trasformazione chimica di gas in tracce e aerosol contemporaneamente alla meteorologia.

Per avere una stima più attendibile del dato di umidità sono stati elaborati i dati di 3 stazioni interne al territorio provinciale, per ciascuna provincia in esame, estrapolando la media dei 3 valori.

Il modello WRF-chem è stato usato anche per i valori delle temperature. E' stato realizzato il relativo grafico per ciascuna provincia e poi contrapposto

ai valori scaricati sul sito dell'ARPA per verificare la bontà dei risultati e per avere un riscontro oggettivo del funzionamento del modello WRF-chem.

2.3.1 Dati WRF Piemonte

Analizzando i dati ricavati dal modello WRF per il Piemonte, si è verificata nella provincia di Verbania una situazione anomala, dove sono stati eliminati i dati dell'umidità relativa della stazione di Premia. I risultati ottenuti sono dati dalla media di solo 2 stazioni, in quanto avrebbe alterato sensibilmente il valore medio ottenuto e probabilmente si sarebbe avuta una situazione non veritiera dei risultati ottenuti con WRF-chem.

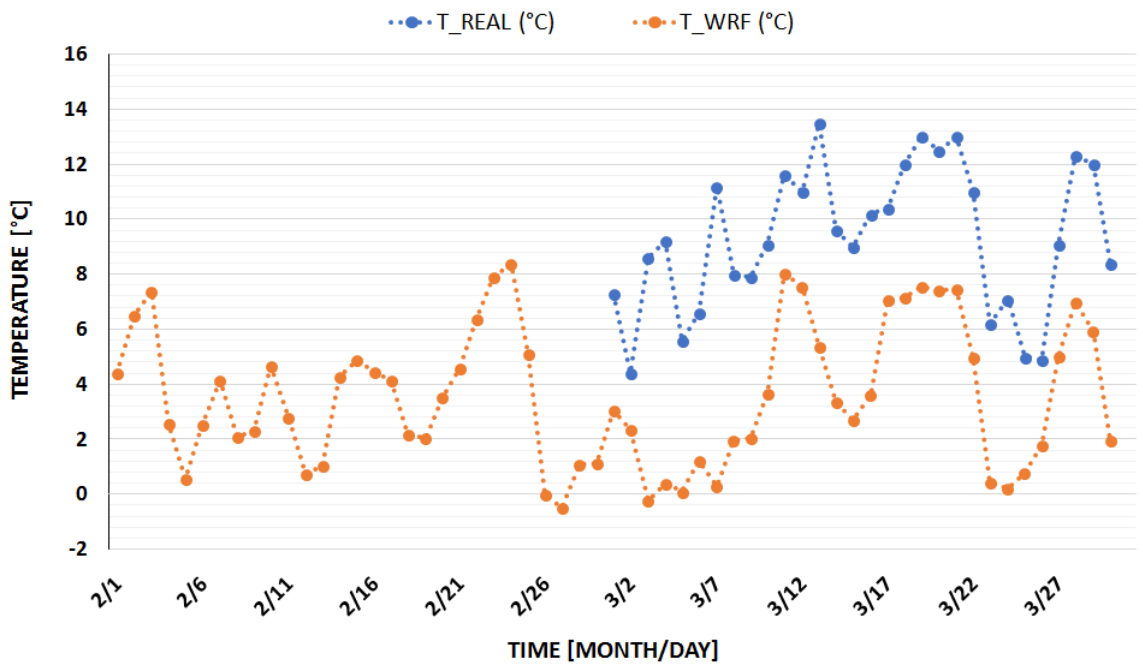
Di seguito riportiamo la tabella contenente tutti i dati ottenuti dal modello WRF per la provincia di Verbania.

DATE	Domodossola				Premia				Verbania				MEDIA			
	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)
01/02/2020	3,52	150,97	3,52	78	8,12	287,6	-0,4	87	1,74	186,13	10,05	86	4,46	208,23	4,39	82,00
02/02/2020	4,01	200,56	6,58	79	18,83	291,18	1,61	97	2,34	88,35	11,38	83	8,39	193,36	6,52	81,00
03/02/2020	12,28	296,97	7,96	70	20,71	295,83	1,38	94	2,61	223,01	12,74	75	11,87	271,94	7,36	72,50
04/02/2020	12,72	319,44	2,44	64	16,65	316,43	-4,56	84	9,44	276	9,78	71	12,94	303,96	2,55	67,50
05/02/2020	11,49	321,41	0,43	42	18,19	223,27	-7,23	60	10,79	344,21	8,45	66	13,49	296,30	0,55	54,00
06/02/2020	3,26	244,19	2,02	42	6,66	203,03	-3,43	48	3,23	209,58	8,94	70	4,38	218,93	2,51	56,00
07/02/2020	2,89	185,95	4,09	50	3,17	172,1	-1,79	61	2,17	146,72	10,17	72	2,74	168,26	4,16	61,00
08/02/2020	2,6	91,84	1,51	69	2,03	113,78	-4,5	82	1,74	119,76	9,25	85	2,12	108,46	2,09	77,00
09/02/2020	3,01	90,33	1,74	79	2,44	165,99	-3,86	86	2,22	76,84	9,04	87	2,56	111,05	2,31	83,00
10/02/2020	6,27	190,41	4,51	84	13,09	264,46	-0,66	98	2,47	116,96	10,1	91	7,28	190,61	4,65	87,50
11/02/2020	12,38	299,55	2,65	65	20,73	296,25	-4,81	95	3,29	196,26	10,52	72	12,13	264,02	2,79	68,50
12/02/2020	7,85	277,69	0,69	50	12,43	292,5	-7,57	81	3,64	283,41	9,13	73	7,97	284,53	0,75	61,50
13/02/2020	3,47	110,38	0,73	59	5,04	187,12	-6,2	82	2,93	157,68	8,59	81	3,81	151,73	1,04	70,00
14/02/2020	6,55	293,66	4,74	52	15,35	307,07	-2,68	73	3,56	204,67	10,77	72	8,49	268,47	4,28	62,00
15/02/2020	2,62	91,42	4,98	49	2	205,15	-1,27	59	3	83,03	10,94	71	2,54	126,53	4,88	60,00
16/02/2020	3,39	93,16	4,07	69	1,62	144,63	-1,12	78	2,17	75,99	10,38	82	2,39	104,59	4,44	75,50
17/02/2020	2,96	90,95	3,55	89	3,18	233,97	-0,98	93	2,09	70,92	9,87	94	2,74	131,95	4,15	91,50
18/02/2020	5,64	305,93	2,45	51	13,56	302,96	-5,67	76	4,33	257,85	9,71	72	7,84	288,91	2,16	61,50
19/02/2020	7,69	271,21	2,41	52	15,34	296,6	-5,78	85	4,06	264,23	9,45	70	9,03	277,35	2,03	61,00
20/02/2020	2,72	109,17	3,48	56	6,5	278,93	-2,88	73	2,34	138,19	9,97	74	3,85	175,43	3,52	65,00
21/02/2020	3,48	258,2	5,27	51	12,12	302,71	-2,16	72	2,21	164,75	10,67	75	5,94	241,89	4,59	63,00
22/02/2020	2,58	159,47	6,76	51	7,19	304,12	1,03	63	1,52	94,18	11,27	73	3,76	185,92	6,35	62,00
23/02/2020	1,74	124,56	9,81	49	14,73	296,45	1,96	77	1,51	121,57	11,91	76	5,99	180,86	7,89	62,50
24/02/2020	3,53	158,53	9,82	50	12,06	298,2	1,72	77	2,75	196,63	13,6	67	6,11	217,79	8,38	58,50
25/02/2020	2,22	113,66	5,4	60	11,33	292,65	-1,05	74	2,21	65,38	10,92	80	5,25	157,23	5,09	70,00
26/02/2020	8,77	290,49	-0,13	54	16,04	307,42	-8,13	83	8,5	313,36	8,27	69	11,10	303,76	0,00	61,50
27/02/2020	7,13	199,11	-0,81	62	10,06	248,61	-7,7	85	5,09	158,05	7,05	80	7,43	201,92	-0,49	71,00
28/02/2020	7,92	215,41	1,36	43	10,2	280,78	-6,81	65	7,24	233,5	8,66	65	8,45	243,23	1,07	54,00
29/02/2020	2,89	85,51	0,44	80	3,84	127,83	-5,49	94	3,1	48,79	8,46	86	3,28	87,38	1,14	83,00
01/03/2020	2,8	105,25	2,56	85	5,97	248,67	-3,14	93	2,29	84,01	9,67	91	3,69	145,98	3,03	88,00
02/03/2020	6,68	221,13	1,77	78	9,52	220,32	-3,88	89	5,44	157,96	9,16	89	7,21	199,80	2,35	83,50
03/03/2020	13,39	314,79	-0,75	58	14,45	311,16	-7,86	80	10,83	279,45	7,94	67	12,89	301,80	-0,22	62,50
04/03/2020	5,58	231,73	-0,09	59	9,21	287,98	-7,25	77	4,94	235,47	8,5	72	6,58	251,73	0,39	65,50
05/03/2020	2,56	87,44	-0,89	88	3,94	134,89	-6,14	95	2,76	167,65	7,33	95	3,09	129,99	0,10	91,50
06/03/2020	8,39	246,15	0,51	70	16,94	290,39	-5,67	85	3,29	195,1	8,8	87	9,54	243,88	1,21	78,50
07/03/2020	11,68	314,47	-0,1	56	14,52	316,08	-7,07	73	8,75	144,87	8,11	69	11,65	258,47	0,31	62,50
08/03/2020	3,03	231,9	0,99	56	6,49	295,31	-4	65	3,16	190,08	8,88	75	4,23	239,10	1,96	65,50
09/03/2020	6,68	234,83	1,6	68	9,15	293,95	-4,66	82	4,65	127,67	9,16	79	6,83	218,82	2,03	73,50
10/03/2020	3,86	212,8	3,1	69	12,99	297,92	-1,61	83	2,71	148,1	9,5	74	6,52	219,61	3,66	71,50
11/03/2020	3,37	278,66	8,82	70	12,33	299,44	1,85	92	2,44	236,64	13,47	74	6,05	271,58	8,05	72,00
12/03/2020	3	117,26	8,11	77	7,76	290,21	1,8	93	1,78	126,78	12,74	80	4,18	178,08	7,55	78,50
13/03/2020	2,42	230,91	5,97	59	12,13	306,92	-1,72	78	4,96	164,74	11,85	70	6,50	234,19	5,37	64,50
14/03/2020	2,12	256,9	3,34	71	3,17	266,84	-3,22	82	2,76	258,4	10	85	2,68	260,71	3,37	78,00
15/03/2020	2,21	82,34	2,13	79	3,09	147,14	-4,21	94	1,69	162,76	10,17	80	2,33	130,75	2,70	79,50
16/03/2020	2,41	82,57	3,49	70	2,54	100,16	-3,24	91	2,18	150,78	10,66	78	2,38	111,17	3,64	74,00
17/03/2020	2,37	184,46	7,95	62	2,52	285,33	0,87	85	2,83	232,35	12,33	71	2,57	234,05	7,05	66,50
18/03/2020	2,56	231,34	7,86	73	2,59	188,62	0,45	96	3,62	273,59	13,21	76	2,92	231,18	7,17	74,50
19/03/2020	2,44	161,94	8,43	63	2,12	68,91	0,93	90	3,54	268,86	13,25	72	2,70	166,57	7,54	67,50
20/03/2020	2,56	178,24	8,29	62	2,42	129	0,81	88	3,7	262,29	13,19	72	2,89	189,84	7,43	67,00
21/03/2020	2,9	275,26	8,15	61	2,88	172,74	0,93	85	3,97	263,11	13,29	71	3,25	237,04	7,46	66,00
22/03/2020	2,37	182,6	4,91	77	2,25	131,6	-1	92	3,05	220,14	10,99	81	2,56	178,11	4,97	79,00
23/03/2020	4,26	143,29	-0,73	58	2,5	218,24	-4,86	62	3,96	192,12	6,93	80	3,57	184,55	0,45	69,00
24/03/2020	2,92	169,17	-0,2	33	3,38	203,72	-7,03	46	2,31	185,71	7,83	74	2,87	186,20	0,20	53,50
25/03/2020	2,68	141,62	0,75	50	4,45	114,2	-6,51	70	3,02	196,71	8,08	78	3,38	150,84	0,77	64,00
26/03/2020	3,37	288,55	1,36	59	3,43	166,84	-5,2	82	3,43	259,38	9,18	76	3,41	238,26	1,78	67,50
27/03/2020	3,01	278,27	5,25	67	1,89	117,94	-1,39	92	4,12	225,16	11,15	76	3,01	207,12	5,00	71,50
28/03/2020	2,26	193,81	7,78	59	5	260,14	0,96	79	3,23	259,84	12,16	74	3,50	237,93	6,97	66,50
29/03/2020	4,24	138,29	6,69	53	7,75	144,5	-1,04	76	5,49	183,89	12,11	68	5,83	155,56	5,92	60,50
30/03/2020	2,03	124,9	1,54	87	5,1	118,99	-3,94	92	3,79	117,79	8,27	91	3,64	120,56	1,96	89,00
31/03/2020	2,83	133,73	-0,11	81	2,69	132,86	-5,63	84	3,42	197,84	7,78	90	2,98	154,81	0,68	85,50

Tabella 1: Dati tempertaura e umidità relativa ottenuti da WRF-chem provincia di Verbania

Dalla tabella sopra riportata si può notare come nella casella evidenziata in rosso, i valori della temperatura di Premia, derivati dal modello WRF-chem, sono inferiori rispetto alle altre due stazioni di misurazione, quali Domodossola e Verbania. Questo differenza può essere attribuita all'altitudine del Comune di Premia, 800 mslm, rispetto a Domodossola che si trova a 272 mslm e Verbania con i suoi 197 mslm.

Con i dati mediati della temperatura presenti nella tabella viene ricavato il grafico, per la provincia di Verbania, riportato di seguito.

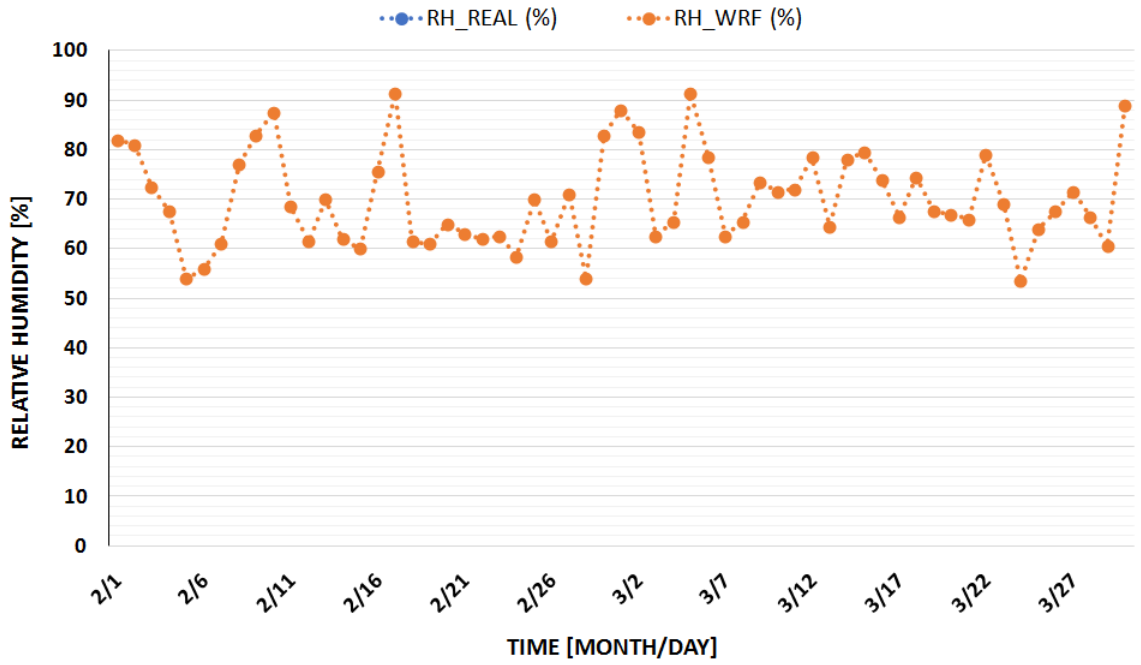


Come si evince dal grafico sopra, i valori della temperatura reali acquisiti dal sito ARPA della Regione Piemonte, simboleggiati con il colore blu, discostano in maniera netta dai valori della temperatura ottenuti dal modello WRF-chem, identificati con il colore arancio. Questo divario si evidenzia nel fatto che nei valori ottenuti dal modello WRF sono inclusi i dati relativi alla stazione di Premia, la quale presenta valori della temperatura sensibilmente inferiori rispetto alle altre stazioni prese in considerazione.

Dalla tabella dei dati di Verbania si può notare come, in determinati giorni, il valore di RH della stazione di Premia sia maggiore rispetto alle altre

stazioni, come ad esempio per i giorni che vanno dal 15 al 22 marzo dove ci sono valori costantemente maggiori di dieci punti percentuale, che se inclusi nel calcolo avrebbe modificato il risultato medio finale.

Questa deviazioni di dati nella provincia di Verbania per la temperatura ottenuta con il modello WRF-chem, ha fatto si che per la costruzione del grafico, illustrato in seguito, riportante i valori dell'umidità relativa non venga presa in considerazione la stazione di Premia per le cause prima citate.



Possiamo notare i valori medi dell'umidità relativa (RH), dal grafico sopra, che hanno un minore differenza rispetto ai valori di ciascuna stazione, quali Domodossola e Verbania, prese per fare la media del valore RH rappresentativo del territorio della provincia di Verbania, proprio per non aver considerato nel calcolo la stazione di Premia.

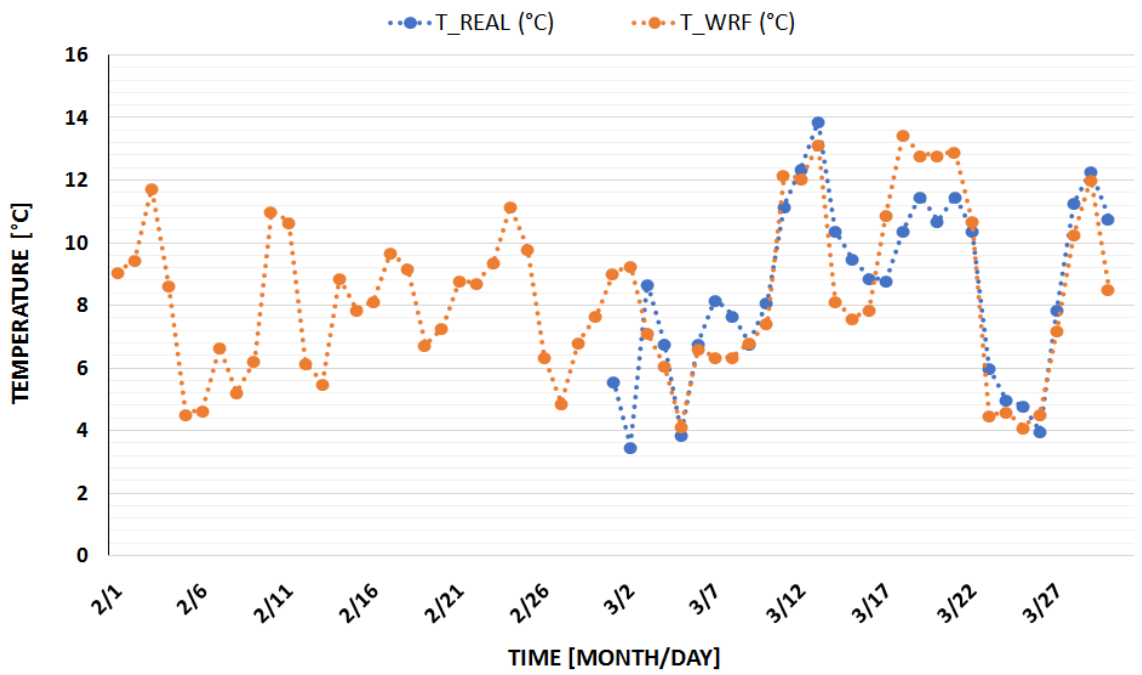
Per la provincia di Alessandria il calcolo, dell'umidità relativa e della temperatura, con il modello WRF-chem presenta valori molto simili per entrambe le variabili meteorologiche su tutte le stazioni considerate, cioè Casale Monferrato, Novi Ligure e Alessandria, come si può vedere nella tabella sottostante.

DATE	Casale Monferrato				Novi Ligure				Alessandria				MEDIA			
	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)
01/02/2020	1,63	276,76	8,02	95	3,93	185,03	9,61	94	1,31	168,54	9,55	92	2,29	210,11	9,06	93,67
02/02/2020	1,14	227,16	8,33	97	9,83	163,72	10,45	87	3,81	216,88	9,59	92	4,93	202,59	9,46	92,00
03/02/2020	1,65	259,56	10,29	87	6,59	187,16	13,1	68	3,54	207,99	11,85	75	3,93	218,24	11,75	76,67
04/02/2020	6,71	292,04	8,07	58	7,26	283,34	8,71	52	7,25	288,33	9,17	52	7,07	287,90	8,65	54,00
05/02/2020	4,47	205,94	5,35	45	4,69	132,37	3,83	49	4,94	181,72	4,46	50	4,70	173,34	4,55	48,00
06/02/2020	1,93	176,96	4,73	47	5,54	179,14	4,99	44	2,9	191,57	4,27	51	3,46	182,56	4,66	47,33
07/02/2020	2,25	195,17	6,16	69	9,1	165,78	7,32	74	3,02	206,5	6,54	75	4,79	189,15	6,67	72,67
08/02/2020	1,22	117,21	5,04	78	2,18	182,09	5,61	84	1,32	162	5,04	81	1,57	153,77	5,23	81,00
09/02/2020	2,22	200,37	4,96	84	6,77	167,26	7,4	83	2,37	167,29	6,39	84	3,79	178,31	6,25	83,67
10/02/2020	3,54	230,7	9,54	75	10,57	184,2	11,22	78	7,86	206,87	12,31	70	7,32	207,26	11,02	74,33
11/02/2020	4,67	268,31	10	51	5,25	255,47	10,46	52	3,89	192,49	11,6	49	4,60	238,76	10,69	50,67
12/02/2020	2,6	190,62	6,27	54	3,36	141,28	6,18	51	2,46	202,57	6,04	54	2,81	178,16	6,16	53,00
13/02/2020	2,98	130,57	4,74	63	5,81	212,74	6,83	78	2,51	194,69	5	71	3,77	179,33	5,52	70,67
14/02/2020	3,01	160,28	8,15	65	4,05	185,22	9,65	54	3,21	179,09	8,87	61	3,42	174,86	8,89	60,00
15/02/2020	1,75	117,39	7,31	63	3,44	192,61	8,78	60	1,43	201,45	7,51	65	2,21	170,48	7,87	62,67
16/02/2020	1,85	98,73	7,45	88	9,07	165,92	8,43	90	3,02	134,61	8,55	86	4,65	133,09	8,14	88,00
17/02/2020	3,05	142,38	9,8	91	10,8	168,5	8,89	90	4,46	185,88	10,43	88	6,10	165,59	9,71	89,67
18/02/2020	2,03	218,99	9,09	69	2,42	101,78	9,09	66	1,78	201,22	9,44	70	2,08	174,00	9,21	68,33
19/02/2020	3,23	271,92	7,01	50	3	238,03	6,83	52	2,97	253,36	6,4	57	3,07	254,44	6,75	53,00
20/02/2020	2,42	118,92	7,27	59	6,84	163,7	7,53	55	2,76	153,8	7,04	59	4,01	145,47	7,28	57,67
21/02/2020	1,66	162,5	8,32	63	3,88	137,57	9,41	67	2,09	135,72	8,66	67	2,54	145,26	8,80	65,67
22/02/2020	1,73	142,37	8,35	66	4,46	192,42	9,57	65	1,71	250,19	8,29	72	2,63	194,99	8,74	67,67
23/02/2020	4,2	199,73	9,15	90	12,73	164,35	9,39	84	6,84	187,44	9,63	87	7,92	183,84	9,39	87,00
24/02/2020	3,58	194,1	10,87	80	10,98	164,83	11,21	76	5,12	183,99	11,45	79	6,56	180,97	11,18	78,33
25/02/2020	2,41	205,53	9,34	89	10,8	165,52	9,9	86	4,92	174,38	10,24	85	6,04	181,81	9,83	86,67
26/02/2020	6,2	268,98	6,47	50	6,69	269,47	6,1	49	5,62	269,8	6,53	51	6,17	269,42	6,37	50,00
27/02/2020	3,97	172,75	4,49	58	7,52	191,48	5,17	64	5,35	214,07	5,01	63	5,61	192,77	4,89	61,67
28/02/2020	2,96	152,06	6,79	48	6,91	136,84	6,86	45	4,29	144,76	6,83	50	4,72	144,55	6,83	47,67
29/02/2020	4,06	52,5	5,96	64	10,23	167,61	8,94	72	4,29	147,37	8,17	73	6,19	122,49	7,69	69,67
01/03/2020	1,91	186,54	8,96	77	4,55	211,84	8,98	83	2,81	195,85	9,13	77	3,09	198,08	9,02	79,00
02/03/2020	4,05	183,28	7,52	90	8,95	189,6	10,25	89	5,54	205,09	10,09	87	6,18	192,66	9,29	88,67
03/03/2020	4,22	184,99	7,64	50	2,47	194,34	6,46	53	3,14	175,09	7,26	54	3,28	184,81	7,12	52,33
04/03/2020	2,71	233,78	6,8	47	3,43	199,7	5,3	50	2,75	208,47	6,16	50	2,96	213,98	6,09	49,00
05/03/2020	3,87	126,26	3,17	86	5,13	240,18	5,2	90	3,67	121,27	4,03	90	4,22	162,57	4,13	88,67
06/03/2020	1,24	223,11	6,43	79	1,59	206,8	6,59	70	1,21	184,28	6,88	76	1,35	204,73	6,63	75,00
07/03/2020	5,7	130,64	6,94	52	4,29	125,49	5,93	52	5,53	139,55	6,19	54	5,17	131,89	6,35	52,67
08/03/2020	1,9	196,13	6,4	59	4,23	191,99	6,28	62	2,38	171,81	6,35	62	2,84	186,64	6,34	61,00
09/03/2020	2,98	131,31	7,13	74	4,13	165,68	6,65	80	2,81	100,47	6,69	78	3,31	132,49	6,82	77,33
10/03/2020	2,31	180,13	7,56	59	4,76	186,97	7,51	62	2,84	181,72	7,28	64	3,30	182,94	7,45	61,67
11/03/2020	2,56	220,11	11,8	77	10,54	165,89	12,36	68	4,25	199,74	12,35	73	5,78	195,25	12,17	72,67
12/03/2020	3,07	179,17	11,96	87	12,61	161,84	11,81	84	5,3	162,76	12,43	83	6,99	167,92	12,07	84,67
13/03/2020	2,01	118,94	13,22	69	6,13	168,87	12,66	83	2,47	186,12	13,53	78	3,54	157,98	13,14	76,67
14/03/2020	4,41	131,86	8,28	78	3,91	237,29	7,71	83	3,99	113,06	8,48	78	4,10	160,74	8,16	79,67
15/03/2020	3,49	92,43	7,95	69	3,67	181,1	7,11	77	4,62	89,31	7,73	74	3,93	120,95	7,60	73,33
16/03/2020	2,35	96,89	8,8	62	3,11	217,67	6,85	76	3,36	53,97	7,98	69	2,94	122,84	7,88	69,00
17/03/2020	1,84	234,22	11,38	58	2,79	215,86	10,54	65	1,57	231,13	10,83	64	2,07	227,07	10,92	62,33
18/03/2020	1,54	164,51	13,97	61	2,32	178,26	13,05	62	1,66	138,82	13,38	63	1,84	160,53	13,47	62,00
19/03/2020	1,59	190,21	13,39	61	2,41	223,8	12,37	67	1,67	186,92	12,69	67	1,89	200,31	12,82	65,00
20/03/2020	1,67	236,57	12,96	62	3,99	180,36	12,93	55	1,95	221,65	12,58	63	2,54	212,86	12,82	60,00
21/03/2020	1,87	238,62	13,04	60	4,08	175,48	12,97	57	2,53	212,66	12,77	61	2,83	208,92	12,93	59,33
22/03/2020	5,65	93,41	10,86	66	3,65	157,36	10,36	71	5,2	115,44	10,92	69	4,83	122,07	10,71	68,67
23/03/2020	4,9	95,58	4,71	40	4,11	78,45	4,06	43	5,5	68,21	4,74	42	4,84	80,75	4,50	41,67
24/03/2020	1,84	158,53	5,07	36	3,36	79,97	3,88	38	2,47	83,27	4,85	38	2,56	107,26	4,60	37,33
25/03/2020	4,03	131,64	4,91	47	6,49	66,18	3,14	54	6,14	88,83	4,33	50	5,55	95,55	4,13	50,33
26/03/2020	3,89	168,04	5,47	61	7,27	53,32	3,25	73	5,92	94,8	4,83	66	5,69	105,39	4,52	66,67
27/03/2020	2,76	270,12	8,2	73	5,47	74,27	5,93	83	3,69	173,03	7,47	77	3,97	172,47	7,20	77,67
28/03/2020	2,03	231,22	11,17	60	2,36	144,21	9,38	64	1,41	167,75	10,29	63	1,93	181,06	10,28	62,33
29/03/2020	1,93	218,54	12,58	55	3,43	203,05	11,74	53	2,22	219,77	11,82	57	2,53	213,79	12,05	55,00
30/03/2020	7,36	79	7,69	80	2,78	148,85	8,58	81	5,94	72,67	9,29	77	5,36	100,17	8,52	79,33
31/03/2020	4,27	85,25	6,11	62	3,88	50,33	5,45	62	6,03	52,22	6,12	62	4,73	62,60	5,89	62,00

Tabella 2: Dati temperatura e umidità relativa ottenuti da WRF-chem provincia di Alessandria

I risultati mediati ottenuti dalle tre stazioni, presentano minore scarto dai valori delle singole stazioni, perciò c'è un valore sia della temperatura che dell'umidità molto attendibile e rappresentativo del territorio provinciale.

Questo risultato si evince anche nel grafico che riporta i valori della temperatura, di seguito riportato.



Come si può notare i valori reali, scaricati dal sito dell'ARPA Piemonte, discostano molto poco, se non per i primi due giorni di marzo, dai valori mediati delle tre stazioni in esame ottenuti con il modello WRF-chem. Si nota la quasi totale sovrapposizione dei punti, il che indica la reale rappresentanza del modello WRF-chem per la provincia di Alessandria.

Si può notare come lo studio attraverso il modello WRF-chem includa anche il mese di febbraio mentre i valori reali della temperatura corrispondono solo al mese di marzo poiché i dati della temperatura, per lo studio in esame, sarebbero stati inutili in quanto non si avrebbe avuto dati riguardanti i contagi per la pandemia da COVID-19.

2.3.2 Dati WRF Emilia Romagna

Relativamente alla Regione Emilia Romagna si notano, in diverse province, dei risultati delle variabili meteorologiche, ottenuti con il modello WRF-chem, che discostano leggermente dai valori reali. Questa differenza si attribuisce al fatto che alcune province si estendono, territorialmente

parlando, dalla Pianura Padana agli Appennini, e le stazioni considerate possono avere risultati diversi in base all'altitudine.

Registriamo questo caso nella provincia di Piacenza dove le stazione prese in considerazione per il modello WRF-chem spaziano dai 626 mslm di Ferriere, a 80 mslm di Fiorenzuola D'Arda, ai 62 mslm di Piacenza.

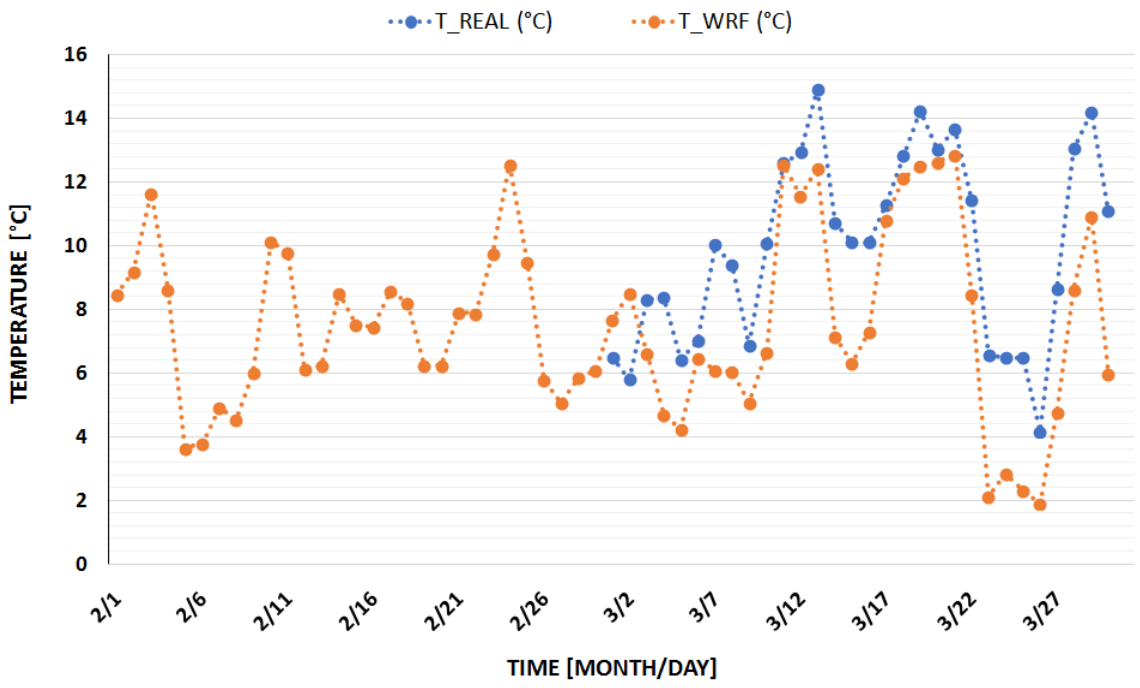
In seguito è riportata la tabella dei dati WRF di Piacenza.

DATE	Ferriere				Fiorenzuola D'arda				Piacenza				MEDIA			
	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)
01/02/2020	4,91	207,1	6,35	98	1,55	156,29	9,49	87	1,52	138,01	9,6	87	2,66	167,13	8,48	90,67
02/02/2020	6,56	197,62	6,55	94	2,33	245,87	10,89	81	2,66	208,12	10,16	83	3,85	217,20	9,20	86,00
03/02/2020	6,09	243,59	10,31	64	3,46	264,01	12,67	69	2,9	286,16	12	72	4,15	264,59	11,66	68,33
04/02/2020	10,19	306,83	5,07	55	9,59	288,16	10,46	46	9,17	290,1	10,38	47	9,65	295,03	8,64	49,33
05/02/2020	8,53	262,76	-0,06	54	6,63	290,59	5,53	47	6,02	293,6	5,49	46	7,06	282,32	3,65	49,00
06/02/2020	3,29	203,38	1,23	37	2,68	229,19	5,25	38	2,32	227,38	4,88	42	2,76	219,98	3,79	39,00
07/02/2020	5,9	213,95	2,36	76	3,14	158,31	6,28	67	2,35	158,22	6,12	70	3,80	176,83	4,92	71,00
08/02/2020	2,13	228,31	2,53	87	1,23	181,68	5,79	74	1,24	132,45	5,34	77	1,53	180,81	4,55	79,33
09/02/2020	7,64	193,88	3,06	93	2,22	197,28	7,48	74	1,94	159,74	7,46	74	3,93	183,63	6,00	80,33
10/02/2020	12,11	221,43	6,33	90	8,05	231,46	12,21	70	5,18	201,93	11,9	69	8,45	218,27	10,15	76,33
11/02/2020	5,45	252,09	6,14	61	6,3	270,12	11,61	48	6,71	266,64	11,67	47	6,15	262,95	9,81	52,00
12/02/2020	2,1	194,54	3,2	48	4,29	258,05	7,62	44	3,8	236,43	7,6	44	3,40	229,67	6,14	45,33
13/02/2020	8,34	196,11	3,98	85	3,02	168	7,76	63	2,51	150,31	7,02	65	4,62	171,47	6,25	71,00
14/02/2020	3,43	193,16	5,83	57	4,23	273,76	9,89	56	3,48	246,56	9,81	56	3,71	237,83	8,51	56,33
15/02/2020	3,55	209,94	6,06	54	1,46	126,53	8,22	61	1,52	114,17	8,31	60	2,18	150,21	7,53	58,33
16/02/2020	7,82	206,24	4,81	87	1,46	168,07	8,81	73	1,77	168,57	8,72	71	3,68	180,96	7,45	77,00
17/02/2020	9,66	204,22	4,93	90	2,58	226,77	10,54	73	1,86	204,61	10,28	76	4,70	211,87	8,58	79,67
18/02/2020	3,92	323,45	4,95	58	4,82	277,49	9,8	58	5,02	279,61	9,82	59	4,59	293,52	8,19	58,33
19/02/2020	3,2	247,03	3,83	48	3,54	295,32	7,42	52	3,26	273,99	7,43	52	3,33	272,11	6,23	50,67
20/02/2020	3,99	184,68	3,31	54	2,87	158,43	7,59	47	2,83	168,14	7,8	47	3,23	170,42	6,23	49,33
21/02/2020	3,65	145,32	5,13	63	3,93	259,42	9,27	59	3,66	251,47	9,26	60	3,75	218,74	7,89	60,67
22/02/2020	3,3	236,41	6,67	59	1,8	221,42	8,46	66	1,92	184,22	8,52	67	2,34	214,02	7,88	64,00
23/02/2020	7,68	213,49	7,42	74	3,01	276,93	11,2	69	2,73	304,35	10,6	73	4,47	264,92	9,74	72,00
24/02/2020	4,63	200,25	9,66	64	3,92	226,5	14,2	57	3,2	208,15	13,84	59	3,92	211,63	12,57	60,00
25/02/2020	8,07	197,17	5,5	96	6,37	229,42	11,74	75	2,83	243,39	11,21	74	5,76	223,33	9,48	81,67
26/02/2020	6,89	284,88	2,07	56	7,2	283,52	7,88	49	6,87	281,42	7,46	51	6,99	283,27	5,80	52,00
27/02/2020	7,37	241,51	1,84	67	5,87	251,73	6,9	53	4,88	238,2	6,47	52	6,04	243,81	5,07	57,33
28/02/2020	7,86	299,04	1,99	47	6,95	267,76	7,81	39	6,03	257,13	7,83	38	6,95	274,64	5,88	41,33
29/02/2020	9,53	191,85	3,95	81	3,6	123,72	7,28	57	4,03	93,29	7,06	60	5,72	136,29	6,10	66,00
01/03/2020	7,22	211,35	6,22	94	2,51	155,57	8,73	86	2,33	149,25	8,1	88	4,02	172,06	7,68	89,33
02/03/2020	9,64	211,88	6,13	96	6,49	187	10,13	83	5,77	173,85	9,23	85	7,30	190,91	8,50	88,00
03/03/2020	6,25	318,75	2,27	59	7,28	292,98	8,87	47	6,88	301,06	8,69	46	6,80	304,26	6,61	50,67
04/03/2020	3,7	178,38	1,4	50	3,31	248,97	6,27	44	3,1	234,76	6,38	43	3,37	220,70	4,68	45,67
05/03/2020	8,64	196,08	3,18	94	4,22	107,76	5,11	79	4,38	109,74	4,43	82	5,75	137,86	4,24	85,00
06/03/2020	3,56	289,97	3,79	70	4,21	291,02	7,86	73	3,89	290,05	7,73	74	3,89	290,35	6,46	72,33
07/03/2020	5,43	233,22	2,29	59	4,93	263,18	8,12	51	4,38	301,96	7,89	51	4,91	266,12	6,10	53,67
08/03/2020	2,72	180,47	3,11	64	2,61	204,18	7,53	49	2,41	195,75	7,5	49	2,58	193,47	6,05	54,00
09/03/2020	4,39	103,47	1,6	94	1,98	186,61	6,82	75	2,2	160,21	6,74	74	2,86	150,10	5,05	81,00
10/03/2020	3,43	239	3,24	73	2,67	207,73	8,39	62	2,25	200,88	8,39	60	2,78	215,87	6,67	65,00
11/03/2020	5,69	212,78	9,18	74	2,41	253,21	14,32	59	1,97	244,25	14,14	62	3,36	236,75	12,55	65,00
12/03/2020	8,6	201,15	7,41	95	3,15	260,26	13,76	72	1,59	262,23	13,53	74	4,45	241,21	11,57	80,33
13/03/2020	4,16	138,77	8,45	90	3,19	252	14,45	65	2,77	268,71	14,42	66	3,37	219,83	12,44	73,67
14/03/2020	3,31	91,88	4,22	97	3,83	125,44	8,58	79	4,15	122,92	8,6	79	3,76	113,41	7,13	85,00
15/03/2020	4,21	99,96	2,88	86	3,3	136,2	8,11	69	3,4	130,32	8	70	3,64	122,16	6,33	75,00
16/03/2020	3,37	108,85	4,38	77	1,99	131,35	8,83	63	1,99	117,8	8,67	63	2,45	119,33	7,29	67,67
17/03/2020	1,49	202,33	8,36	72	1,71	263,58	12,13	62	1,59	266,55	11,98	62	1,60	244,15	10,82	65,33
18/03/2020	2,2	109,92	9,03	67	1,59	154,9	13,69	58	1,6	150,88	13,63	59	1,80	138,57	12,12	61,33
19/03/2020	1,53	145,06	9,56	68	1,49	138,39	14,03	58	1,27	155,65	13,91	59	1,43	146,37	12,50	61,67
20/03/2020	2,97	209,85	9,58	58	2,9	279,32	14,28	56	2,64	275,75	13,98	56	2,84	254,97	12,61	56,67
21/03/2020	2,05	165,37	9,28	66	2,14	139,29	14,71	53	1,89	155,85	14,62	54	2,03	153,50	12,87	57,67
22/03/2020	5,01	86,65	4,96	90	6,18	109,25	10,02	67	6,75	109,92	10,43	65	5,98	101,94	8,47	74,00
23/03/2020	6,7	83,38	-2,29	54	6,52	108,91	4,29	37	6,3	118,51	4,37	38	6,51	103,60	2,12	43,00
24/03/2020	7,45	59,9	-1,44	46	4,33	142,58	5,01	36	3,07	135,81	4,99	37	4,95	112,76	2,85	39,67
25/03/2020	9,81	66,45	-2,41	71	6,71	88,82	4,57	48	6,77	100,02	4,74	47	7,76	85,10	2,30	55,33
26/03/2020	8,09	57,93	-2,23	96	3,82	166,7	3,91	74	3,37	173,56	4,04	72	5,09	132,73	1,91	80,67
27/03/2020	6,03	60,47	0,97	99	2,63	175,17	6,59	83	2,22	182,57	6,72	82	3,63	139,40	4,76	88,00
28/03/2020	2,97	67,84	4,96	73	2,19	193,95	10,41	62	2,25	190,95	10,54	60	2,47	150,91	8,64	65,00
29/03/2020	2,24	160,75	6,93	67	2,43	201,6	12,97	50	2,19	167,88	12,87	50	2,29	176,74	10,92	55,67
30/03/2020	4,67	94,94	2,7	96	7,46	84,96	7,62	80	7,69	93,45	7,66	79	6,61	91,12	5,99	85,00
31/03/2020	5,68	82,74	-0,79	79	5,06	108,71	5,59	58	5,18	112,73	5,67	59	5,31	101,39	3,49	65,33

Tabella 3: dati temperatura e umidità relativa ottenuti da WRF-chem provincia di Piacenza

Nonostante la tabella dimostri che i valori della temperatura della stazione di Ferriere siano inferiori per la sua altitudine, i quali alterano la media dei risultati, non c'è questa sostanziale differenza nei valori dell'umidità relativa nella colonna relativa a Ferriere. Questo ha permesso di includere nel calcolo della media tutti i valori di temperatura e umidità relativa, di tutte le

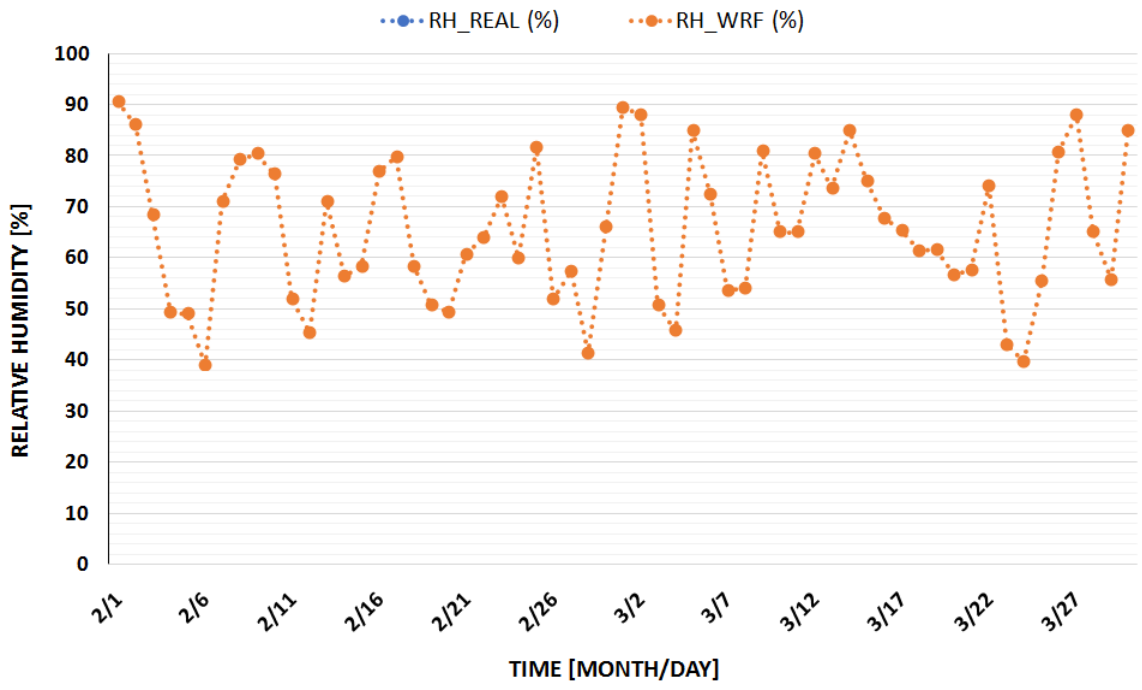
stazioni. Viene illustrato di seguito il grafico dei dati della temperatura della provincia di Piacenza.



Il grafico dimostra la leggera differenza tra i valori reali presi dal sito dell'ARPAE e i valori ricavati dal modello WRF-chem. Le temperature reali sono più alte in quanto prese dalla stazione del capoluogo di Piacenza a 62 mslm, mentre i valori WRF-chem sono più bassi per la considerazione, nella media dei valori delle tre stazioni, di Ferriere.

Non avendo riscontro per i valori dell'umidità di WRF-chem con i dati reali, ma notando che i valori delle tre stazioni sono tra loro concordi, si può dire che il modello fornisce una valida rappresentazione della realtà.

Come si evince dal grafico riportato di seguito.



La curva di collegamento dei punti rappresentativi dei valori ottenuti con il modello WRF-chem presenta un andamento altalenante significativo dei diversi valori di umidità relativa di giorno in giorno.

La stessa situazione che si ha per Piacenza, si identifica nei risultati del modello WRF-chem per la provincia di Parma. Dove i valori ricavati derivano dalla media di tre stazioni, collocate nel territorio ad altitudini differenti. In questo caso la stazione di Berceto si differenzia dalle altre due stazioni considerate, quali Busseto e Parma, per i valori delle temperature giornaliere che discostano, in modo non considerevole ma comunque evidenti, rispetto alle altre stazioni. Questa differenza può essere riconosciuta nella maggiore altitudine del comune di Berceto in confronto agli altri due.

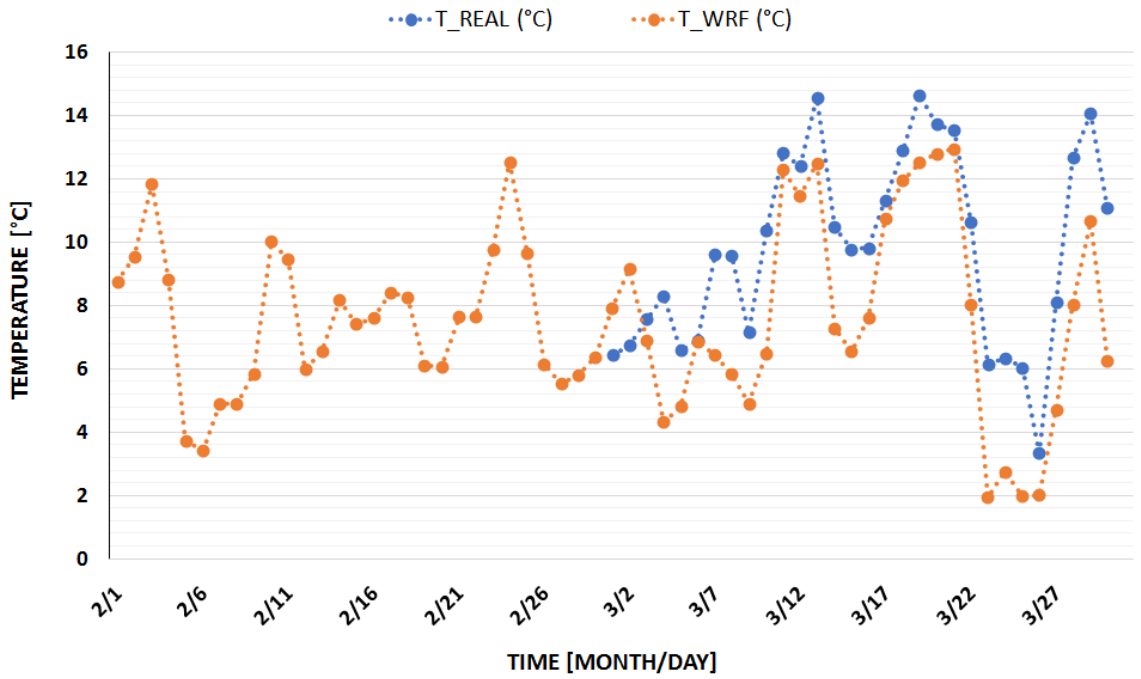
Nella tabella di seguito possiamo controllare i dati di WRF delle varie stazioni per la provincia di Parma.

DATE	Busseto				Berceto				Parma				MEDIA			
	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)	VV_WRF (m/s)	DV_WRF (m/s)	T_WRF (°C)	RH_WRF (%)
01/02/2020	1,51	169,92	9,32	87	7,09	200,94	7	99	1,5	237,37	9,96	86	3,37	202,74	8,76	90,67
02/02/2020	2,52	272,04	10,7	82	7,02	185,15	6,76	95	1,93	180,49	11,12	80	3,82	212,56	9,53	85,67
03/02/2020	3,4	270,85	12,24	72	4,88	215,16	9,64	75	3,63	256,19	13,63	65	3,97	247,40	11,84	70,67
04/02/2020	9,31	288,81	10,32	47	9,81	297,55	4,67	58	10,06	280,56	11,42	43	9,73	288,97	8,80	49,33
05/02/2020	6,35	266,25	5,54	48	9,98	195,2	-0,28	56	5,74	240,26	5,91	44	7,36	233,90	3,72	49,33
06/02/2020	2,47	247,43	4,91	40	3,21	135,12	0,51	39	3,01	218,94	4,89	36	2,90	200,50	3,44	38,33
07/02/2020	2,83	165,9	6,09	67	5,09	204,02	1,9	75	2,69	185,06	6,72	61	3,54	184,99	4,90	67,67
08/02/2020	1,26	167,86	5,67	74	2,42	204,18	2,65	80	1,31	221,01	6,33	68	1,66	197,68	4,88	74,00
09/02/2020	2,04	220,56	7,29	74	8,58	188,59	3,02	86	1,82	143,04	7,24	67	4,15	184,06	5,85	75,67
10/02/2020	8,04	231,09	11,82	72	11,97	209,92	5,97	98	11,94	212,95	12,28	71	10,65	217,99	10,02	80,33
11/02/2020	5,42	276,79	11,29	50	4,73	206,51	5,14	83	6,16	269,85	11,92	50	5,44	251,05	9,45	61,00
12/02/2020	4,52	263,16	7,32	46	2,37	154,07	3,11	50	4,64	254,39	7,5	44	3,84	223,87	5,98	46,67
13/02/2020	2,96	156,33	7,47	64	8,97	190,22	3,59	88	3,69	190,64	8,56	60	5,21	179,06	6,54	70,67
14/02/2020	3,87	275,47	9,14	61	5,04	217,43	5,28	63	4,58	275,46	10,09	56	4,50	256,12	8,17	60,00
15/02/2020	1,47	114,16	7,7	65	3,31	188,38	5,85	58	1,61	216,73	8,71	57	2,13	173,09	7,42	60,00
16/02/2020	1,36	143,16	8,73	74	8,28	191,34	4,86	85	1,33	178,29	9,23	68	3,66	170,93	7,61	75,67
17/02/2020	3,09	229,07	10,38	74	10,16	194,62	4,71	89	2,23	219,83	10,15	71	5,16	214,51	8,41	78,00
18/02/2020	4,39	284,16	9,73	59	4,2	278,85	5,21	58	3,84	275,1	9,78	57	4,14	279,37	8,24	58,00
19/02/2020	3,49	297,14	7,02	56	3,54	220,52	3,84	50	3,55	277,59	7,46	51	3,53	265,08	6,11	52,33
20/02/2020	2,38	159,38	7,36	48	3,7	161,54	3,16	53	2,33	206,35	7,63	45	2,80	175,76	6,05	48,67
21/02/2020	3,65	246,64	8,81	62	4,37	168,89	4,94	63	2,84	263,14	9,21	57	3,62	226,22	7,65	60,67
22/02/2020	2,04	210,22	7,93	70	3,47	213,65	5,97	61	1,67	279,34	9,09	59	2,39	234,40	7,66	63,33
23/02/2020	3,42	275,06	11,05	69	7,92	195,68	5,8	80	4,56	278,75	12,42	58	5,30	249,83	9,76	69,00
24/02/2020	3,75	238,99	13,93	59	4,59	203,36	8,5	73	3,88	270,37	15,16	53	4,07	237,57	12,53	61,67
25/02/2020	6,59	237,93	11,54	77	10,12	192,17	5,58	99	6,67	185,5	11,83	72	7,79	205,20	9,65	82,67
26/02/2020	6,83	285,39	7,7	51	6,63	281,7	2,42	59	7,02	282,59	8,33	47	6,83	283,23	6,15	52,33
27/02/2020	5,65	252,62	6,85	53	8,25	245,84	1,84	70	6,69	256,79	7,88	51	6,86	251,75	5,52	58,00
28/02/2020	6,92	268,15	7,68	40	7,28	280,58	1,69	48	5,92	261,06	8,05	36	6,71	269,93	5,81	41,33
29/02/2020	3,56	83,48	6,94	55	10,76	190,46	3,8	79	1,97	91,69	8,38	51	5,43	121,88	6,37	61,67
01/03/2020	2,5	152,12	8,75	87	8,71	202,3	5,97	99	3,39	188,43	9,08	88	4,87	180,95	7,93	91,33
02/03/2020	6,02	183,52	9,86	84	11,42	203,68	6,04	99	6,15	193,85	11,59	78	7,86	193,68	9,16	87,00
03/03/2020	7	270,65	8,99	50	6,54	316,45	2,46	60	6,59	285,98	9,22	46	6,71	291,03	6,89	52,00
04/03/2020	3,19	256,15	5,93	47	4,12	105,53	1,18	53	2,73	248,69	5,85	47	3,35	203,46	4,32	49,00
05/03/2020	4,64	95,54	5,07	78	9,88	192,27	2,78	89	3,12	107,07	6,57	72	5,88	131,63	4,81	79,67
06/03/2020	4,34	278,95	8	74	4,41	237,58	4,43	84	3,7	302,21	8,17	73	4,15	272,91	6,87	77,00
07/03/2020	4,57	255,84	8,24	52	5,14	193,95	2,22	62	3,89	245,71	8,87	48	4,53	231,83	6,44	54,00
08/03/2020	2,48	203,45	7,33	49	2,74	183,38	2,56	66	2,34	197,1	7,59	47	2,52	194,64	5,83	54,00
09/03/2020	1,98	202,6	6,67	76	5,53	100,82	1,19	95	2,24	190,47	6,84	74	3,25	164,63	4,90	81,67
10/03/2020	2,53	226,35	8,13	64	3,64	132,41	3,09	77	2,47	232,58	8,26	63	2,88	197,11	6,49	68,00
11/03/2020	2,79	264,59	13,93	61	5	197,1	8,61	74	2,33	236,98	14,3	58	3,37	232,89	12,28	64,33
12/03/2020	3,72	266,51	13,55	73	8,84	189,33	6,83	94	2,92	196,92	14,02	67	5,16	217,59	11,47	78,00
13/03/2020	3,69	251,98	14,46	66	4,75	159,44	8,19	88	2,91	264,45	14,84	61	3,78	225,29	12,50	71,67
14/03/2020	3,79	132,98	8,84	77	5,04	70,18	4,25	98	3,03	107,52	8,77	81	3,95	103,56	7,29	85,33
15/03/2020	3,24	136,85	8,26	68	6,37	84,03	2,93	83	2,79	142,44	8,45	66	4,13	121,11	6,55	72,33
16/03/2020	2,06	88,31	8,73	64	3,91	93,51	4,77	76	1,81	133,78	9,31	61	2,59	105,20	7,60	67,00
17/03/2020	1,45	270,46	11,88	64	1,83	170,41	8,06	72	1,74	225,07	12,3	61	1,67	221,98	10,75	65,67
18/03/2020	1,28	176,31	13,4	59	2,87	81,04	8,87	67	2,04	170,94	13,6	57	2,06	142,76	11,96	61,00
19/03/2020	1,27	118,01	13,66	60	1,71	129,31	9,69	68	1,87	164,16	14,18	57	1,62	137,16	12,51	61,67
20/03/2020	2,61	287,22	14,09	58	3,03	202,06	9,67	59	2,69	282,5	14,64	55	2,78	257,26	12,80	57,33
21/03/2020	1,86	152,3	14,59	54	1,79	152,19	9,31	68	2,38	145,97	14,97	53	2,01	150,15	12,96	58,33
22/03/2020	6,35	96,15	9,97	66	7,3	74,34	4,52	91	4,87	100,78	9,55	69	6,17	90,42	8,01	75,33
23/03/2020	6,35	105,63	4,46	36	9,72	59,48	-2,99	59	5,31	85,54	4,34	36	7,13	83,55	1,94	43,67
24/03/2020	4,55	132,57	5,22	36	11,08	49,75	-2,15	51	4,8	120,74	5,18	34	6,81	101,02	2,75	40,33
25/03/2020	6,92	81,77	4,67	48	11,13	53,65	-3,14	78	6,47	67,08	4,43	50	8,17	67,50	1,99	58,67
26/03/2020	4,33	154,25	4,28	72	11,26	50,32	-2,44	97	4,29	130,11	4,23	75	6,63	111,56	2,02	81,33
27/03/2020	2,96	179,56	6,69	83	9,81	58,01	1,18	99	2,64	166,86	6,27	86	5,14	134,81	4,71	89,33
28/03/2020	2	222,69	10,24	63	5,01	59,7	4,32	79	2,33	238,55	9,55	67	3,11	173,65	8,04	69,67
29/03/2020	2,34	228,05	12,81	51	2	126,98	6,78	63	2,57	228,56	12,39	53	2,30	194,53	10,66	55,67
30/03/2020	7,57	79,24	7,74	79	5,82	75,51	2,99	96	4,94	66,7	8,08	80	6,11	73,82	6,27	85,00
31/03/2020	5,03	106,66	5,69	57	8,11	69,54	-1,06	80	4,35	95,86	5,53	59	5,83	90,69	3,39	65,33

Tabella 4: Dati temperatura e umidità relativa ottenuti da WRF-chem provincia di Parma

Come dimostra la tabella, i valori della temperatura, ricavati dal modello WRF-chem, della stazione di Berceto alterano il risultato medio finale, anche se non in modo marcato. Nonostante ciò i valori dell'umidità relativa sono stati presi in considerazioni per ottenere il risultato medio finale che attesta ugualmente la rappresentatività della realtà.

Di seguito la rappresentazione grafica dei valori della temperatura ottenuti da WRF per la provincia di Parma.



Dal grafico, si nota come la curva di collegamento dei valori della temperatura, ottenuti da WRF-chem, sia leggermente più bassa rispetto alla curva che collega i dati reali, presi dal sito dell'ARPAE della Regione Emilia Romagna, identificando questa variazione nell'inserimento dei valori della stazione di Berceto, per i risultati mediati.

Per le restanti province dell'Emilia Romagna i dati di temperatura ottenuti con il modello WRF-chem rispecchiano i dati reali ottenuti da ARPAE.

Questo permette di dimostrare la veridicità dei risultati ricavati dal modello WRF-chem per l'umidità relativa per lo studio in esame.

2.4 Metodo di calcolo

Questo studio di tesi si pone l'obbiettivo di individuare una correlazione tra temperatura, umidità relativa e incremento giornaliero dei contagi da COVID-19, per le province di Alessandria, Vercelli, Novara, Verbania e Asti per la Regione Piemonte e per le province di Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena e Ferrara per la regione Emilia Romagna.

Dai dati dei contagi COVID-19, scaricati tramite il portale del Dipartimento della Protezione Civile, per ogni provincia attraverso la formula riportata di seguito si è ottenuto il numero progressivo dei nuovi contagi giornalieri, poiché i dati scaricati erano cumulativi e non giornalieri.

Di seguito viene illustrata, a titolo di esempio la tabella, scaricata dal portale del Dipartimento della Protezione Civile, che indica i contagi cumulativi e gli incrementi giornalieri per la provincia di Alessandria.

data	stato	codice_regione	denominazione_regione	codice_provincia	denominazione_provincia	totale_casi	NUOVI POSITIVI
2020-02-24T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	
2020-02-25T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	#DIV/0!
2020-02-26T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	#DIV/0!
2020-02-27T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	#DIV/0!
2020-02-28T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	#DIV/0!
2020-02-29T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	#DIV/0!
2020-03-01T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	#DIV/0!
2020-03-02T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	0	#DIV/0!
2020-03-03T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1	#DIV/0!
2020-03-04T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	16	0
2020-03-05T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	22	6
2020-03-06T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	32	10
2020-03-07T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	40	8
2020-03-08T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	60	20
2020-03-09T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	63	3
2020-03-10T18:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	65	2
2020-03-11T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	105	40
2020-03-12T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	132	27
2020-03-13T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	136	4
2020-03-14T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	182	46
2020-03-15T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	207	25
2020-03-16T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	273	66
2020-03-17T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	323	50
2020-03-18T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	374	51
2020-03-19T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	374	0
2020-03-20T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	595	221
2020-03-21T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	654	59
2020-03-22T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	760	106
2020-03-23T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	817	57
2020-03-24T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	946	129
2020-03-25T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	946	0
2020-03-26T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	980	34
2020-03-27T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1106	126
2020-03-28T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1197	91
2020-03-29T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1255	58
2020-03-30T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1280	25
2020-03-31T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1317	37
2020-04-01T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1378	61
2020-04-02T17:00:00	ITA	1	Piemonte	6	Alessandria	1428	50

Tabella 5: Dati contagi COVID-19 cumulativi e incrementi giornalieri provincia di Alessandria

L'ultima colonna di dati sulla parte destra della tabella ci indica gli incrementi giornalieri di contagio da COVID-19, determinati facendo la differenza tra il totale del giorno in considerazione e il totale del giorno precedente, dove i totali progressivi sono la colonna dei dati alla sinistra dei nuovi positivi.

Indichiamo con Y la colonna contenente i contagi totali progressivi e con X la colonna dei nuovi positivi, con "i" che indica i giorni, sintetizziamo con questa funzione i dati ricavati necessari per questo studio.

$$Y_i - Y_{i-1} = X_i$$

Il proseguimento del lavoro è stato sapere il tempo di incubazione del COVID-19 all'interno di un essere umano. Il tempo di incubazione è inteso come il periodo che passa tra il contagio e lo sviluppo dei sintomi clinici. Recenti evidenze, fornite dallo European Centre for Disease Prevention and Control, hanno considerato che il tempo di incubazione varia tra 2 e 12 giorni, lasciando i 14 giorni come limite massimo di precauzione. Per questo studio è stato considerato un tempo di incubazione di 6 giorni, un valore medio tra il range indicato.

Il passo successivo è stato quello di attribuire ad ogni dato di temperatura, per ciascun giorno dei mesi di marzo e aprile presi in esame, il corrispondente incremento giornaliero di contagio COVID-19, ottenuto precedentemente dalla funzione illustrata sopra, con un divario di 6 giorni proprio per includere il periodo di incubazione. Esempio: alla temperatura del 3 marzo è assegnato il dato nuovo positivo del 9 marzo.

Per avere un valore più rappresentativo sia della temperatura ma soprattutto dei degli incrementi giornalieri, si è scelto di effettuare una media mobile dei dati a 5 giorni. Questo procedimento è dovuto al fatto che all'inizio dell'epidemia i valori dei contagi, inseriti dal Dipartimento della Protezione Civile nel portale GitHub, erano affetti da errori, dovuti alla scarsa esecuzione di tamponi che ha contraddistinto la prima parte della pandemia e al caricamento sul portale in giorni successivi dei tamponi positivi

effettuati giorni prima. Di seguito si riporta il grafico contenente il numero cumulativo di tamponi analizzati, durante il primo periodo di epidemia da Coronavirus, per le regioni Piemonte ed Emilia Romagna.

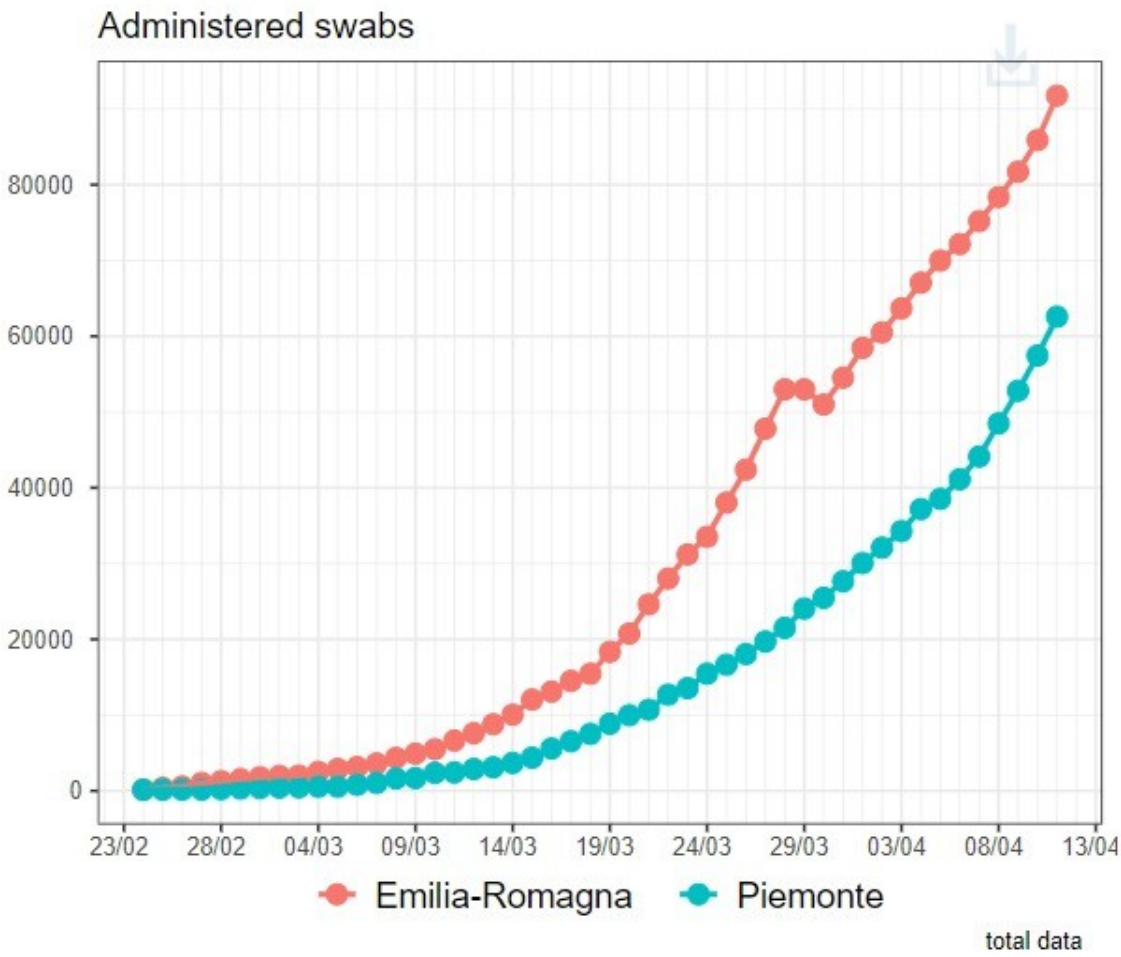


Figura 6: Andamento del numero di tamponi effettuati per Piemonte e Emilia Romagna

Come si può vedere dal grafico la curva, che rappresenta la progressione del numero di tamponi totali per Piemonte e Emilia Romagna, ha un andamento esponenziale. Indica che con il proseguire della pandemia il numero dei tamponi in un determinato giorno era maggiore a quelli del giorno precedente.

2.4.1 Tabelle dati temperatura e incrementi giornalieri COVID-19 Regione Piemonte

Vengono riportati di seguito i fogli di calcolo per le province in esame del Piemonte: Alessandria, Verbania, Novara, Vercelli e Asti. Le tabelle di calcolo, sotto riportate, contengono i dati di temperatura, presi dal portale dell'ARPA , e gli incrementi giornalieri dei contagi COVID-19. I dati si estendono sia per il mese di marzo che per il mese di aprile.

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	5,6		8				
02/03/2020	3,5		20				
03/03/2020	8,7		3				
04/03/2020	6,8		2				
05/03/2020	3,9		40	5,7		5,7	14,6
06/03/2020	6,8		27	5,94		5,94	18,4
07/03/2020	8,2	8	4	6,88		6,88	15,2
08/03/2020	7,7	20	46	6,68		6,68	23,8
09/03/2020	6,8	3	25	6,68		6,68	28,4
10/03/2020	8,1	2	66	7,52		7,52	33,6
11/03/2020	11,2	40	50	8,4	14,6	8,4	38,2
12/03/2020	12,4	27	51	9,24	18,4	9,24	47,6
13/03/2020	13,9	4	0	10,48	15,2	10,48	38,4
14/03/2020	10,4	46	221	11,2	23,8	11,2	77,6
15/03/2020	9,5	25	59	11,48	28,4	11,48	76,2
16/03/2020	8,9	66	106	11,02	33,6	11,02	87,4
17/03/2020	8,8	50	57	10,3	38,2	10,3	88,6
18/03/2020	10,4	51	129	9,6	47,6	9,6	114,4
19/03/2020	11,5	0	0	9,82	38,4	9,82	70,2
20/03/2020	10,7	221	34	10,06	77,6	10,06	65,2
21/03/2020	11,5	59	126	10,58	76,2	10,58	69,2
22/03/2020	10,4	106	91	10,9	87,4	10,9	76
23/03/2020	6	57	58	10,02	88,6	10,02	61,8
24/03/2020	5	129	25	8,72	114,4	8,72	66,8
25/03/2020	4,8	0	37	7,54	70,2	7,54	67,4
26/03/2020	4	34	61	6,04	65,2	6,04	54,4
27/03/2020	7,9	126	50	5,54	69,2	5,54	46,2
28/03/2020	11,3	91	63	6,6	76	6,6	47,2
29/03/2020	12,3	58	100	8,06	61,8	8,06	62,2
30/03/2020	10,8	25	172	9,26	66,8	9,26	89,2
31/03/2020	7,1	37	141	9,88	67,4	9,88	105,2
01/04/2020	5,1	61	42	9,32	54,4	9,32	103,6
02/04/2020	6,1	50	70	8,28	46,2	8,28	105
03/04/2020	8,7	63	65	7,56	47,2	7,56	98
04/04/2020	10,5	100	38	7,5	62,2	7,5	71,2
05/04/2020	11,2	172	72	8,32	89,2	8,32	57,4
06/04/2020	12,2	141	57	9,74	105,2	9,74	60,4
07/04/2020	14	42	67	11,32	103,6	11,32	59,8
08/04/2020	13,7	70	52	12,32	105	12,32	57,2
09/04/2020	13,4	65	40	12,9	98	12,9	57,6
10/04/2020	14,6	38	173	13,58	71,2	13,58	77,8

Tabella 6: Dati temperatura e contagi COVID-19 mese di marzo e aprile provincia di Alessandria

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	7,3		1				
02/03/2020	4,4		3				
03/03/2020	8,6		11				
04/03/2020	9,2		0				
05/03/2020	5,6		2	7,02		7,02	3,4
06/03/2020	6,6		5	6,88		6,88	4,2
07/03/2020	11,2	1	11	8,24		8,24	5,8
08/03/2020	8	3	7	8,12		8,12	5
09/03/2020	7,9	11	14	7,86		7,86	7,8
10/03/2020	9,1	0	8	8,56		8,56	9
11/03/2020	11,6	2	18	9,56	3,4	9,56	11,6
12/03/2020	11	5	13	9,52	4,2	9,52	12
13/03/2020	13,5	11	0	10,62	5,8	10,62	10,6
14/03/2020	9,6	7	53	10,96	5	10,96	18,4
15/03/2020	9	14	7	10,94	7,8	10,94	18,2
16/03/2020	10,2	8	10	10,66	9	10,66	16,6
17/03/2020	10,4	18	31	10,54	11,6	10,54	20,2
18/03/2020	12	13	39	10,24	12	10,24	28
19/03/2020	13	0	18	10,92	10,6	10,92	21
20/03/2020	12,5	53	8	11,62	18,4	11,62	21,2
21/03/2020	13	7	33	12,18	18,2	12,18	25,8
22/03/2020	11	10	20	12,3	16,6	12,3	23,6
23/03/2020	6,2	31	38	11,14	20,2	11,14	23,4
24/03/2020	7,1	39	30	9,96	28	9,96	25,8
25/03/2020	5	18	17	8,46	21	8,46	27,6
26/03/2020	4,9	8	17	6,84	21,2	6,84	24,4
27/03/2020	9,1	33	34	6,46	25,8	6,46	27,2
28/03/2020	12,3	20	61	7,68	23,6	7,68	31,8
29/03/2020	12	38	30	8,66	23,4	8,66	31,8
30/03/2020	8,4	30	21	9,34	25,8	9,34	32,6
31/03/2020	6,2	17	63	9,6	27,6	9,6	41,8
01/04/2020	6,7	17	11	9,12	24,4	9,12	37,2
02/04/2020	7,9	34	89	8,24	27,2	8,24	42,8
03/04/2020	10,1	61	55	7,86	31,8	7,86	47,8
04/04/2020	11,9	30	16	8,56	31,8	8,56	46,8
05/04/2020	13,3	21	69	9,98	32,6	9,98	48
06/04/2020	13,6	63	6	11,36	41,8	11,36	47
07/04/2020	15,2	11	11	12,82	37,2	12,82	31,4
08/04/2020	15,3	89	17	13,86	42,8	13,86	23,8
09/04/2020	15,5	55	11	14,58	47,8	14,58	22,8
10/04/2020	17	16	6	15,32	46,8	15,32	10,2
11/04/2020	17,5	69	7	16,1	48	16,1	10,4
12/04/2020	16,5	6	4	16,36	47	16,36	9
13/04/2020	15,9	11	14	16,48	31,4	16,48	8,4
14/04/2020	15,8	17	2	16,54	23,8	16,54	6,6
15/04/2020	13,1	11	8	15,76	22,8	15,76	7
16/04/2020	14	6	6	15,06	10,2	15,06	6,8
17/04/2020	15,6	7	11	14,88	10,4	14,88	8,2
18/04/2020	16,8	4	8	15,06	9	15,06	7
19/04/2020	16,5	14	19	15,2	8,4	15,2	10,4
20/04/2020	13,1	2	3	15,2	6,6	15,2	9,4
21/04/2020	11,3	8	4	14,66	7	14,66	9
22/04/2020	14,6	6	3	14,46	6,8	14,46	7,4
23/04/2020	15,2	11	6	14,14	8,2	14,14	7
24/04/2020	16,6	8	0	14,16	7	14,16	3,2
25/04/2020	17,2	19	17	14,98	10,4	14,98	6
26/04/2020	16	3	21	15,92	9,4	15,92	9,4
27/04/2020	15,8	4	10	16,16	9	16,16	10,8
28/04/2020	13,6	3	12	15,84	7,4	15,84	12
29/04/2020	15,9	6	2	15,7	7	15,7	12,4
30/04/2020	13,1	0	1	14,88	3,2	14,88	9,2
01/05/2020	13,4	17		14,36	6	14,36	
02/05/2020	17	21		14,6	9,4	14,6	
03/05/2020	18,2	10		15,52	10,8	15,52	
04/05/2020	17,7	12		15,88	12	15,88	
05/05/2020	17,7	2		16,8	12,4	16,8	
06/05/2020	18,4	1		17,8	9,2	17,8	

Tabella 7: Dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 mese di marzo e aprile provincia di Verbania

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	6,2		1				
02/03/2020	4,3		3				
03/03/2020	9,3		1				
04/03/2020	8,8		8				
05/03/2020	6,1		5	6,94		6,94	3,6
06/03/2020	5,7		5	6,84		6,84	4,4
07/03/2020	10,5	1	16	8,08		8,08	7
08/03/2020	9	3	0	8,02		8,02	6,8
09/03/2020	7,9	1	23	7,84		7,84	9,8
10/03/2020	10	8	38	8,62		8,62	16,4
11/03/2020	12	5	41	9,88	3,6	9,88	23,6
12/03/2020	11,6	5	40	10,1	4,4	10,1	28,4
13/03/2020	13,8	16	0	11,06	7	11,06	28,4
14/03/2020	10,4	0	103	11,56	6,8	11,56	44,4
15/03/2020	9,6	23	37	11,48	9,8	11,48	44,2
16/03/2020	10,6	38	68	11,2	16,4	11,2	49,6
17/03/2020	11	41	22	11,08	23,6	11,08	46
18/03/2020	12,8	40	51	10,88	28,4	10,88	56,2
19/03/2020	14,2	0	46	11,64	28,4	11,64	44,8
20/03/2020	12,9	103	60	12,3	44,4	12,3	49,4
21/03/2020	13	37	32	12,78	44,2	12,78	42,2
22/03/2020	11,4	68	48	12,86	49,6	12,86	47,4
23/03/2020	5,7	22	37	11,44	46	11,44	44,6
24/03/2020	6,2	51	39	9,84	56,2	9,84	43,2
25/03/2020	5	46	64	8,26	44,8	8,26	44
26/03/2020	4,5	60	57	6,56	49,4	6,56	49
27/03/2020	9	32	48	6,08	42,2	6,08	49
28/03/2020	12,9	48	28	7,52	47,4	7,52	47,2
29/03/2020	13,8	37	37	9,04	44,6	9,04	46,8
30/03/2020	9,7	39	19	9,98	43,2	9,98	37,8
31/03/2020	5,9	64	22	10,26	44	10,26	30,8
01/04/2020	6,6	57	65	9,78	49	9,78	34,2
02/04/2020	7,4	48	73	8,68	49	8,68	43,2
03/04/2020	10,3	28	72	7,98	47,2	7,98	50,2
04/04/2020	12,7	37	40	8,58	46,8	8,58	54,4
05/04/2020	13,9	19	282	10,18	37,8	10,18	106,4
06/04/2020	14,7	22	65	11,8	30,8	11,8	106,4
07/04/2020	15,7	65	7	13,46	34,2	13,46	93,2
08/04/2020	15,9	73	26	14,58	43,2	14,58	84
09/04/2020	16,5	72	70	15,34	50,2	15,34	90
10/04/2020	18	40	117	16,16	54,4	16,16	57
11/04/2020	18,2	282	30	16,86	106,4	16,86	50
12/04/2020	16,7	65	86	17,06	106,4	17,06	65,8
13/04/2020	16	7	46	17,08	93,2	17,08	69,8
14/04/2020	16	26	9	16,98	84	16,98	57,6
15/04/2020	12,5	70	32	15,88	90	15,88	40,6
16/04/2020	14,1	117	95	15,06	57	15,06	53,6
17/04/2020	15,4	30	20	14,8	50	14,8	40,4
18/04/2020	16,4	86	29	14,88	65,8	14,88	37
19/04/2020	15,9	46	31	14,86	69,8	14,86	41,4
20/04/2020	13,2	9	6	15	57,6	15	36,2
21/04/2020	11,1	32	9	14,4	40,6	14,4	19
22/04/2020	15,4	95	26	14,4	53,6	14,4	20,2
23/04/2020	15,4	20	21	14,2	40,4	14,2	18,6
24/04/2020	16,5	29	26	14,32	37	14,32	17,6
25/04/2020	17,1	31	42	15,1	41,4	15,1	24,8
26/04/2020	16,7	6	32	16,22	36,2	16,22	29,4
27/04/2020	16,1	9	6	16,36	19	16,36	25,4
28/04/2020	14,8	26	6	16,24	20,2	16,24	22,4
29/04/2020	16,3	21	17	16,2	18,6	16,2	20,6
30/04/2020	14,6	26	5	15,7	17,6	15,7	13,2
01/05/2020	14,5	42		15,26	24,8	15,26	
02/05/2020	17,9	32		15,62	29,4	15,62	
03/05/2020	18,7	6		16,4	25,4	16,4	
04/05/2020	18,1	6		16,76	22,4	16,76	
05/05/2020	17,5	17		17,34	20,6	17,34	
06/05/2020	18	5		18,04	13,2	18,04	

Tabella 8: Dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 mese di marzo e aprile provincia di Novara

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	6,1		3				
02/03/2020	3,7		5				
03/03/2020	8,4		11				
04/03/2020	6,8		7				
05/03/2020	4,9		6	5,98		5,98	6,4
06/03/2020	5,4		1	5,84		5,84	6
07/03/2020	8	3	4	6,7		6,7	5,8
08/03/2020	6,7	5	2	6,36		6,36	4
09/03/2020	6,5	11	22	6,3		6,3	7
10/03/2020	7,7	7	15	6,86		6,86	8,8
11/03/2020	10,6	6	14	7,9	6,4	7,9	11,4
12/03/2020	11	1	18	8,5	6	8,5	14,2
13/03/2020	13,6	4	0	9,88	5,8	9,88	13,8
14/03/2020	9,7	2	72	10,52	4	10,52	23,8
15/03/2020	8,7	22	7	10,72	7	10,72	22,2
16/03/2020	9,7	15	32	10,54	8,8	10,54	25,8
17/03/2020	9,1	14	21	10,16	11,4	10,16	26,4
18/03/2020	10,7	18	27	9,58	14,2	9,58	31,8
19/03/2020	12,1	0	18	10,06	13,8	10,06	21
20/03/2020	11,2	72	28	10,56	23,8	10,56	25,2
21/03/2020	11,6	7	22	10,94	22,2	10,94	23,2
22/03/2020	11,5	32	39	11,42	25,8	11,42	26,8
23/03/2020	5,5	21	29	10,38	26,4	10,38	27,2
24/03/2020	6	27	23	9,16	31,8	9,16	28,2
25/03/2020	4,8	18	24	7,88	21	7,88	27,4
26/03/2020	4	28	15	6,36	25,2	6,36	26
27/03/2020	8,4	22	32	5,74	23,2	5,74	24,6
28/03/2020	12,6	39	45	7,16	26,8	7,16	27,8
29/03/2020	13,5	29	18	8,66	27,2	8,66	26,8
30/03/2020	9,6	23	22	9,62	28,2	9,62	26,4
31/03/2020	6,4	24	42	10,1	27,4	10,1	31,8
01/04/2020	6,3	15	18	9,68	26	9,68	29
02/04/2020	6,2	32	13	8,4	24,6	8,4	22,6
03/04/2020	9,3	45	15	7,56	27,8	7,56	22
04/04/2020	11	18	15	7,84	26,8	7,84	20,6
05/04/2020	12,3	22	81	9,02	26,4	9,02	28,4
06/04/2020	12,6	42	28	10,28	31,8	10,28	30,4
07/04/2020	14,2	18	13	11,88	29	11,88	30,4
08/04/2020	14,3	13	9	12,88	22,6	12,88	29,2
09/04/2020	14,4	15	8	13,56	22	13,56	27,8
10/04/2020	15,7	15	65	14,24	20,6	14,24	24,6
11/04/2020	16,4	81	23	15	28,4	15	23,6
12/04/2020	15,4	28	29	15,24	30,4	15,24	26,8
13/04/2020	15,2	13	11	15,42	30,4	15,42	27,2
14/04/2020	15,6	9	9	15,66	29,2	15,66	27,4
15/04/2020	12,7	8	5	15,06	27,8	15,06	15,4
16/04/2020	13,5	65	24	14,48	24,6	14,48	15,6
17/04/2020	14,8	23	43	14,36	23,6	14,36	18,4
18/04/2020	16	29	11	14,52	26,8	14,52	18,4
19/04/2020	15,3	11	8	14,46	27,2	14,46	18,2
20/04/2020	13	9	15	14,52	27,4	14,52	20,2
21/04/2020	10,8	5	3	13,98	15,4	13,98	16
22/04/2020	14,5	24	2	13,92	15,6	13,92	7,8
23/04/2020	14,7	43	4	13,66	18,4	13,66	6,4
24/04/2020	16,6	11	8	13,92	18,4	13,92	6,4
25/04/2020	17,1	8	10	14,74	18,2	14,74	5,4
26/04/2020	16,7	15	23	15,92	20,2	15,92	9,4
27/04/2020	16,4	3	3	16,3	16	16,3	9,6
28/04/2020	14,5	2	2	16,26	7,8	16,26	9,2
29/04/2020	16,4	4	4	16,22	6,4	16,22	8,4
30/04/2020	14	8	3	15,6	6,4	15,6	7
01/05/2020	14,2	10		15,1	5,4	15,1	
02/05/2020	17,6	23		15,34	9,4	15,34	
03/05/2020	18,5	3		16,14	9,6	16,14	
04/05/2020	17,4	2		16,34	9,2	16,34	
05/05/2020	17	4		16,94	8,4	16,94	
06/05/2020	18	3		17,7	7	17,7	

Tabella 9: Dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 mese di marzo e aprile provincia di Vercelli

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	5,9		3				
02/03/2020	3,4		8				
03/03/2020	8,3		0				
04/03/2020	5,9		0				
05/03/2020	3		10	5,3		5,3	4,2
06/03/2020	5,9		1	5,3		5,3	3,8
07/03/2020	7,7	3	1	6,16		6,16	2,4
08/03/2020	7	8	17	5,9		5,9	5,8
09/03/2020	5,4	0	0	5,8		5,8	5,8
10/03/2020	7,2	0	0	6,64		6,64	3,8
11/03/2020	10,3	10	3	7,52	4,2	7,52	4,2
12/03/2020	10,2	1	11	8,02	3,8	8,02	6,2
13/03/2020	13,1	1	0	9,24	2,4	9,24	2,8
14/03/2020	8,2	17	50	9,8	5,8	9,8	12,8
15/03/2020	7,8	0	15	9,92	5,8	9,92	15,8
16/03/2020	9,4	0	15	9,74	3,8	9,74	18,2
17/03/2020	8,5	3	28	9,4	4,2	9,4	21,6
18/03/2020	10	11	26	8,78	6,2	8,78	26,8
19/03/2020	11,2	0	26	9,38	2,8	9,38	22
20/03/2020	10,6	50	21	9,94	12,8	9,94	23,2
21/03/2020	11	15	21	10,26	15,8	10,26	24,4
22/03/2020	10	15	15	10,56	18,2	10,56	21,8
23/03/2020	5,2	28	10	9,6	21,6	9,6	18,6
24/03/2020	4,8	26	74	8,32	26,8	8,32	28,2
25/03/2020	3,2	26	32	6,84	22	6,84	30,4
26/03/2020	3,1	21	27	5,26	23,2	5,26	31,6
27/03/2020	7,3	21	40	4,72	24,4	4,72	36,6
28/03/2020	11,8	15	22	6,04	21,8	6,04	39
29/03/2020	12,1	10	37	7,5	18,6	7,5	31,6
30/03/2020	10	74	36	8,86	28,2	8,86	32,4
31/03/2020	6,3	32	13	9,5	30,4	9,5	29,6
01/04/2020	4,5	27	20	8,94	31,6	8,94	25,6
02/04/2020	5,7	40	14	7,72	36,6	7,72	24
03/04/2020	8,1	22	12	6,92	39	6,92	19
04/04/2020	9,8	37	48	6,88	31,6	6,88	21,4
05/04/2020	10,3	36	42	7,68	32,4	7,68	27,2
06/04/2020	11,4	13	34	9,06	29,6	9,06	30
07/04/2020	13	20	14	10,52	25,6	10,52	30
08/04/2020	12,7	14	75	11,44	24	11,44	42,6
09/04/2020	12,8	12	29	12,04	19	12,04	38,8
10/04/2020	14,2	48	28	12,82	21,4	12,82	36
11/04/2020	15	42	32	13,54	27,2	13,54	35,6
12/04/2020	13,6	34	81	13,66	30	13,66	49
13/04/2020	14,1	14	26	13,94	30	13,94	39,2
14/04/2020	15,2	75	78	14,42	42,6	14,42	49
15/04/2020	11,4	29	70	13,86	38,8	13,86	57,4
16/04/2020	12,1	28	43	13,28	36	13,28	59,6
17/04/2020	12,6	32	24	13,08	35,6	13,08	48,2
18/04/2020	14,8	81	64	13,22	49	13,22	55,8
19/04/2020	14,1	26	33	13	39,2	13	46,8
20/04/2020	12,9	78	52	13,3	49	13,3	43,2
21/04/2020	9,9	70	28	12,86	57,4	12,86	40,2
22/04/2020	12,9	43	63	12,92	59,6	12,92	48
23/04/2020	13,1	24	27	12,58	48,2	12,58	40,6
24/04/2020	15,1	64	26	12,78	55,8	12,78	39,2
25/04/2020	15	33	28	13,2	46,8	13,2	34,4
26/04/2020	15	52	7	14,22	43,2	14,22	30,2
27/04/2020	16,2	28	12	14,88	40,2	14,88	20
28/04/2020	14,7	63	4	15,2	48	15,2	15,4
29/04/2020	16,2	27	6	15,42	40,6	15,42	11,4
30/04/2020	14,3	26	12	15,28	39,2	15,28	8,2
01/05/2020	14,4	28		15,16	34,4	15,16	
02/05/2020	17,7	7		15,46	30,2	15,46	
03/05/2020	17,2	12		15,96	20	15,96	
04/05/2020	16,2	4		15,96	15,4	15,96	
05/05/2020	15,3	6		16,16	11,4	16,16	
06/05/2020	17,5	12		16,78	8,2	16,78	

Tabella 10: Dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 mese di marzo e aprile provincia di Asti

Le tabelle mostrano i valori delle temperature e dei nuovi contagi COVID-19, sia in relazione al tempo di incubazione che alla data reale come evidenziata nelle rispettive colonne.

Inizialmente con i dati della temperatura e degli incrementi giornalieri dei contagi è stata eseguita una correlazione grafica studiando i singoli mesi separatamente.

Come già illustrato precedentemente, per avere un valore più rappresentativo dati, si è scelto di effettuare una media mobile a 5 giorni, per contrastare soprattutto gli errori localizzati dovuti alla questione dei tamponi, in quanto il laboratorio di analisi analizzava in ritardo tamponi effettuati in giorni precedenti.

Nella tabella i valori mediati della temperatura e dei nuovi positivi sono in relazione tenendo sempre conto del tempo di incubazione.

Utilizzando i valori mediati è stata realizzata una correlazione grafica su Excel.

2.4.2 Tabelle dati temperatura e incrementi giornalieri COVID-19 Regione Emilia Romagna

Le stesse operazioni compiute per trovare l'inserimento nei fogli di calcolo dei dati della temperatura e gli incrementi giornalieri dei contagi COVID-19 in Piemonte, sono state ripetute per le 5 province dell'Emilia Romagna, quali Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena e Ferrara.

Di seguito si illustrano le tabelle contenenti i dati.

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	6,49		53				
02/03/2020	5,8		49				
03/03/2020	8,3		74				
04/03/2020	8,35		31				
05/03/2020	6,42		31	7,072		7,072	47,6
06/03/2020	6,99		15	7,172		7,172	40
07/03/2020	10,03	53	31	8,018		8,018	36,4
08/03/2020	9,37	49	143	8,232		8,232	50,2
09/03/2020	6,87	74	159	7,936		7,936	75,8
10/03/2020	10,05	31	61	8,662		8,662	81,8
11/03/2020	12,59	31	131	9,782	47,6	9,782	105
12/03/2020	12,92	15	136	10,36	40	10,36	126
13/03/2020	14,92	31	88	11,47	36,4	11,47	115
14/03/2020	10,7	143	147	12,236	50,2	12,236	112,6
15/03/2020	10,11	159	118	12,248	75,8	12,248	124
16/03/2020	10,1	61	72	11,75	81,8	11,75	112,2
17/03/2020	11,26	131	120	11,418	105	11,418	109
18/03/2020	12,82	136	96	10,998	126	10,998	110,6
19/03/2020	14,23	88	141	11,704	115	11,704	109,4
20/03/2020	13,02	147	91	12,286	112,6	12,286	104
21/03/2020	13,65	118	63	12,996	124	12,996	102,2
22/03/2020	11,41	72	114	13,026	112,2	13,026	101
23/03/2020	6,55	120	85	11,772	109	11,772	98,8
24/03/2020	6,49	96	41	10,224	110,6	10,224	78,8
25/03/2020	6,46	141	119	8,912	109,4	8,912	84,4
26/03/2020	4,15	91	81	7,012	104	7,012	88
27/03/2020	8,65	63	49	6,46	102,2	6,46	75
28/03/2020	13,05	114	46	7,76	101	7,76	67,2
29/03/2020	14,2	85	31	9,302	98,8	9,302	65,2
30/03/2020	11,08	41	50	10,226	78,8	10,226	51,4
31/03/2020	6,92	119	44	10,78	84,4	10,78	44
01/04/2020	6,67	81	17	10,384	88	10,384	37,6
02/04/2020	8,12	49	27	9,398	75	9,398	33,8
03/04/2020	10,63	46	40	8,684	67,2	8,684	35,6
04/04/2020	12,72	31	29	9,012	65,2	9,012	31,4
05/04/2020	13,46	50	14	10,32	51,4	10,32	25,4
06/04/2020	14,32	44	37	11,85	44	11,85	29,4
07/04/2020	15,59	17	38	13,344	37,6	13,344	31,6
08/04/2020	15,23	27	29	14,264	33,8	14,264	29,4
09/04/2020	16,12	40	56	14,944	35,6	14,944	34,8
10/04/2020	17,33	29	26	15,718	31,4	15,718	37,2
11/04/2020	18,46	14	25	16,546	25,4	16,546	34,8
12/04/2020	18,31	37	25	17,09	29,4	17,09	32,2
13/04/2020	17,81	38	70	17,606	31,6	17,606	40,4
14/04/2020	15,43	29	24	17,468	29,4	17,468	34
15/04/2020	12,15	56	67	16,432	34,8	16,432	42,2
16/04/2020	14,09	26	73	15,558	37,2	15,558	51,8
17/04/2020	16,84	25	53	15,264	34,8	15,264	57,4
18/04/2020	18,04	25	49	15,31	32,2	15,31	53,2
19/04/2020	17,5	70	60	15,724	40,4	15,724	60,4
20/04/2020	13,27	24	56	15,948	34	15,948	58,2
21/04/2020	12,53	67	75	15,636	42,2	15,636	58,6
22/04/2020	14,97	73	92	15,262	51,8	15,262	66,4
23/04/2020	15,8	53	75	14,814	57,4	14,814	71,6
24/04/2020	17,61	49	69	14,836	53,2	14,836	73,4
25/04/2020	19,02	60	53	15,986	60,4	15,986	72,8
26/04/2020	18,51	56	60	17,182	58,2	17,182	69,8
27/04/2020	18,61	75	39	17,91	58,6	17,91	59,2
28/04/2020	16,24	92	37	17,998	66,4	17,998	51,6
29/04/2020	17,86	75	35	18,048	71,6	18,048	44,8
30/04/2020	17,4	69	9	17,724	73,4	17,724	36
01/05/2020	16,7	53		17,362	72,8	17,362	
02/05/2020	20,07	60		17,654	69,8	17,654	
03/05/2020	19,23	39		18,252	59,2	18,252	
04/05/2020	18,84	37		18,448	51,6	18,448	
05/05/2020	18,87	35		18,742	44,8	18,742	
06/05/2020	18,31	9		19,064	36	19,064	

Tabella 11: dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 marzo e aprile provincia di Piacenza

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	6,43		48				
02/03/2020	6,72		47				
03/03/2020	7,56		3				
04/03/2020	8,3		46				
05/03/2020	6,57		53	7,116		7,116	39,4
06/03/2020	6,89		52	7,208		7,208	40,2
07/03/2020	9,61	48	88	7,786		7,786	48,4
08/03/2020	9,56	47	52	8,186		8,186	58,2
09/03/2020	7,15	3	92	7,956		7,956	67,4
10/03/2020	10,38	46	45	8,718		8,718	65,8
11/03/2020	12,82	53	93	9,904	39,4	9,904	74
12/03/2020	12,41	52	0	10,464	40,2	10,464	56,4
13/03/2020	14,57	88	69	11,466	48,4	11,466	59,8
14/03/2020	10,47	52	110	12,13	58,2	12,13	63,4
15/03/2020	9,77	92	35	12,008	67,4	12,008	61,4
16/03/2020	9,81	45	195	11,406	65,8	11,406	81,8
17/03/2020	11,32	93	155	11,188	74	11,188	112,8
18/03/2020	12,9	0	71	10,854	56,4	10,854	113,2
19/03/2020	14,65	69	90	11,69	59,8	11,69	109,2
20/03/2020	13,72	110	86	12,48	63,4	12,48	119,4
21/03/2020	13,53	35	79	13,224	61,4	13,224	96,2
22/03/2020	10,62	195	62	13,084	81,8	13,084	77,6
23/03/2020	6,12	155	57	11,728	112,8	11,728	74,8
24/03/2020	6,34	71	50	10,066	113,2	10,066	66,8
25/03/2020	6,03	90	74	8,528	109,2	8,528	64,4
26/03/2020	3,33	86	72	6,488	119,4	6,488	63
27/03/2020	8,1	79	44	5,984	96,2	5,984	59,4
28/03/2020	12,66	62	34	7,292	77,6	7,292	54,8
29/03/2020	14,06	57	118	8,836	74,8	8,836	68,4
30/03/2020	11,07	50	74	9,844	66,8	9,844	68,4
31/03/2020	6,61	74	42	10,5	64,4	10,5	62,4
01/04/2020	6,54	72	48	10,188	63	10,188	63,2
02/04/2020	8,21	44	30	9,298	59,4	9,298	62,4
03/04/2020	10,4	34	26	8,566	54,8	8,566	44
04/04/2020	12,62	118	52	8,876	68,4	8,876	39,6
05/04/2020	13,05	74	39	10,164	68,4	10,164	39
06/04/2020	14,47	42	19	11,75	62,4	11,75	33,2
07/04/2020	14,9	48	42	13,088	63,2	13,088	35,6
08/04/2020	14,88	30	9	13,984	62,4	13,984	32,2
09/04/2020	15,82	26	34	14,624	44	14,624	28,6
10/04/2020	17,64	52	82	15,542	39,6	15,542	37,2
11/04/2020	19,22	39	27	16,492	39	16,492	38,8
12/04/2020	18,99	19	43	17,31	33,2	17,31	39
13/04/2020	18,07	42	45	17,948	35,6	17,948	46,2
14/04/2020	14,72	9	74	17,728	32,2	17,728	54,2
15/04/2020	11,35	34	22	16,47	28,6	16,47	42,2
16/04/2020	14,21	82	64	15,468	37,2	15,468	49,6
17/04/2020	16,68	27	26	15,006	38,8	15,006	46,2
18/04/2020	18,23	43	12	15,038	39	15,038	39,6
19/04/2020	17,79	45	23	15,652	46,2	15,652	29,4
20/04/2020	12,86	74	39	15,954	54,2	15,954	32,8
21/04/2020	12,26	22	39	15,564	42,2	15,564	27,8
22/04/2020	15,22	64	10	15,272	49,6	15,272	24,6
23/04/2020	15,42	26	22	14,71	46,2	14,71	26,6
24/04/2020	17,83	12	13	14,718	39,6	14,718	24,6
25/04/2020	19,42	23	20	16,03	29,4	16,03	20,8
26/04/2020	18,91	39	22	17,36	32,8	17,36	17,4
27/04/2020	18,75	39	5	18,066	27,8	18,066	16,4
28/04/2020	16,68	10	23	18,318	24,6	18,318	16,6
29/04/2020	16,81	22	3	18,114	26,6	18,114	14,6
30/04/2020	17,18	13	14	17,666	24,6	17,666	13,4
01/05/2020	17,3	20		17,344	20,8	17,344	
02/05/2020	20,33	22		17,66	17,4	17,66	
03/05/2020	17,97	5		17,918	16,4	17,918	
04/05/2020	18,34	23		18,224	16,6	18,224	
05/05/2020	19,46	3		18,68	14,6	18,68	
06/05/2020	17,44	14		18,708	13,4	18,708	

Tabella 12: Dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 mese di marzo e aprile provincia di Parma

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	6,64		4				
02/03/2020	8,04		22				
03/03/2020	7,53		33				
04/03/2020	8,5		1				
05/03/2020	7,25		10	7,592		7,592	14
06/03/2020	7,27		9	7,718		7,718	15
07/03/2020	9,8	4	15	8,07		8,07	13,6
08/03/2020	10,06	22	15	8,576		8,576	10
09/03/2020	7,77	33	32	8,43		8,43	16,2
10/03/2020	10,49	1	56	9,078		9,078	25,4
11/03/2020	12,73	10	58	10,17	14	10,17	35,2
12/03/2020	12,66	9	115	10,742	15	10,742	55,2
13/03/2020	14,51	15	194	11,632	13,6	11,632	91
14/03/2020	10,9	15	165	12,258	10	12,258	117,6
15/03/2020	10,12	32	204	12,184	16,2	12,184	147,2
16/03/2020	9,96	56	190	11,63	25,4	11,63	173,6
17/03/2020	11,4	58	202	11,378	35,2	11,378	191
18/03/2020	12,92	115	68	11,06	55,2	11,06	165,8
19/03/2020	14,82	194	149	11,844	91	11,844	162,6
20/03/2020	14,08	165	112	12,636	117,6	12,636	144,2
21/03/2020	13,75	204	163	13,394	147,2	13,394	138,8
22/03/2020	10,8	190	135	13,274	173,6	13,274	125,4
23/03/2020	6,15	202	150	11,92	191	11,92	141,8
24/03/2020	6,37	68	62	10,23	165,8	10,23	124,4
25/03/2020	5,74	149	99	8,562	162,6	8,562	121,8
26/03/2020	3,03	112	246	6,418	144,2	6,418	138,4
27/03/2020	7,61	163	112	5,78	138,8	5,78	133,8
28/03/2020	12,56	135	135	7,062	125,4	7,062	130,8
29/03/2020	13,97	150	108	8,582	141,8	8,582	140
30/03/2020	10,66	62	158	9,566	124,4	9,566	151,8
31/03/2020	6,88	99	101	10,336	121,8	10,336	122,8
01/04/2020	6,63	246	48	10,14	138,4	10,14	110
02/04/2020	8,37	112	137	9,302	133,8	9,302	110,4
03/04/2020	10,49	135	153	8,606	130,8	8,606	119,4
04/04/2020	12,67	108	125	9,008	140	9,008	112,8
05/04/2020	13,24	158	135	10,28	151,8	10,28	119,6
06/04/2020	14,78	101	84	11,91	122,8	11,91	126,8
07/04/2020	14,92	48	39	13,22	110	13,22	107,2
08/04/2020	14,93	137	59	14,108	110,4	14,108	88,4
09/04/2020	16,04	153	35	14,782	119,4	14,782	70,4
10/04/2020	17,28	125	71	15,59	112,8	15,59	57,6
11/04/2020	18,94	135	37	16,422	119,6	16,422	48,2
12/04/2020	18,96	84	127	17,23	126,8	17,23	65,8
13/04/2020	18,32	39	101	17,908	107,2	17,908	74,2
14/04/2020	14,7	59	34	17,64	88,4	17,64	74
15/04/2020	11,55	35	17	16,494	70,4	16,494	63,2
16/04/2020	13,97	71	68	15,5	57,6	15,5	69,4
17/04/2020	16,73	37	45	15,054	48,2	15,054	53
18/04/2020	18,16	127	38	15,022	65,8	15,022	40,4
19/04/2020	17,92	101	32	15,666	74,2	15,666	40
20/04/2020	13,02	34	25	15,96	74	15,96	41,6
21/04/2020	12,42	17	8	15,65	63,2	15,65	29,6
22/04/2020	14,86	68	8	15,276	69,4	15,276	22,2
23/04/2020	15,46	45	20	14,736	53	14,736	18,6
24/04/2020	17,69	38	47	14,69	40,4	14,69	21,6
25/04/2020	19,43	32	53	15,972	40	15,972	27,2
26/04/2020	18,51	25	20	17,19	41,6	17,19	29,6
27/04/2020	19,01	8	32	18,02	29,6	18,02	34,4
28/04/2020	16,75	8	13	18,278	22,2	18,278	33
29/04/2020	17,02	20	10	18,144	18,6	18,144	25,6
30/04/2020	17,57	47	11	17,772	21,6	17,772	17,2
01/05/2020	17,72	53		17,614	27,2	17,614	
02/05/2020	20,45	20		17,902	29,6	17,902	
03/05/2020	17,84	32		18,12	34,4	18,12	
04/05/2020	18,33	13		18,382	33	18,382	
05/05/2020	19,35	10		18,738	25,6	18,738	
06/05/2020	17,14	11		18,622	17,2	18,622	

Tabella 13: Dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 marzo e aprile provincia di Reggio Emilia

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	6,51		9				
02/03/2020	9,51		15				
03/03/2020	7,25		19				
04/03/2020	8,23		11				
05/03/2020	7,67		36	7,834		7,834	18
06/03/2020	7,52		27	8,036		8,036	21,6
07/03/2020	9,33	9	61	8		8	30,8
08/03/2020	10,05	15	55	8,56		8,56	38
09/03/2020	7,9	19	61	8,494		8,494	48
10/03/2020	10,72	11	73	9,104		9,104	55,4
11/03/2020	12,49	36	20	10,098	18	10,098	54
12/03/2020	12,36	27	115	10,704	21,6	10,704	64,8
13/03/2020	14,06	61	88	11,506	30,8	11,506	71,4
14/03/2020	10,85	55	104	12,096	38	12,096	80
15/03/2020	9,78	61	139	11,908	48	11,908	93,2
16/03/2020	9,69	73	104	11,348	55,4	11,348	110
17/03/2020	11,4	20	145	11,156	54	11,156	116
18/03/2020	12,76	115	199	10,896	64,8	10,896	138,2
19/03/2020	14,8	88	179	11,686	71,4	11,686	153,2
20/03/2020	14,19	104	143	12,568	80	12,568	154
21/03/2020	13,33	139	96	13,296	93,2	13,296	152,4
22/03/2020	10,65	104	150	13,146	110	13,146	153,4
23/03/2020	5,67	145	172	11,728	116	11,728	148
24/03/2020	5,69	199	43	9,906	138,2	9,906	120,8
25/03/2020	5,37	179	85	8,142	153,2	8,142	109,2
26/03/2020	2,64	143	75	6,004	154	6,004	105
27/03/2020	6,96	96	119	5,266	152,4	5,266	98,8
28/03/2020	11,95	150	82	6,522	153,4	6,522	80,8
29/03/2020	13,26	172	53	8,036	148	8,036	82,8
30/03/2020	10,01	43	58	8,964	120,8	8,964	77,4
31/03/2020	6,53	85	82	9,742	109,2	9,742	78,8
01/04/2020	6,28	75	67	9,606	105	9,606	68,4
02/04/2020	7,98	119	53	8,812	98,8	8,812	62,6
03/04/2020	10,13	82	56	8,186	80,8	8,186	63,2
04/04/2020	12,26	53	63	8,636	82,8	8,636	64,2
05/04/2020	12,61	58	81	9,852	77,4	9,852	64
06/04/2020	14,2	82	76	11,436	78,8	11,436	65,8
07/04/2020	14,37	67	45	12,714	68,4	12,714	64,2
08/04/2020	14,69	53	48	13,626	62,6	13,626	62,6
09/04/2020	15,78	56	37	14,33	63,2	14,33	57,4
10/04/2020	17,4	63	45	15,288	64,2	15,288	50,2
11/04/2020	18,76	81	39	16,2	64	16,2	42,8
12/04/2020	18,91	76	39	17,108	65,8	17,108	41,6
13/04/2020	18,03	45	50	17,776	64,2	17,776	42
14/04/2020	13,98	48	21	17,416	62,6	17,416	38,8
15/04/2020	11,18	37	38	16,172	57,4	16,172	37,4
16/04/2020	13,95	45	23	15,21	50,2	15,21	34,2
17/04/2020	16,47	39	18	14,722	42,8	14,722	30
18/04/2020	17,95	39	29	14,706	41,6	14,706	25,8
19/04/2020	17,5	50	19	15,41	42	15,41	25,4
20/04/2020	12,93	21	24	15,76	38,8	15,76	22,6
21/04/2020	12,26	38	16	15,422	37,4	15,422	21,2
22/04/2020	14,66	23	31	15,06	34,2	15,06	23,8
23/04/2020	15,08	18	21	14,486	30	14,486	22,2
24/04/2020	17,52	29	27	14,49	25,8	14,49	23,8
25/04/2020	19,62	19	21	15,828	25,4	15,828	23,2
26/04/2020	18,16	24	26	17,008	22,6	17,008	25,2
27/04/2020	18,56	16	33	17,788	21,2	17,788	25,6
28/04/2020	16,32	31	10	18,036	23,8	18,036	23,4
29/04/2020	17,2	21	11	17,972	22,2	17,972	20,2
30/04/2020	17,87	27	8	17,622	23,8	17,622	17,6
01/05/2020	17,83	21		17,556	23,2	17,556	
02/05/2020	19,98	26		17,84	25,2	17,84	
03/05/2020	17,19	33		18,014	25,6	18,014	
04/05/2020	17,77	10		18,128	23,4	18,128	
05/05/2020	19,19	11		18,392	20,2	18,392	
06/05/2020	16,61	8		18,148	17,6	18,148	

Tabella 14: Dati temperatura e nuoci contagi COVID-19 marzo e aprile provincia di Modena

DATA	Tmed	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	7,21		0				
02/03/2020	8,62		0				
03/03/2020	7,97		1				
04/03/2020	8,81		1				
05/03/2020	7,68		4	8,058		8,058	1,2
06/03/2020	7,97		5	8,21		8,21	2,2
07/03/2020	10,15	0	7	8,516		8,516	3,6
08/03/2020	10,33	0	5	8,988		8,988	4,4
09/03/2020	8,78	1	5	8,982		8,982	5,2
10/03/2020	9,79	1	10	9,404		9,404	6,4
11/03/2020	11,41	4	14	10,092	1,2	10,092	8,2
12/03/2020	11,93	5	6	10,448	2,2	10,448	8
13/03/2020	13,1	7	14	11,002	3,6	11,002	9,8
14/03/2020	10,8	5	24	11,406	4,4	11,406	13,6
15/03/2020	9,75	5	21	11,398	5,2	11,398	15,8
16/03/2020	10,11	10	27	11,138	6,4	11,138	18,4
17/03/2020	10,85	14	22	10,922	8,2	10,922	21,6
18/03/2020	13,46	6	18	10,994	8	10,994	22,4
19/03/2020	14,07	14	14	11,648	9,8	11,648	20,4
20/03/2020	12,58	24	8	12,214	13,6	12,214	17,8
21/03/2020	12,7	21	32	12,732	15,8	12,732	18,8
22/03/2020	10,76	27	37	12,714	18,4	12,714	21,8
23/03/2020	6,19	22	19	11,26	21,6	11,26	22
24/03/2020	6,85	18	6	9,816	22,4	9,816	20,4
25/03/2020	6,04	14	14	8,508	20,4	8,508	21,6
26/03/2020	5,8	8	6	7,128	17,8	7,128	16,4
27/03/2020	9,85	32	15	6,946	18,8	6,946	12
28/03/2020	12,39	37	27	8,186	21,8	8,186	13,6
29/03/2020	13,8	19	106	9,576	22	9,576	33,6
30/03/2020	10,42	6	14	10,452	20,4	10,452	33,6
31/03/2020	6,87	14	22	10,666	21,6	10,666	36,8
01/04/2020	6,84	6	12	10,064	16,4	10,064	36,2
02/04/2020	7,98	15	16	9,182	12	9,182	34
03/04/2020	10,32	27	25	8,486	13,6	8,486	17,8
04/04/2020	12,79	106	3	8,96	33,6	8,96	15,6
05/04/2020	13,9	14	14	10,366	33,6	10,366	14
06/04/2020	15,3	22	36	12,058	36,8	12,058	18,8
07/04/2020	14,66	12	2	13,394	36,2	13,394	16
08/04/2020	14,92	16	17	14,314	34	14,314	14,4
09/04/2020	15,75	25	14	14,906	17,8	14,906	16,6
10/04/2020	17,61	3	60	15,648	15,6	15,648	25,8
11/04/2020	17,98	14	35	16,184	14	16,184	25,6
12/04/2020	17,74	36	15	16,8	18,8	16,8	28,2
13/04/2020	17,56	2	12	17,328	16	17,328	27,2
14/04/2020	13,27	17	16	16,832	14,4	16,832	27,6
15/04/2020	11,07	14	18	15,524	16,6	15,524	19,2
16/04/2020	13,27	60	28	14,582	25,8	14,582	17,8
17/04/2020	15,52	35	24	14,138	25,6	14,138	19,6
18/04/2020	17,11	15	20	14,048	28,2	14,048	21,2
19/04/2020	16,82	12	8	14,758	27,2	14,758	19,6
20/04/2020	13,64	16	16	15,272	27,6	15,272	19,2
21/04/2020	13,87	18	4	15,392	19,2	15,392	14,4
22/04/2020	15,4	28	4	15,368	17,8	15,368	10,4
23/04/2020	15,97	24	9	15,14	19,6	15,14	8,2
24/04/2020	16,64	20	3	15,104	21,2	15,104	7,2
25/04/2020	18,96	8	5	16,168	19,6	16,168	5
26/04/2020	17,37	16	6	16,868	19,2	16,868	5,4
27/04/2020	18,12	4	2	17,412	14,4	17,412	5
28/04/2020	17,12	4	4	17,642	10,4	17,642	4
29/04/2020	17,03	9	2	17,72	8,2	17,72	3,8
30/04/2020	17,48	3	11	17,424	7,2	17,424	5
01/05/2020	18,17	5		17,584	5	17,584	
02/05/2020	18,58	6		17,676	5,4	17,676	
03/05/2020	17,03	2		17,658	5	17,658	
04/05/2020	17,06	4		17,664	4	17,664	
05/05/2020	18,52	2		17,872	3,8	17,872	
06/05/2020	16,6	11		17,558	5	17,558	

Tabella 15: Dati temperatura e nuovi contagi COVID-19 marzo e aprile provincia di Ferrara

Come per il Piemonte, anche in Emilia Romagna sono stati presi in considerazione 6 giorni di periodo di incubazione, cioè il tempo necessario affinché un individuo manifesti i sintomi dopo essere stato infettato. E' stata applicata una media mobile a 5 giorni sia per i dati di temperatura che i dati di incrementi giornalieri, per minimizzare gli errori.

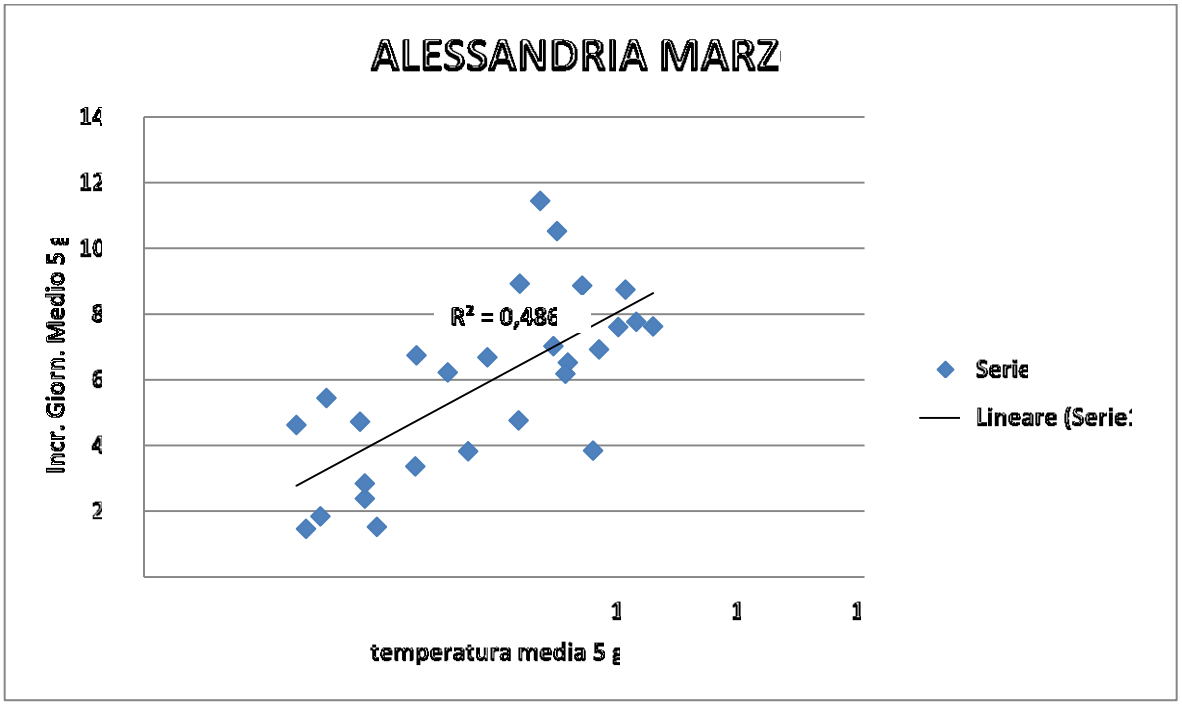
Capitolo 3

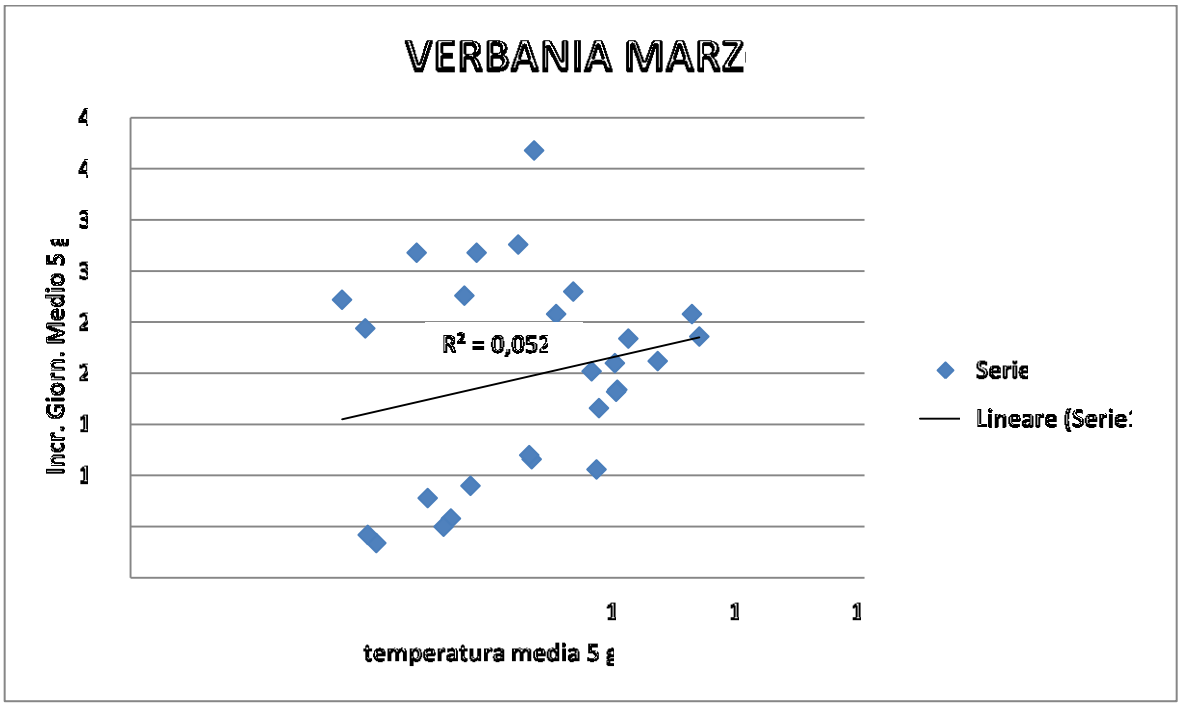
In questa sezione vengono mostrati i risultati delle correlazioni grafiche con regressione lineare, che sono state effettuate per le province in esame di entrambe le regioni prese in considerazione per lo studio di tesi.

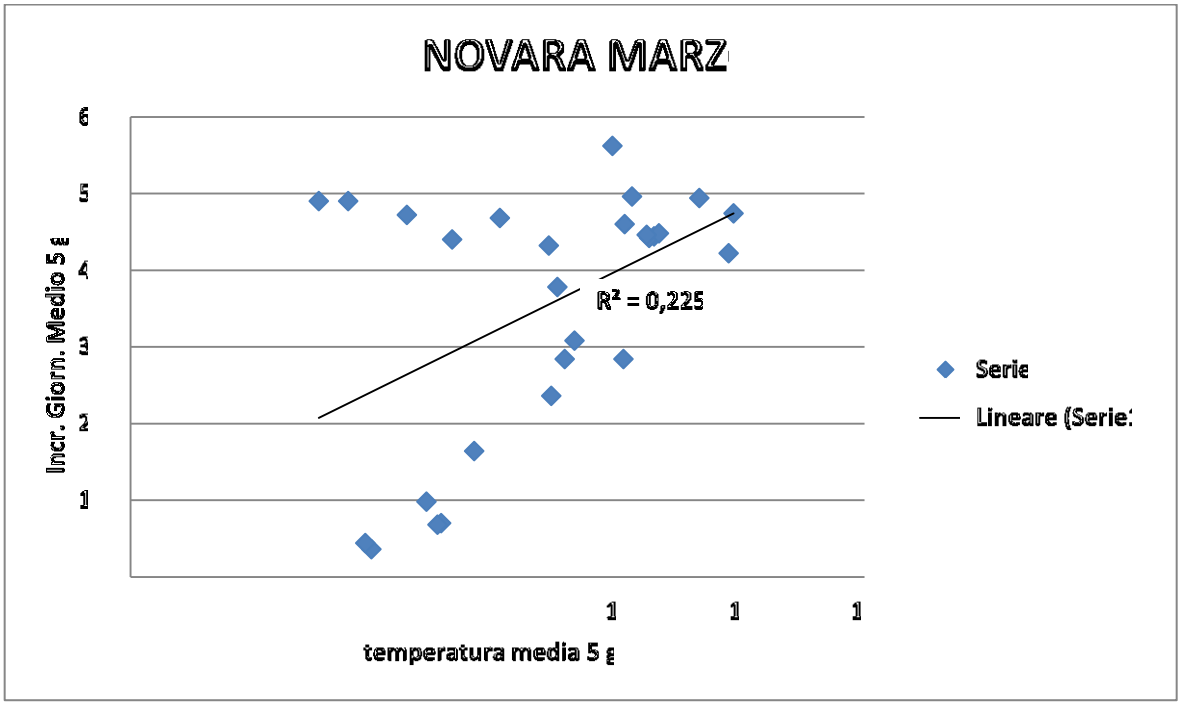
3.1 Correlazione tra temperatura e COVID-19 mese di marzo Piemonte

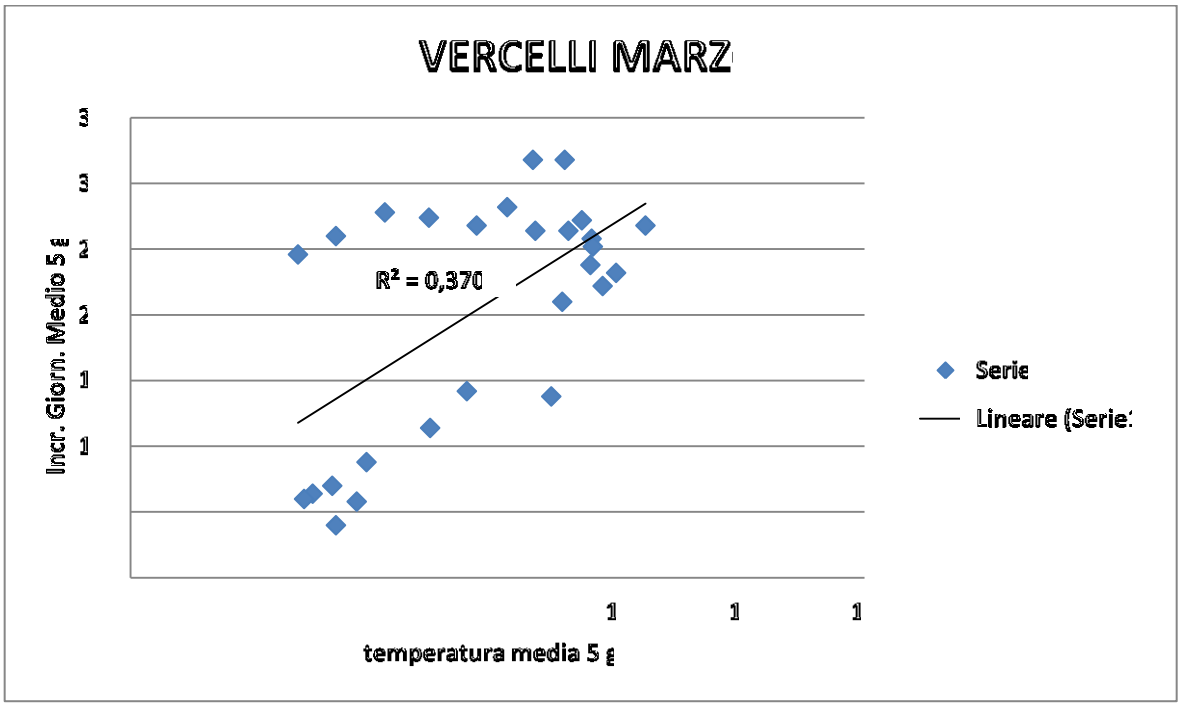
Lo studio della correlazione tra incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19 e temperatura è continuato esaminando separatamente i mesi di marzo e aprile, in modo da avere una più chiara situazione nella ricerca delle correlazioni e per sapere se ci fosse un collegamento con gli effetti derivati dal lockdown, che ha interessato il periodo che va dal 9 marzo al 18 maggio, sulle correlazioni in esame.

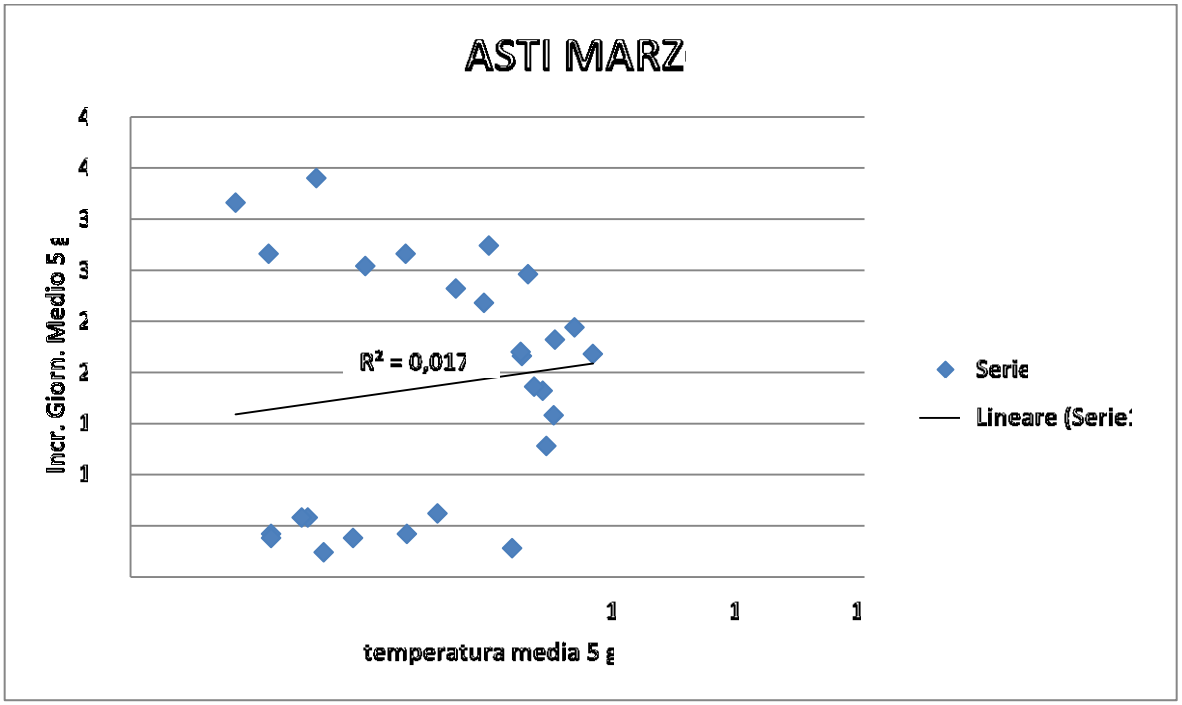
Di seguito vengono riportati i grafici di correlazione del mese di marzo per le province del Piemonte, caratterizzati da valori di temperatura e incrementi giornalieri con media mobile a 5 giorni.


ALESSANDRIA MARZ
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,486
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


VERBANIA MARZ
4
4
3
3
2
2
1
1
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,052
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


NOVARA MARZ
Incr. Giorn. Medio 5 g
6
5
4
3
2
1
R² = 0,225
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


VERCELLI MARZ
Incr. Giorn. Medio 5 g
3
3
2
2
1
1
R² = 0,370
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:



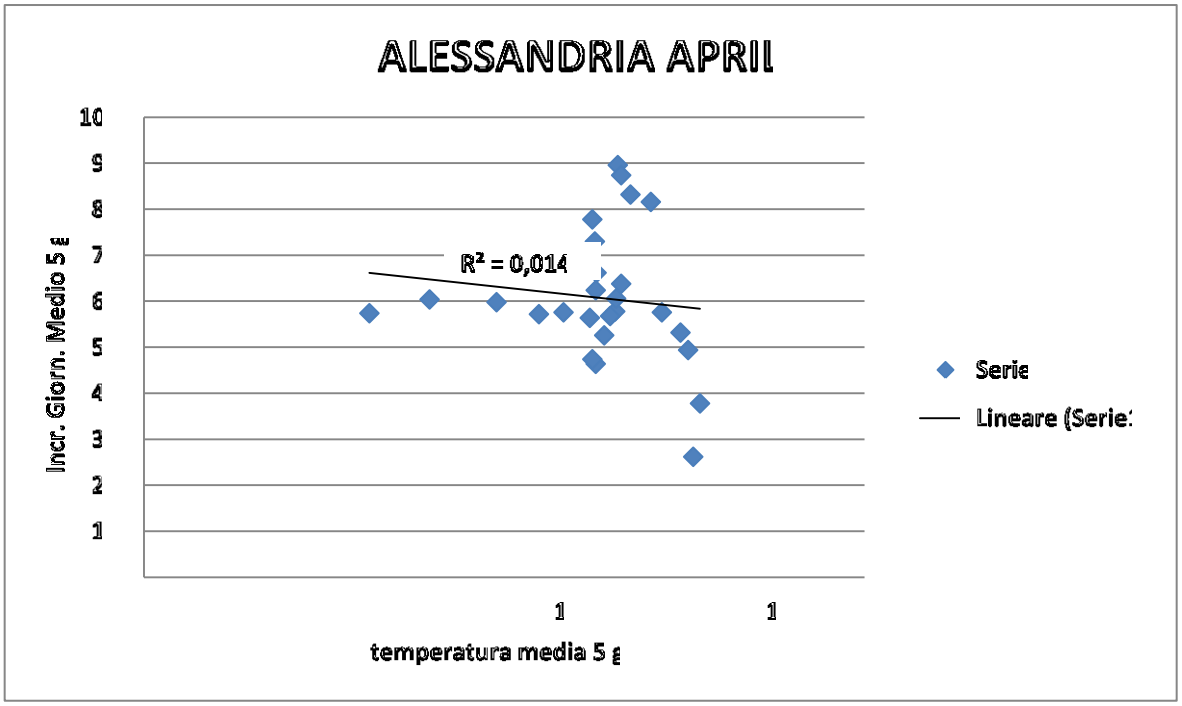
Come già enunciato in precedenza, i grafici di correlazione per il mese di marzo sono stati creati utilizzando solo i valori mediati per avere dei dati più attendibili con la media, ai fini della correlazione più realistica tra temperatura e incremento giornaliero del contagio da COVID-19. In tutti i grafici si nota subito un andamento regolarmente crescente della linea di tendenza con coefficiente di determinazione (R^2) che spazia da 0,5, nella provincia di Alessandria dimostrando una buona correlazione, a 0,02 nella provincia di Asti, il che simboleggia una scarsa correlazione. Si nota facilmente come i dati della temperatura, in tutte le province, si trovano in un range che va da 5°C ai 12°C. Le province di Alessandria e Vercelli sono quelle che presentano delle correlazioni molto evidenti, con buoni coefficienti di determinazione.

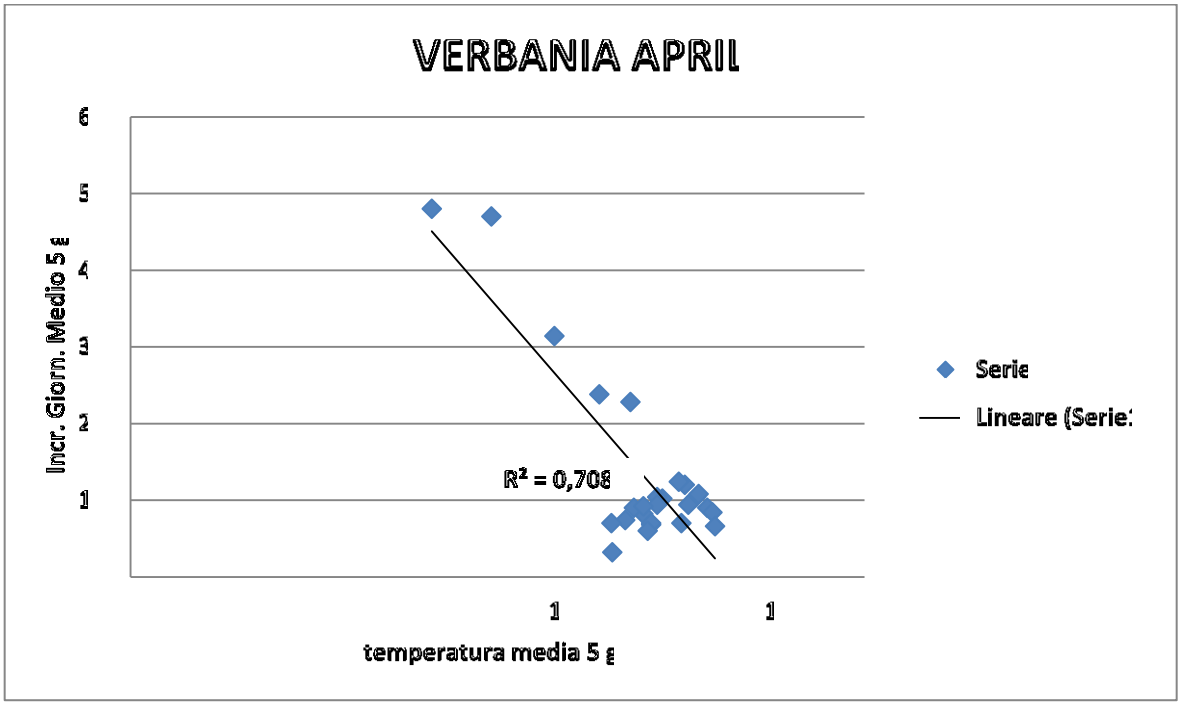
Meno significative sono le correlazioni delle province di Verbania e Asti, con coefficienti di determinazione poco superiori allo zero e linee di tendenza crescenti ma con un'angolazione minore rispetto alle province sopra citate.

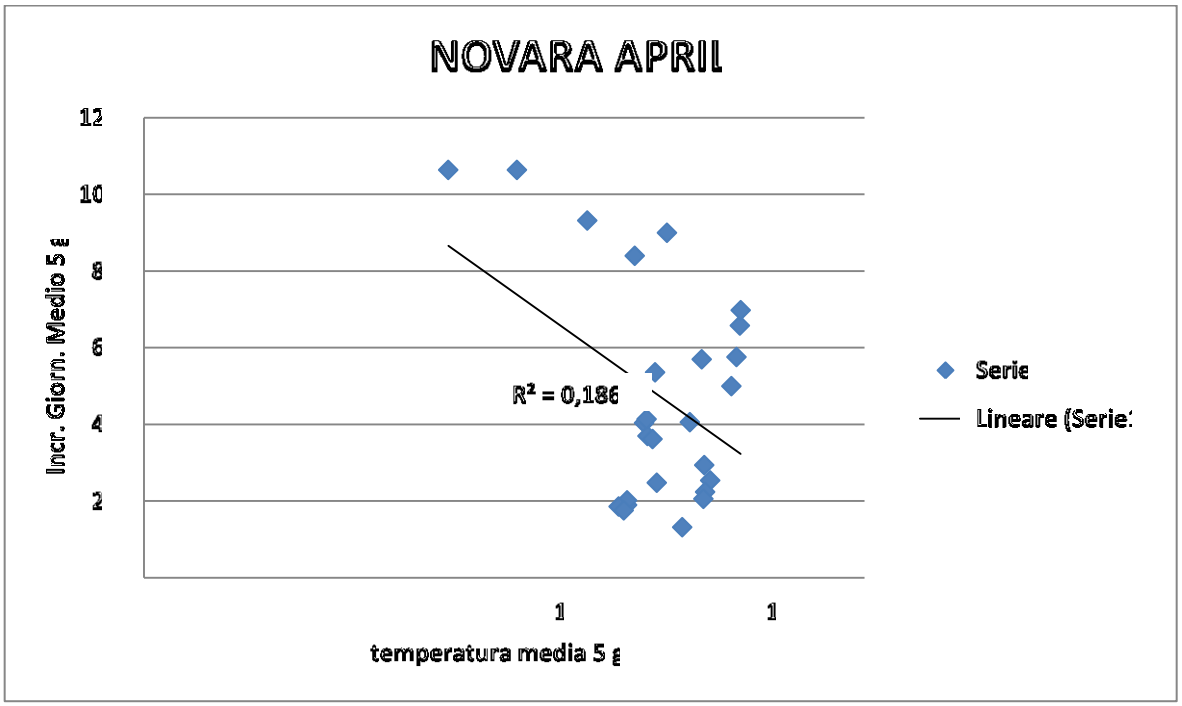
3.2 Correlazione tra temperatura e COVID-19 mese di aprile Piemonte

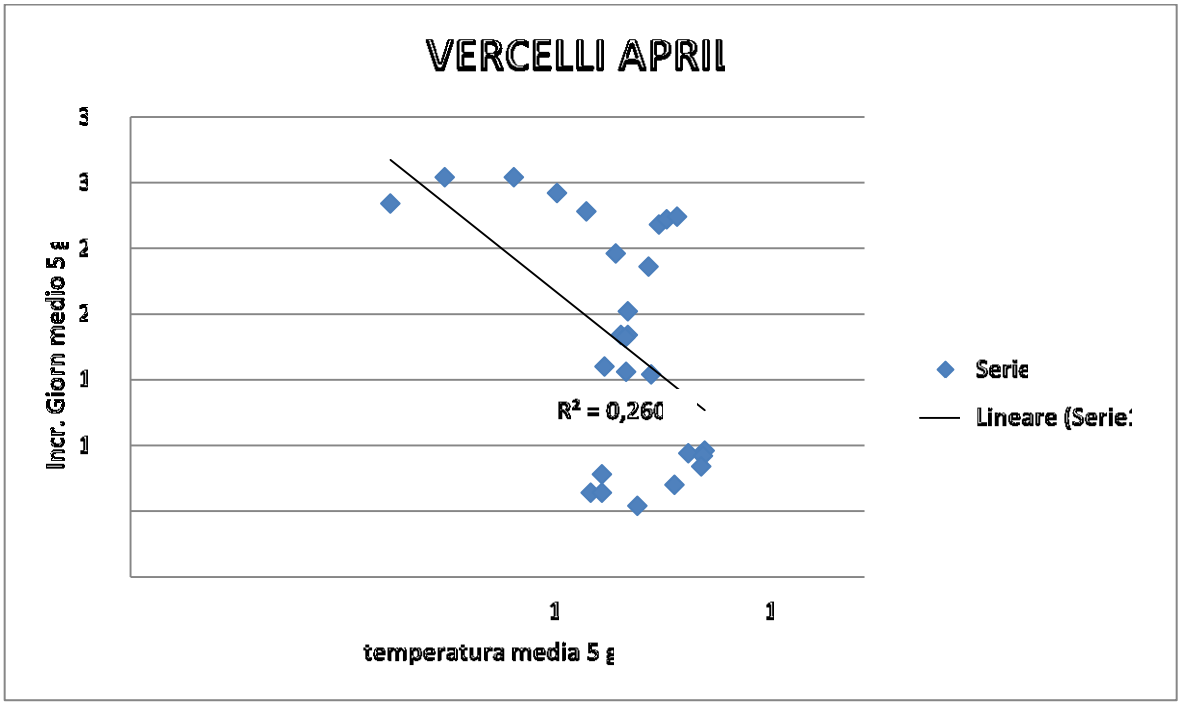
Esattamente come per il mese di marzo, sono state eseguite uguali correlazioni per il mese di aprile delle province del Piemonte. Sicuramente i grafici di aprile rispetto a quelli di marzo presentano effetti più marcati dovuti al lockdown, che ha coinvolto tutto il mese in esame.

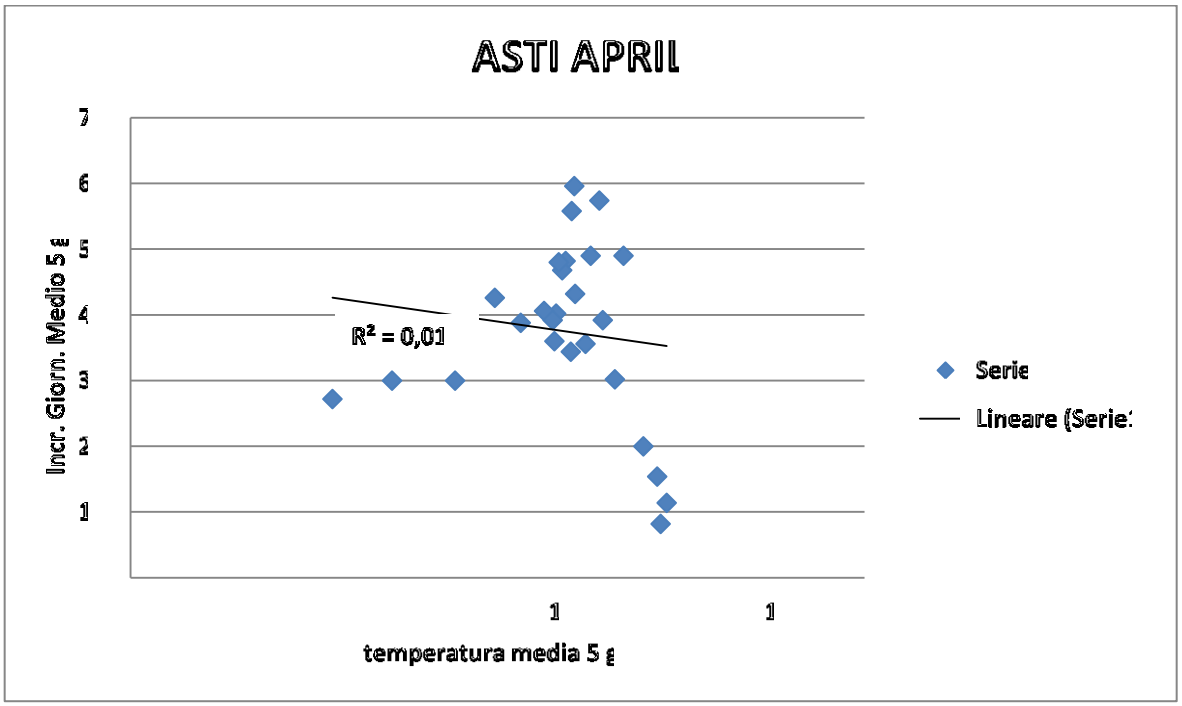
Di seguito si riportano tutte le correlazioni grafiche delle 5 province in esame.




VERBANIA APRIL
6
5
4
3
2
1
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,708
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


NOVARA APRIL
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,186
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


VERCELLI APRIL
Incr. Giorn medio 5 g
temperatura media 5 g
R² = 0,260
Serie
Lineare (Serie:


ASTI APRIL
Incr. Giorn. Medio 5 g
temperatura media 5 g
R² = 0,01
Serie
Lineare (Serie:

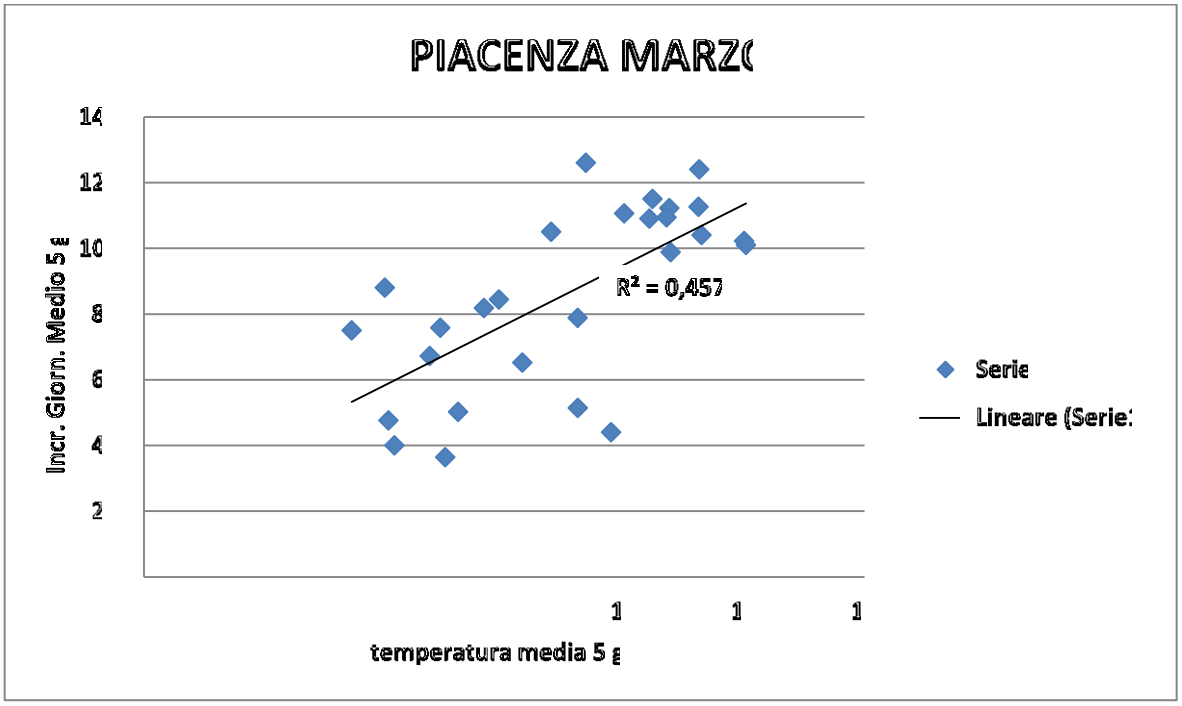
I risultati ottenuti con i grafici di correlazione per il mese di aprile, sempre realizzati utilizzando i valori mediati, presentano correlazioni meno accentuate rispetto ai grafici del mese di marzo, anche probabilmente dovuti agli effetti del lockdown, come si enunciava precedentemente. Le temperature si aggirano in un range che va da 8°C a 18°C circa, per tutte le province, mentre gli incrementi giornalieri dei contagi spaziano da valori di 100 fino a poche unità.

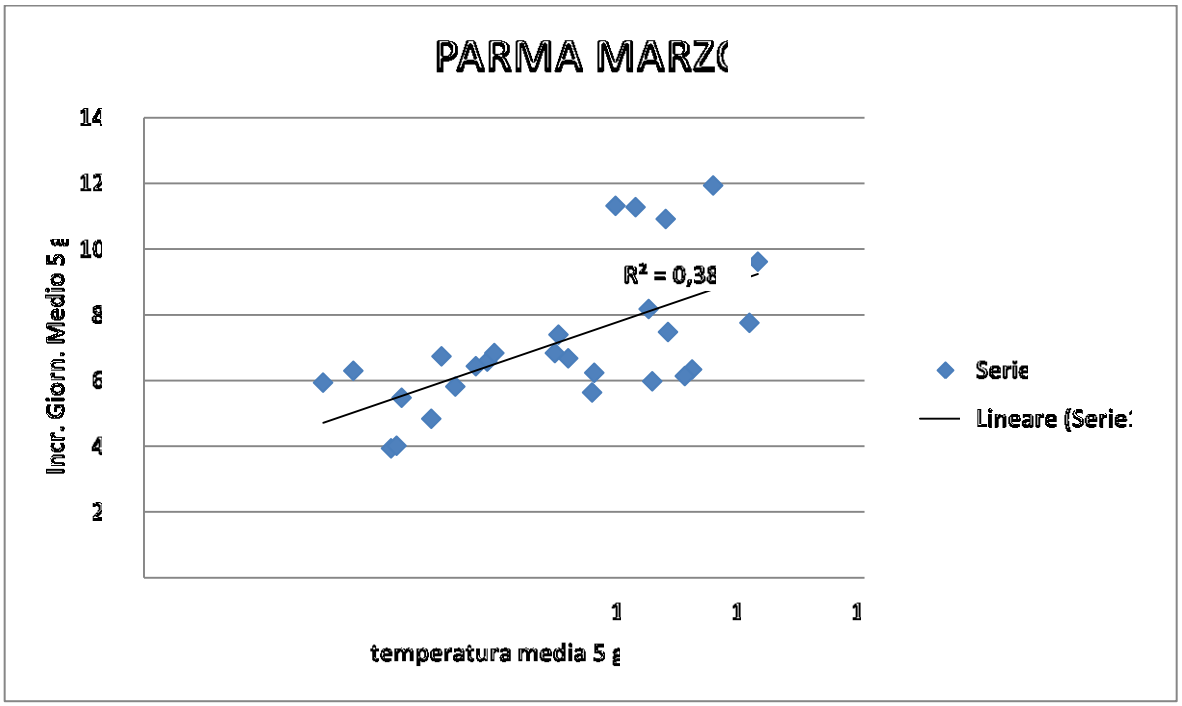
Gli andamenti delle linee di tendenza sono decrescenti in maniera più o meno marcata da provincia a provincia. Alessandria e Asti hanno coefficienti di determinazione molto bassi rispetto alla provincia di Verbania dove presenta una correlazione assai significativa con un coefficiente di determinazione che si avvicina all'unità. Novara e Vercelli si identificano con andamenti simili sia per quanto riguarda la linea di tendenza che per il coefficiente di determinazione.

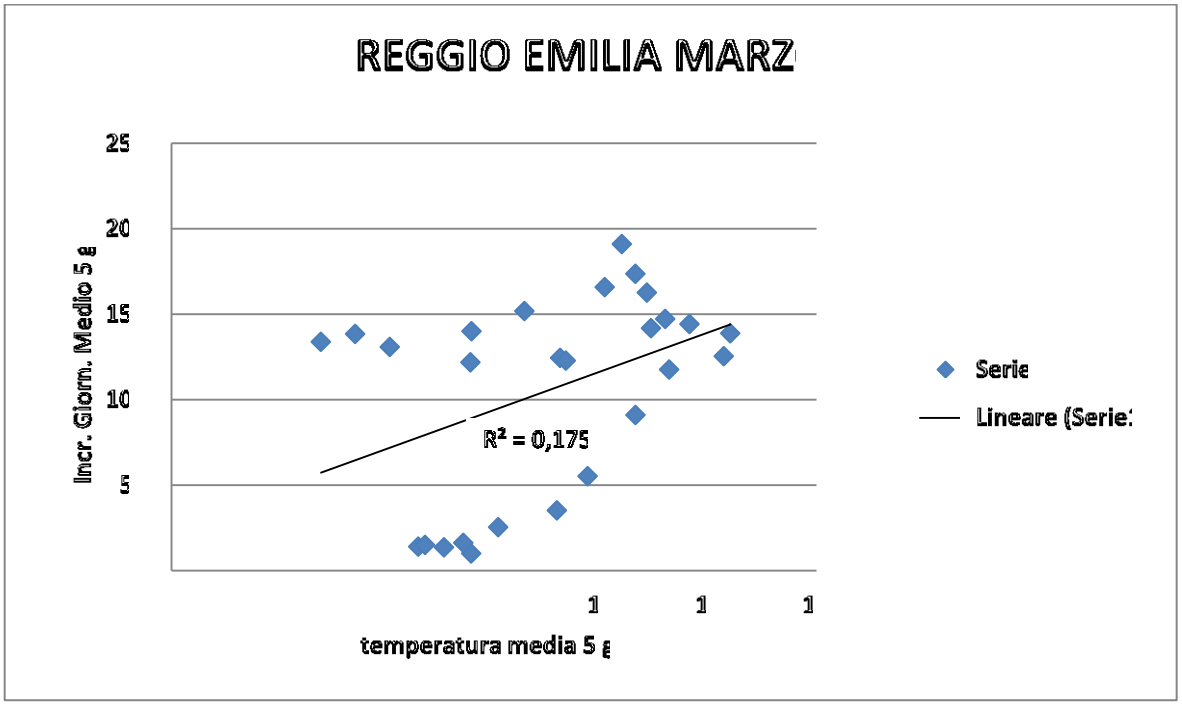
3.3 Correlazione tra temperatura e COVID-19 mese di marzo Emilia Romagna

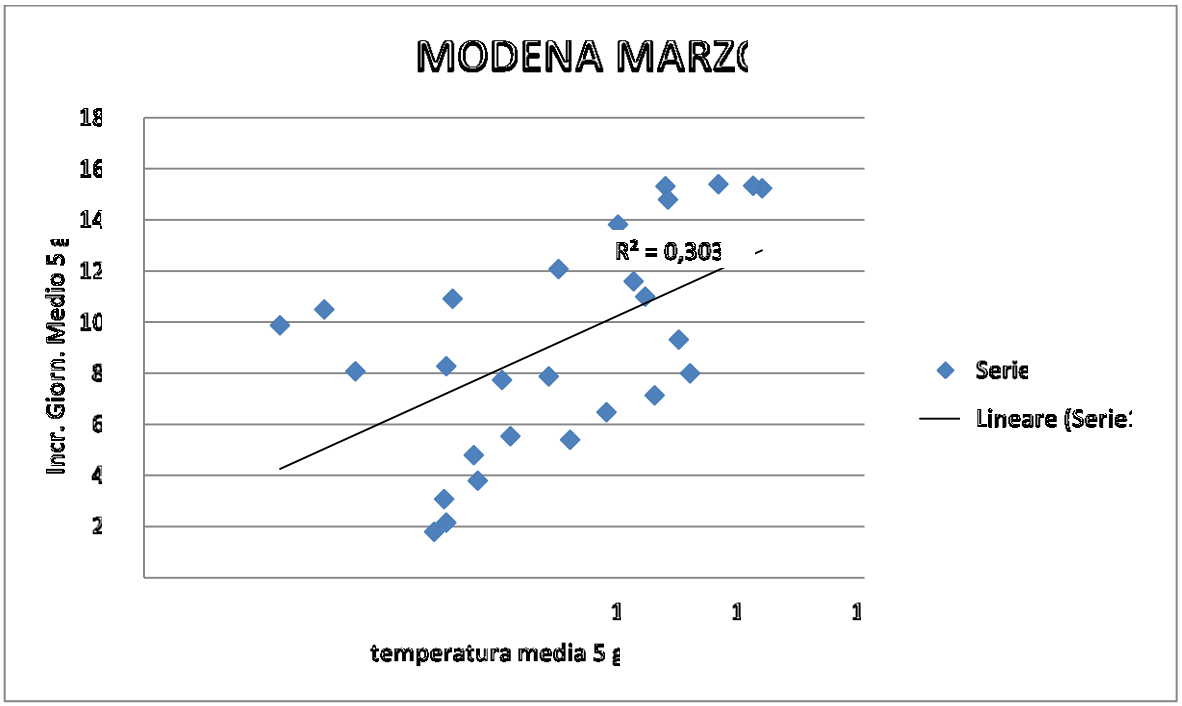
Si illustrano in questo paragrafo le correlazioni grafiche ottenute nelle 5 province dell'Emilia Romagna, studiando anche qui le correlazioni per singolo mese, dei valori mediati a 5 giorni della temperatura e dell'incremento giornaliero del contagio da COVID-19.

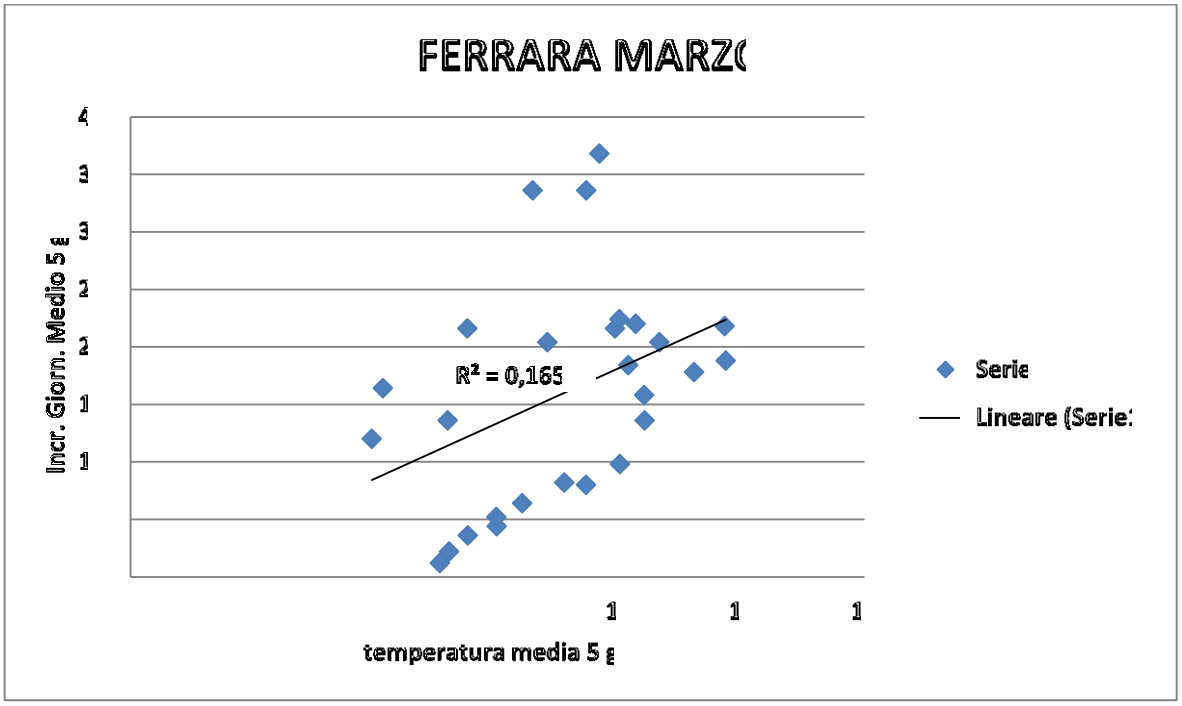
Di seguito si riportano i grafici di correlazione del mese di marzo.


PIACENZA MARZO
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,457
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


PARMA MARZO
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,38
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


REGGIO EMILIA MARZ
25
20
15
10
5
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,175
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


MODENA MARZ(
18
16
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,303
1
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:



I grafici che illustrano le correlazioni dei valori mediati, per il mese di marzo, presentano discrete connessioni tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19.

Tutte le province hanno un andamento crescente della linea di tendenza e valori del coefficiente di determinazione che spaziano molto tra 0 e 1, ma in nessun caso si avvicinano a tali limiti.

La correlazione migliore la troviamo a Piacenza e la peggiore a Ferrara con valori del coefficiente di determinazione rispettivamente di 0,46 e 0,17.

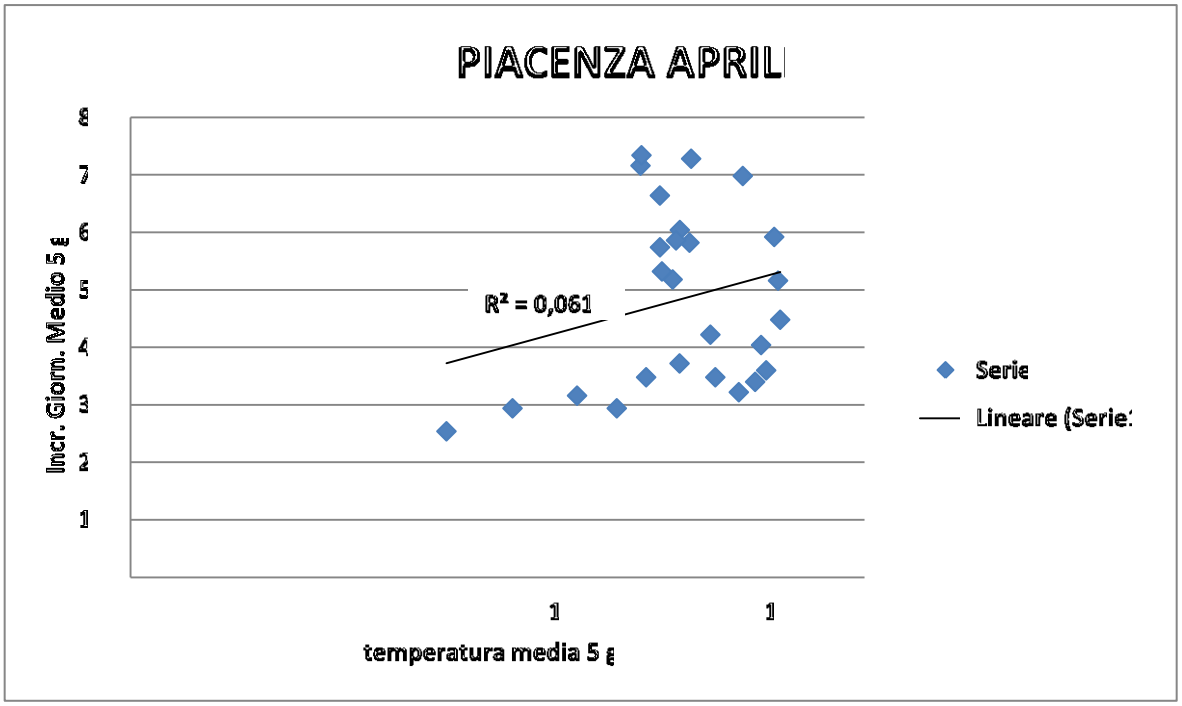
I valori della temperatura rientrano in un intervallo compreso tra 6°C e 14°C circa mentre gli incrementi giornalieri dei contagi COVID-19 in qualche caso superano anche le centinaia come per Reggio Emilia.

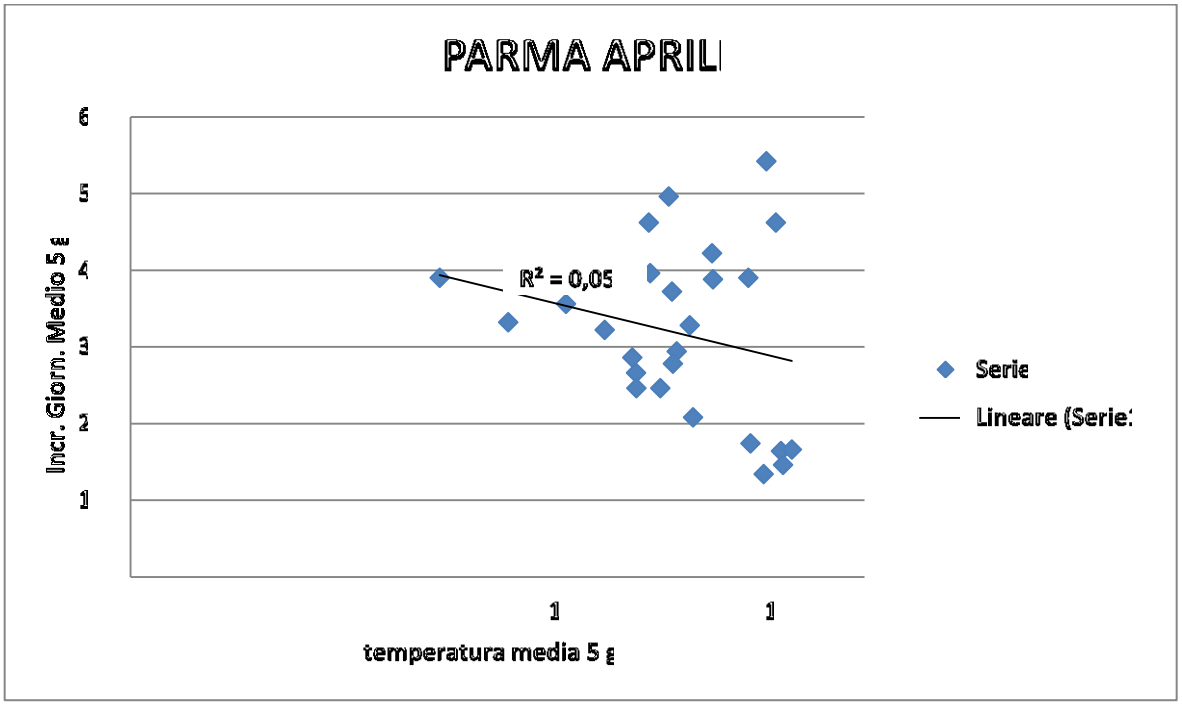
3.4 Correlazione tra temperatura e COVID-19 per il mese di aprile Emilia Romagna

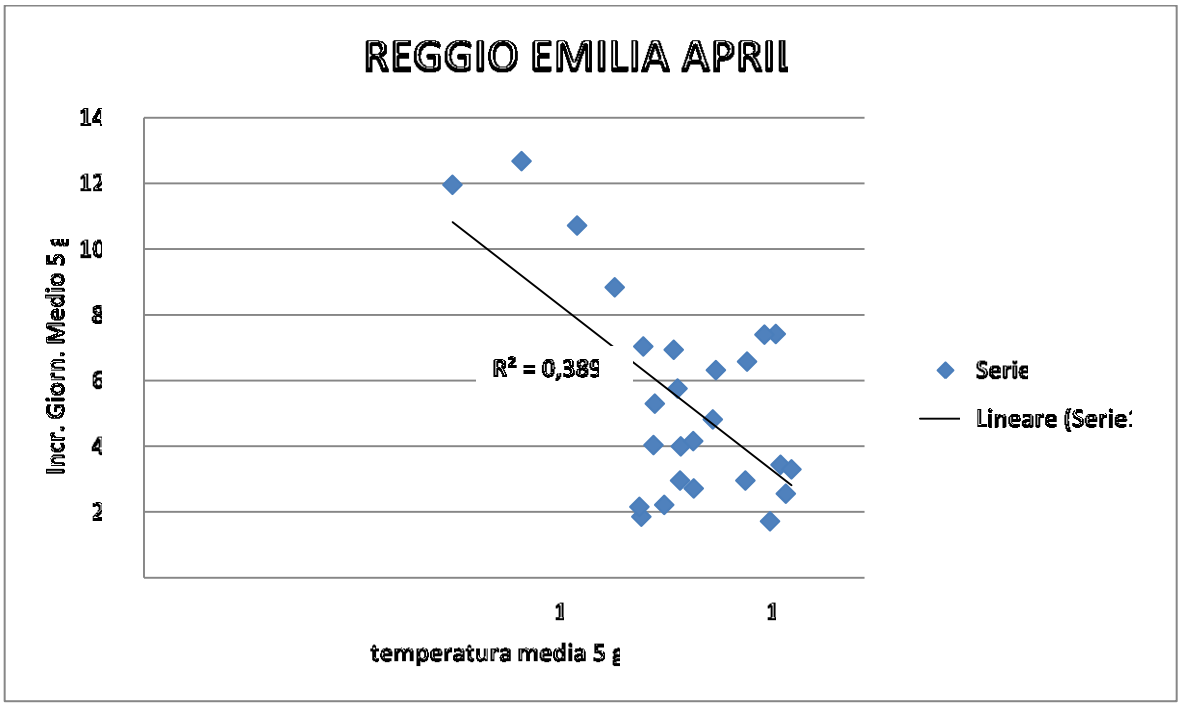
In questa sezione si illustrano le correlazioni grafiche, tra la temperatura e gli incrementi giornalieri, del mese di aprile per l'Emilia Romagna.

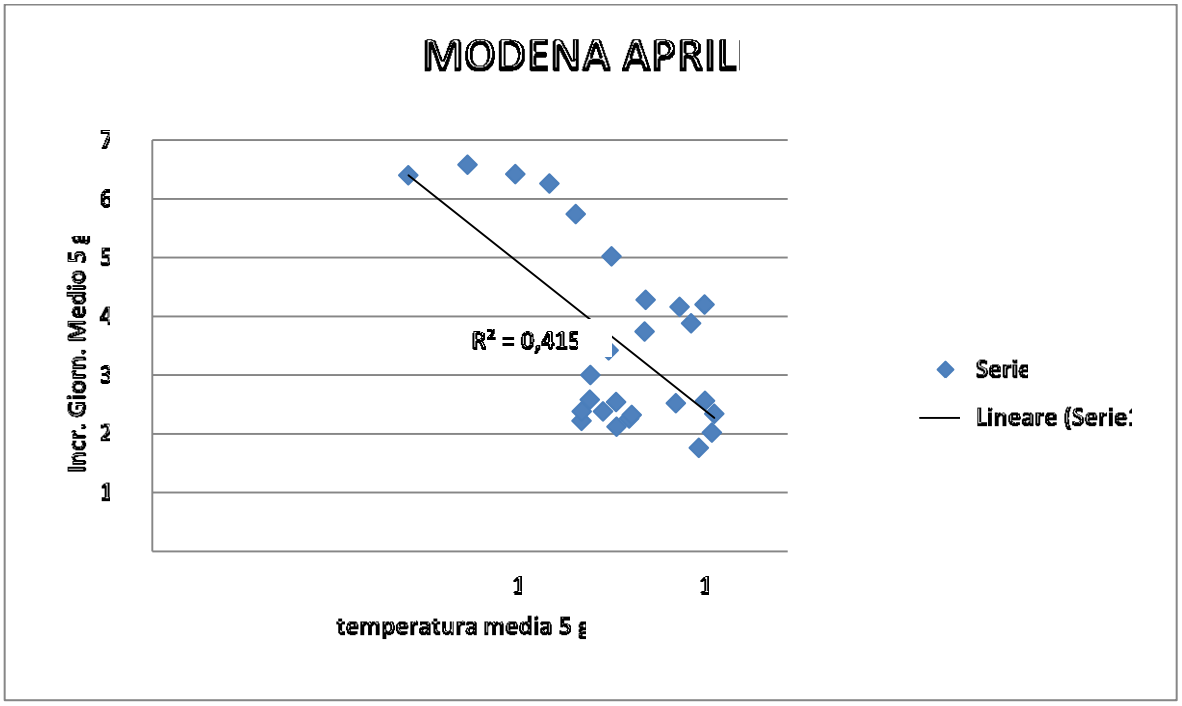
Anche in questo caso, come per il Piemonte, i risultati potranno risentire degli effetti derivati dal lockdown che ha coinvolto tutto il mese in esame.

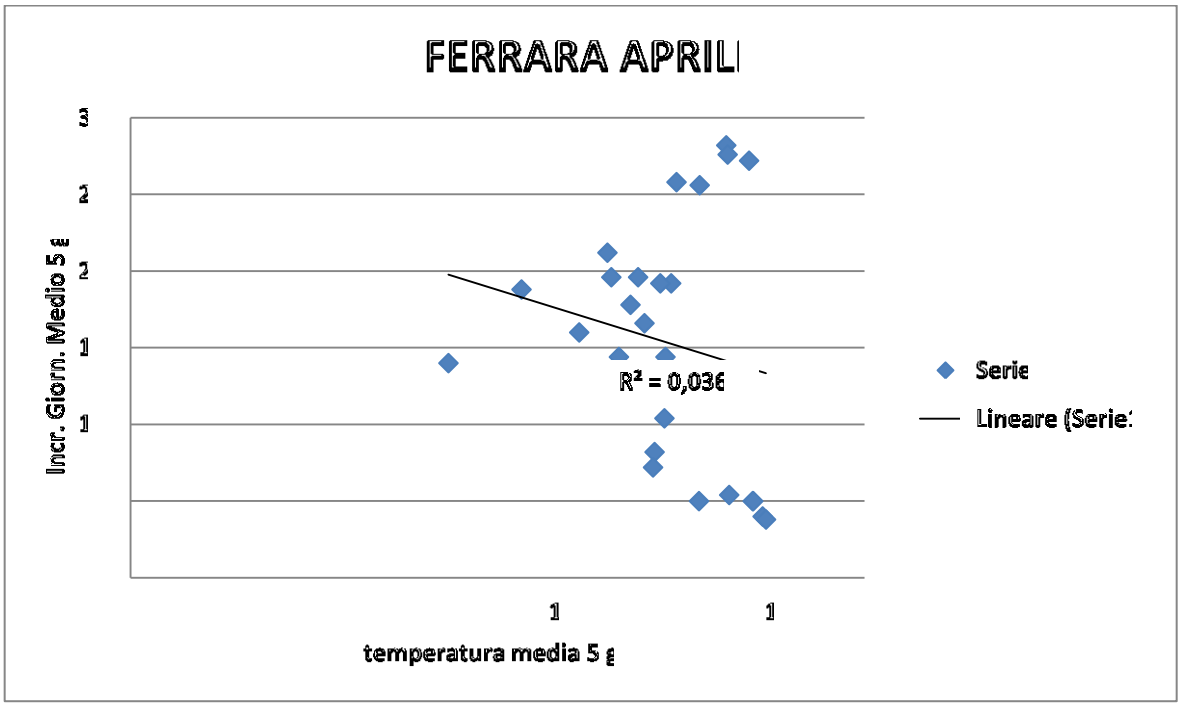
Di seguito si riportano tutti i grafici di correlazione delle 5 province studiate.




PARMA APRIL
6
5
4
3
2
1
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,05
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


REGGIO EMILIA APRIL
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,389
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


MODENA APRIL
7
6
5
4
3
2
1
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,415
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


FERRARA APRIL
3
2
2
1
1
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,036
1
1
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:

I grafici di correlazione, del mese di aprile dell'Emilia Romagna, sono quasi tutti con concordi in un andamento decrescente della linea di tendenza, ad eccezione di Piacenza che invece è crescente anche se in modo lieve. Le temperatura si aggirano in un range che va da 10°C a 18°C e gli incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19 rimangono costantemente sotto le centinaia, eccezion fatta per tre casi verificati a Reggio Emilia.

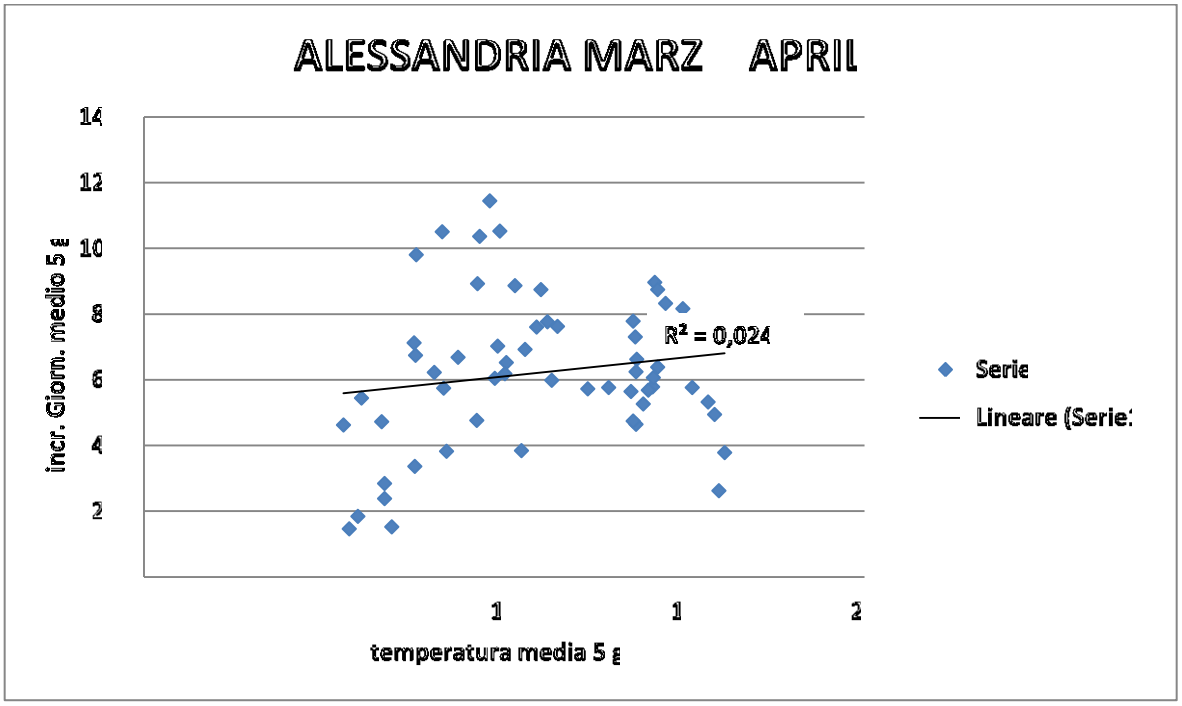
Modena e Reggio Emilia sono le province che inquadrano la migliore correlazione con buoni valori del coefficiente di determinazione, rispettivamente 0,42 e 0,39. Le altre province non presentano delle correlazioni importanti, con bassi valori del coefficiente di determinazione e una minore pendenza delle linee di tendenza.

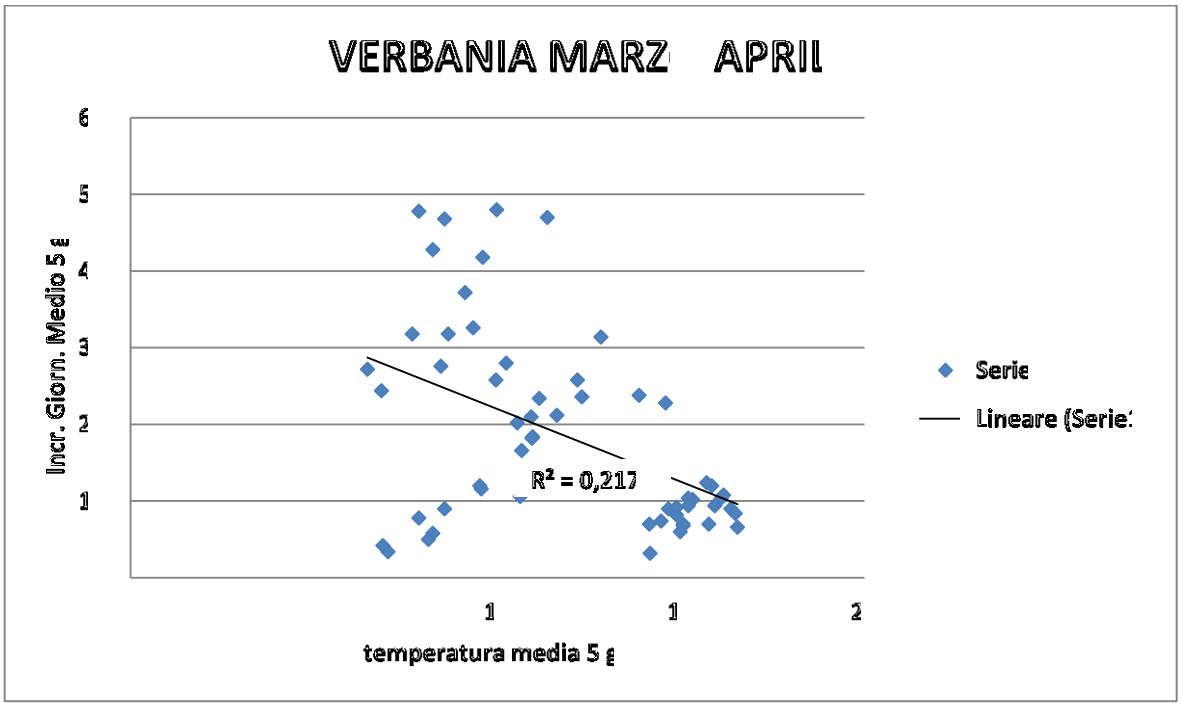
3.5 Correlazione tra temperatura e COVID-19 per i mesi di marzo e aprile Piemonte

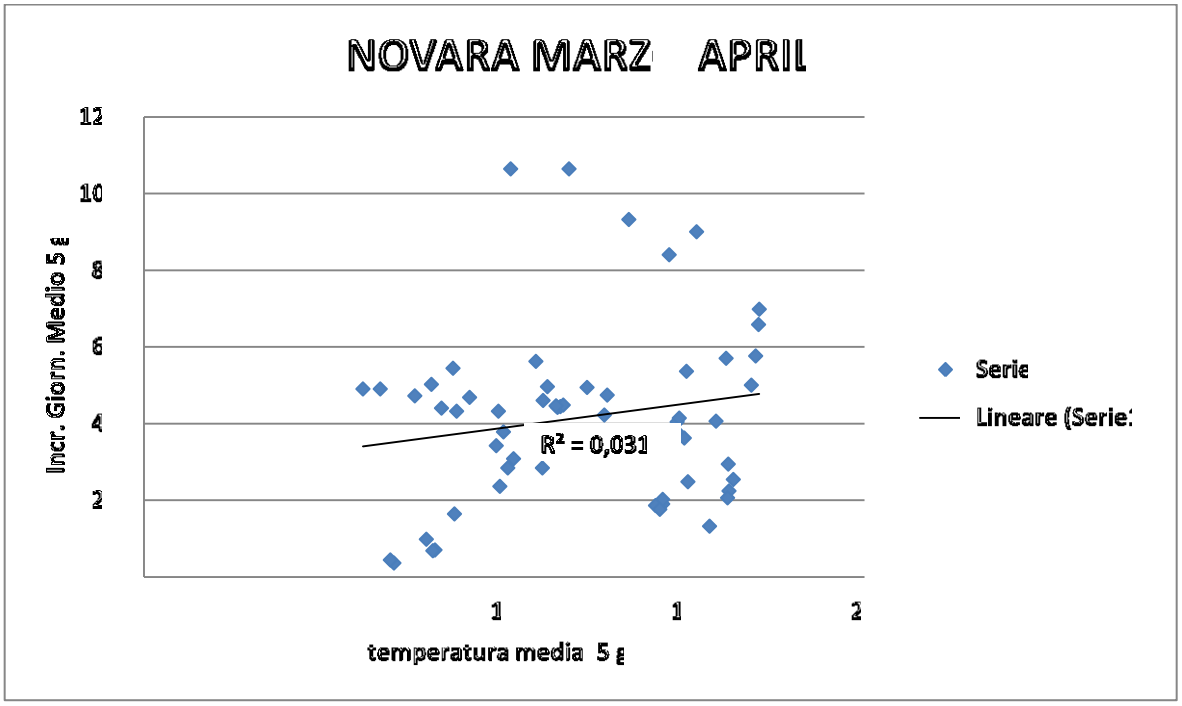
Dopo aver ottenuto le correlazioni per singolo mese, è stato studiato il caso accorpando tutto il periodo oggetto di esame.

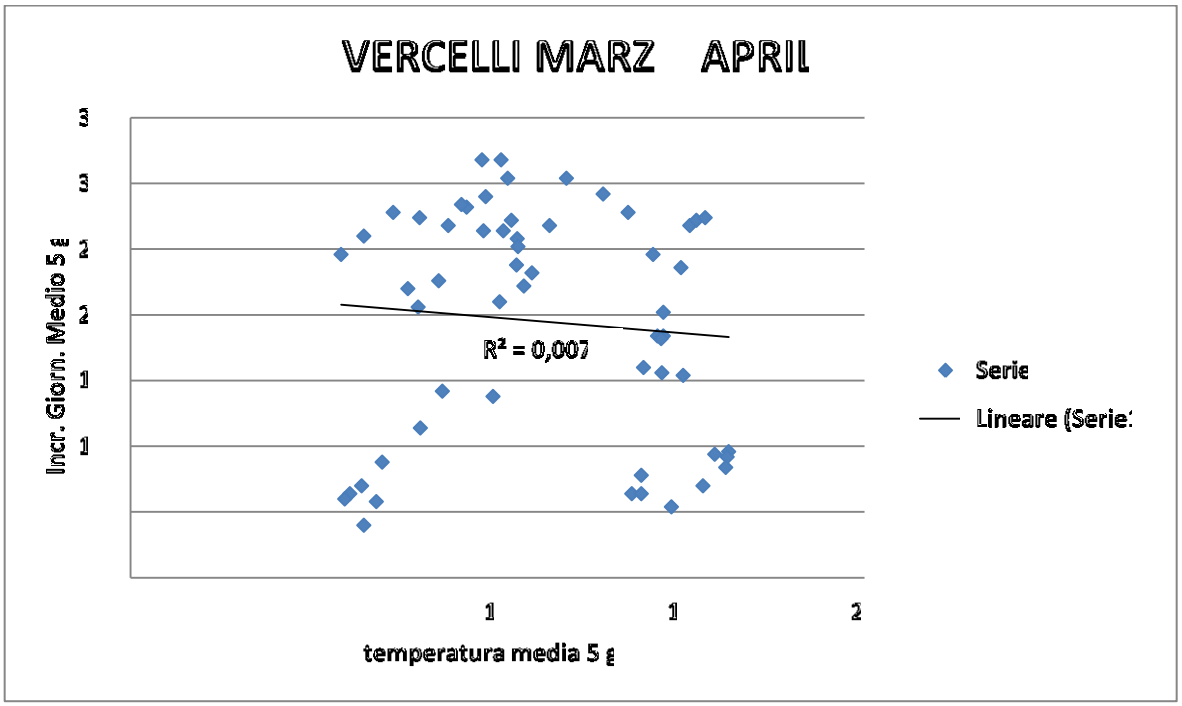
Per costruire le correlazioni grafiche sono stati usati i dati di temperatura e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, come per le precedenti correlazioni, con media mobile a 5 giorni.

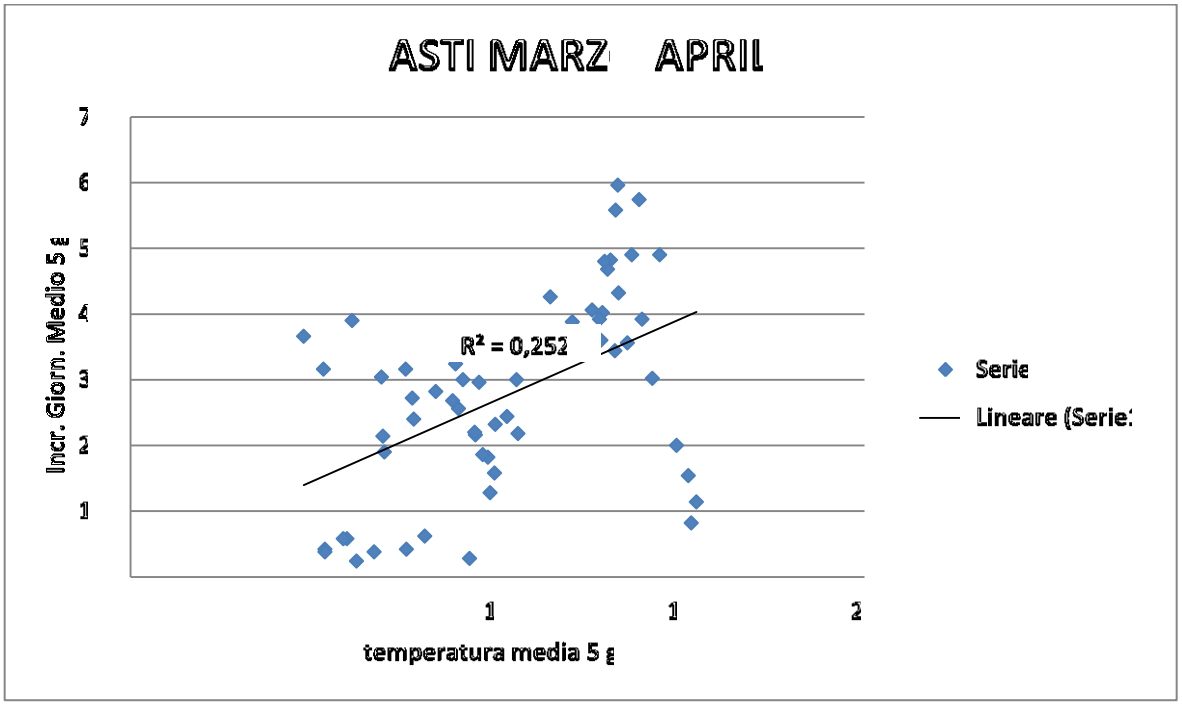
Di seguito si illustrano tutti i grafici delle 5 province del Piemonte.


ALESSANDRIA MARZ APRIL
incr. Giorn. medio 5 g
14
12
10
8
6
4
2
R² = 0,024
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


VERBANIA MARZ APRIL
Incr. Giorn. Medio 5 g
6
5
4
3
2
1
R² = 0,217
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


NOVARA MARZ APRIL
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,031
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


VERCELLI MARZ APRIL
3
3
2
2
1
1
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,007
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:



Dai grafici di correlazione , si nota facilmente come aggregando nello studio sia il mese di marzo che il mese di aprile, il coefficiente di determinazione sia minore e quindi sia minore anche la correlazione tra la temperatura e gli incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19.

Le temperature naturalmente spaziano in un range più grande, passano da temperature più basse verificate nel mese di marzo a temperature più alte di aprile.

Le linee di tendenza presentano un andamento diverso da provincia a provincia. Questo porta a dedurre la scarsa correlazione che si ha quando viene fatto l'analisi accorpando entrambi i mesi in esame.

Per Alessandria si nota un andamento della linea crescente, con valori del coefficiente di determinazione prossimo allo zero.

Nel grafico di Verbania la linea di tendenza ha un andamento decrescente, con valore più alto del coefficiente di determinazione del grafico.

Novara ha il grafico con una linea di tendenza leggermente crescente e valore del coefficiente di determinazione decisamente basso.

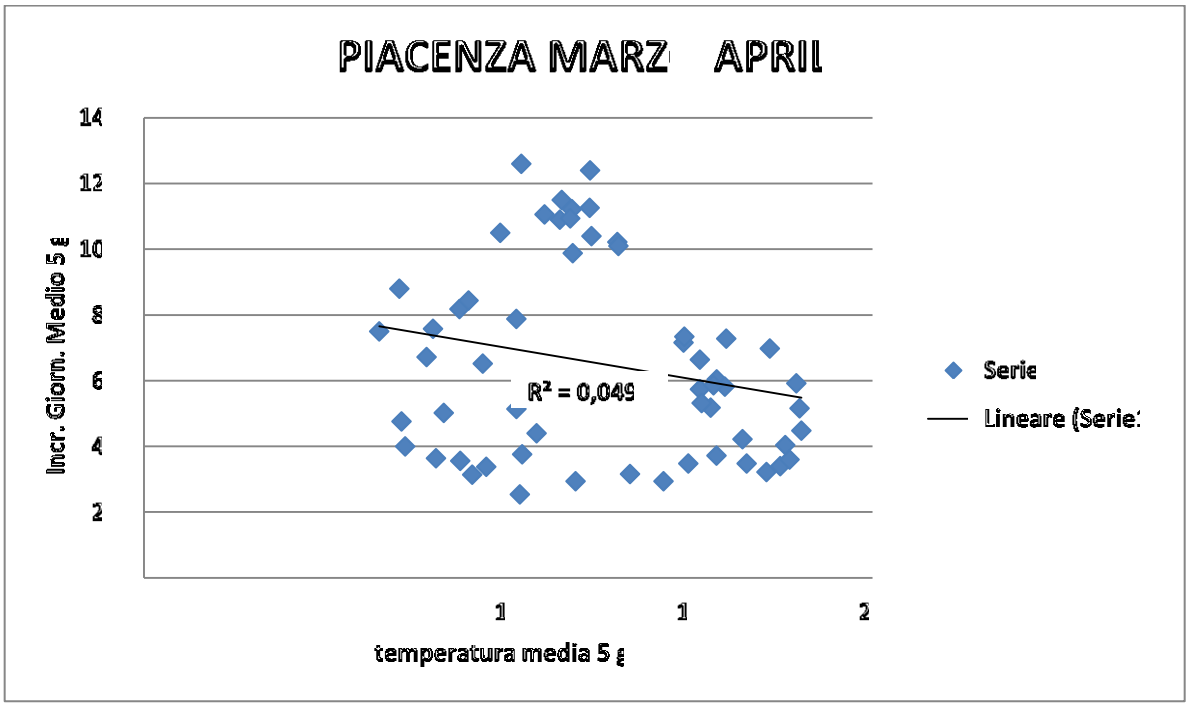
Nel grafico di Vercelli la linea di tendenza è quasi orizzontale e il coefficiente di determinazione si attesta intorno allo zero.

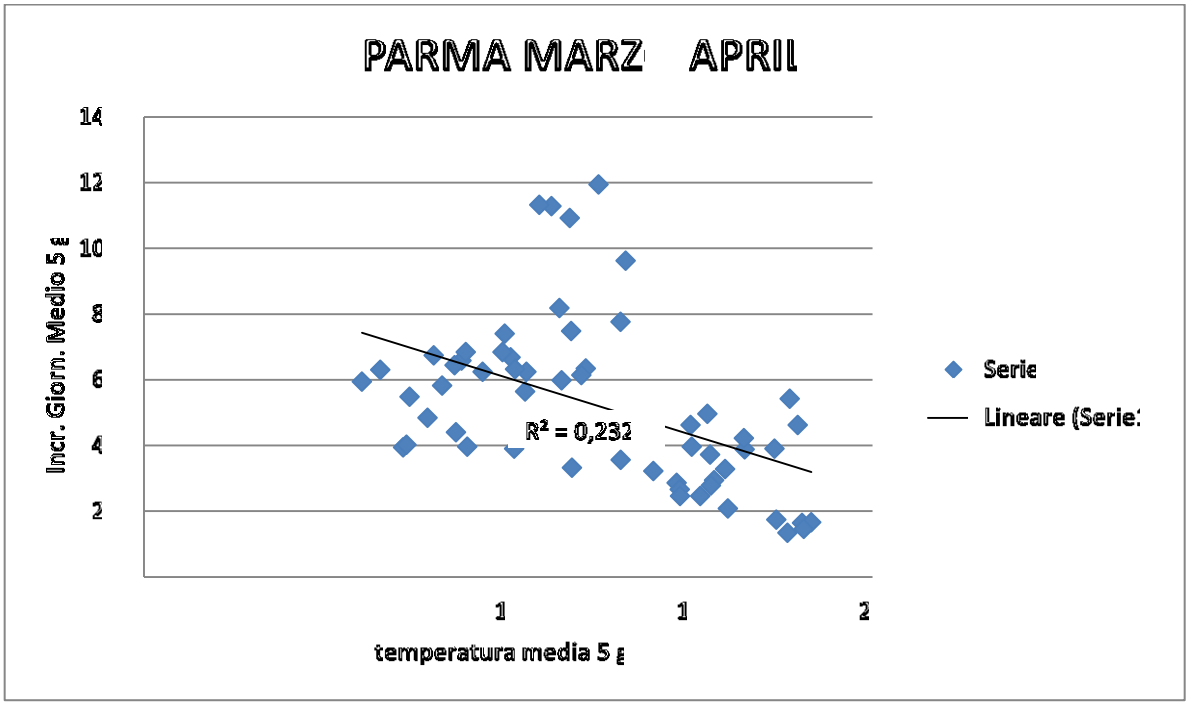
Per Asti c'è un valore più alto del coefficiente di determinazione rispetto alle altre province del Piemonte, con la linea di tendenza crescente.

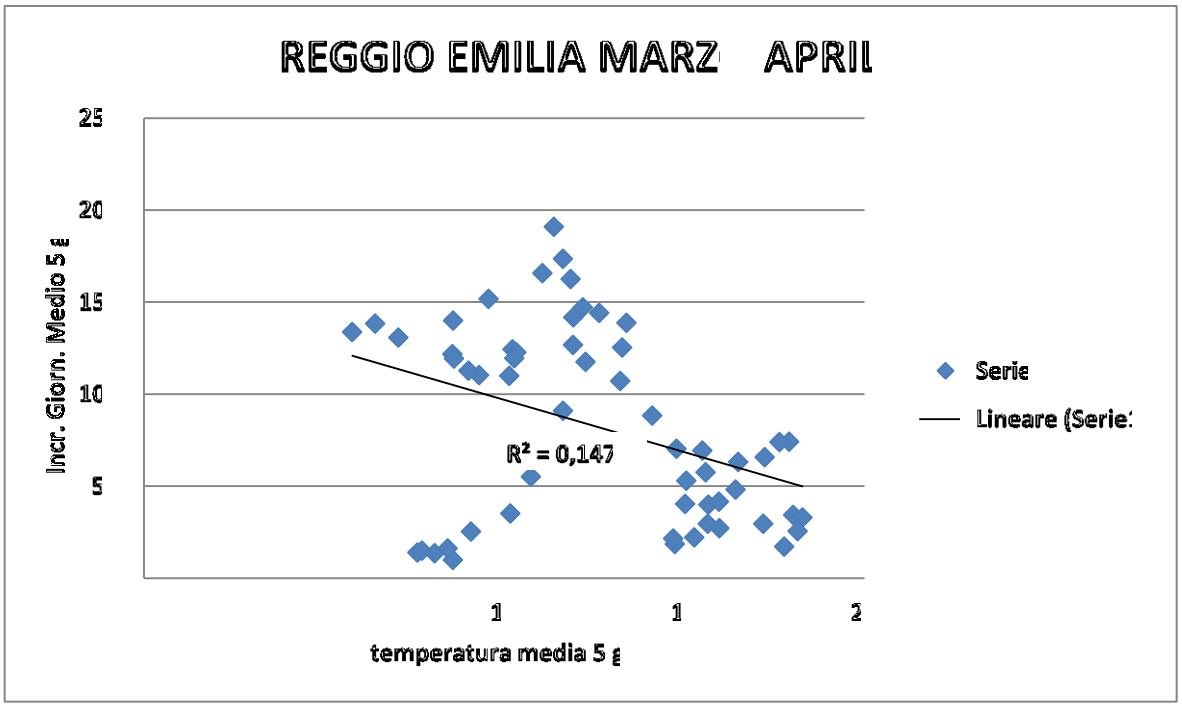
3.6 Correlazione tra temperatura e COVID-19 per i mesi di marzo e aprile Emilia Romagna

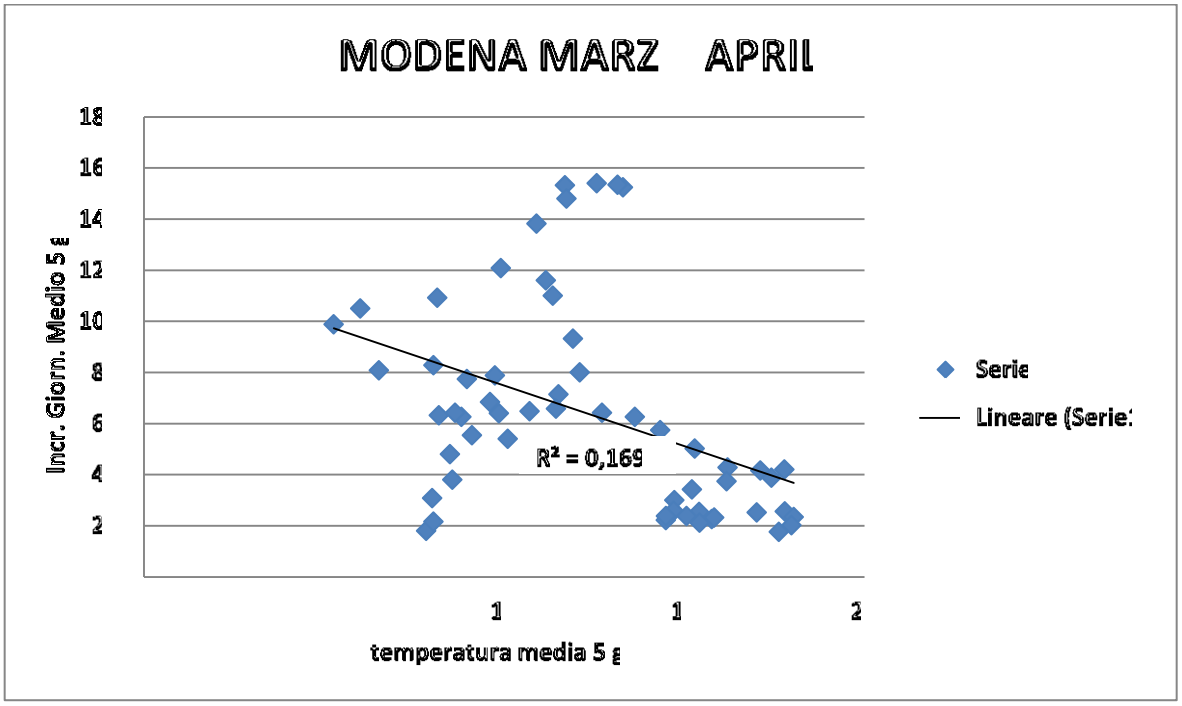
Come avvenuto per il Piemonte, anche per l'Emilia Romagna sono stati accorpati i grafici di marzo e aprile per vedere la correlazione tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19.

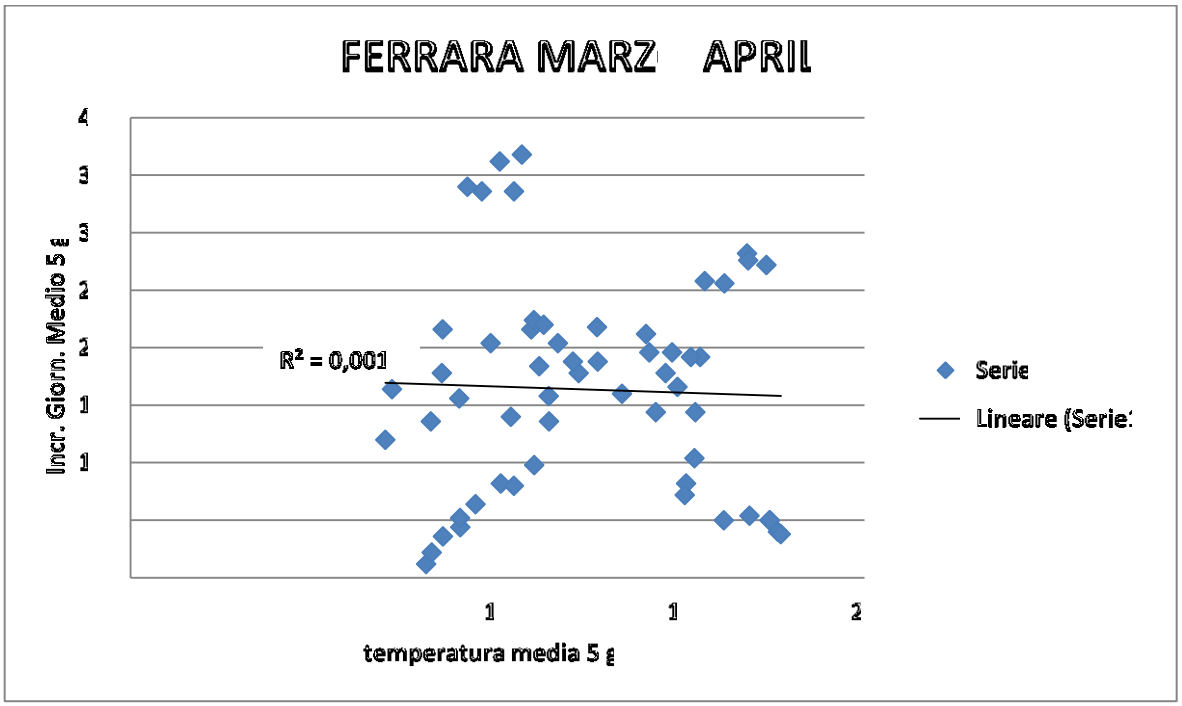
Di seguito si riportano i grafici delle 5 province in esame.




PARMA MARZ APRIL
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,232
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


REGGIO EMILIA MARZ APRIL
25
20
15
10
5
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,147
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


MODENA MARZ APRIL
Incr. Giorn. Medio 5 g
18
16
14
12
10
8
6
4
2
R² = 0,169
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


FERRARA MARZ APRIL
Incr. Giorn. Medio 5 g
4
3
3
2
2
1
1
R² = 0,001
1
1
2
temperatura media 5 g
Serie
Lineare (Serie:

Piacenza presenta un grafico di correlazione con bassa dipendenza tra i valori della temperatura e degli incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19. L'andamento della linea di tendenza è decrescente, con un coefficiente di determinazione tendente allo zero.

Parma segue la correlazione ottenuta per la provincia di Piacenza, con lo stesso andamento della linea di tendenza, ma con un coefficiente di determinazione leggermente più alto.

Anche le province di Reggio Emilia e Modena rispecchiano i risultati delle province precedenti, entrambe con andamenti delle linee di tendenza decrescenti e coefficienti di determinazione poco superiori allo zero.

Unica provincia ad avere un andamento diverso dalle altre è Ferrara, la quale si identifica con un andamento orizzontale della linea di tendenza e un coefficiente di determinazione prossimo allo zero.

3.7 Correlazione tra umidità relativa (RH) e COVID-19 Piemonte

Concluso lo studio per verificare la correlazione tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, sono stati utilizzati gli stessi metodi di calcolo per andare ad elaborare una correlazione tra umidità relativa (RH) e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19.

E' stato effettuato lo stesso studio sostituendo i valori della temperatura e inserendo i valori dell'umidità relativa (RH), precedentemente ricavati con il modello WRF-chem.

A causa dei dati del WRF-chem elaborati fino alla fine di marzo, la correlazione è stata possibile solo per questo mese.

Ovviamente sono state costruite le correlazioni grafiche analizzando solo i valori con media mobile a 5 giorni, sia per quanto riguarda l'umidità relativa sia per gli incrementi giornalieri dei contagi COVID-19.

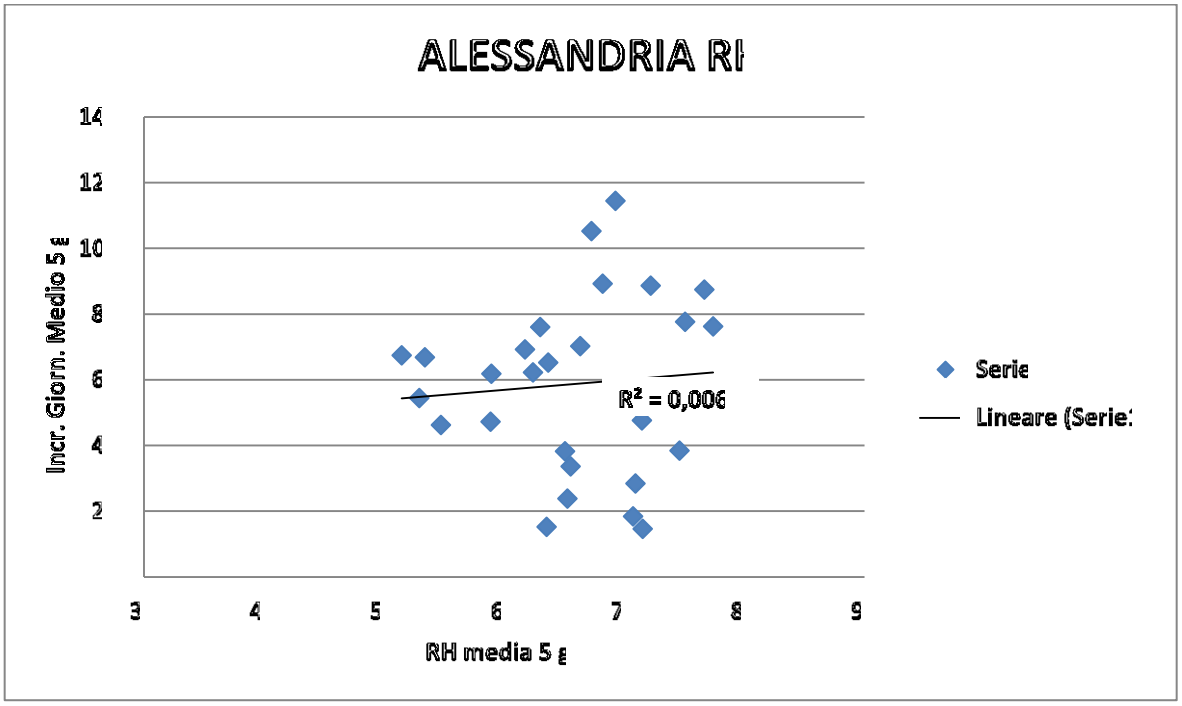
A titolo di esempio, di seguito si introduce una tabella di calcolo, della provincia di Asti, contenente i dati dell'umidità relativa e gli incrementi

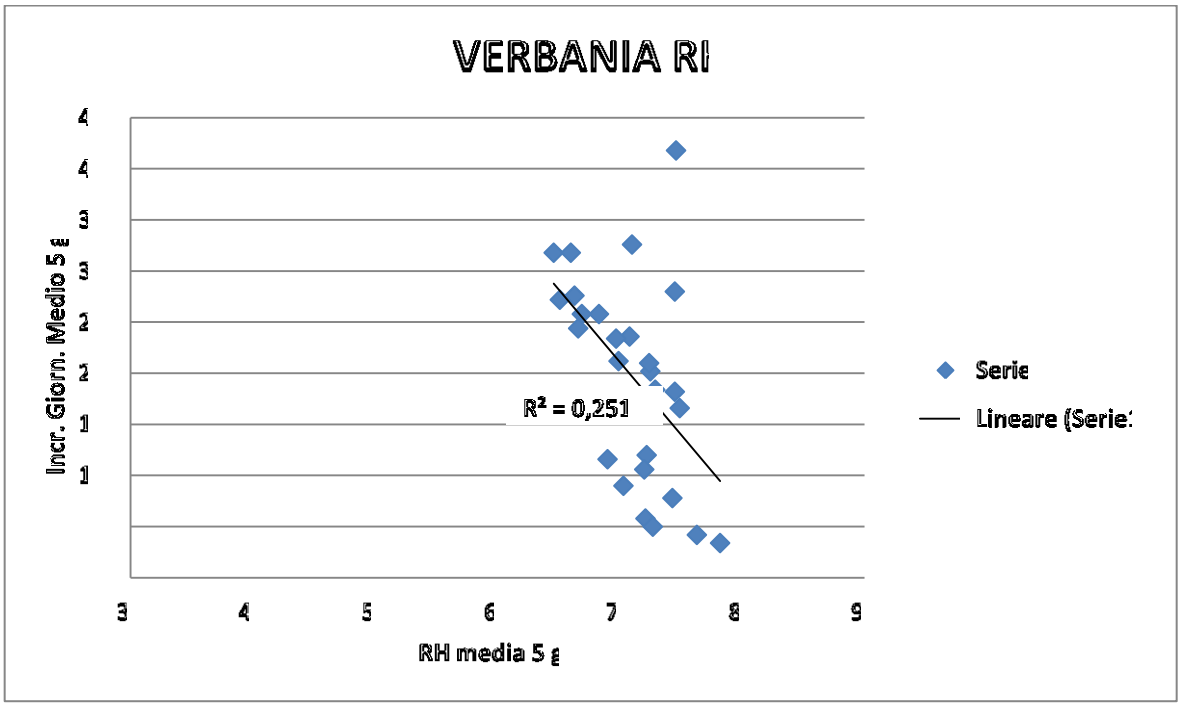
giornalieri dei contagi, inerenti al mese di marzo, periodo di correlazione di questo studio.

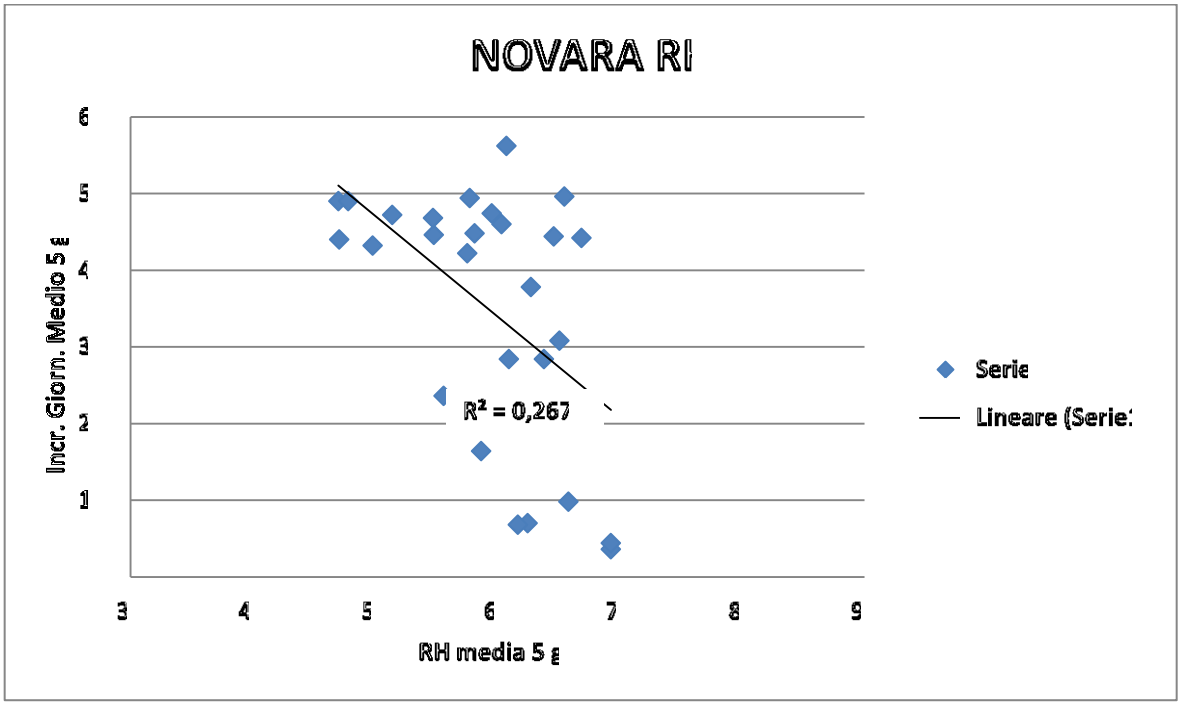
DATA	RH	nuovi contagi (data reale)	nuovi contagi da 7/03	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg (data reale)	Tmed 5 gg	Incr. Giorn. 5 gg
01/03/2020	75,67		3				
02/03/2020	85,67		8				
03/03/2020	50,00		0				
04/03/2020	48,00		0				
05/03/2020	90,67		10	70,00		70,00	4,2
06/03/2020	74,67		1	69,80		69,80	3,8
07/03/2020	53,00	3	1	63,27		63,27	2,4
08/03/2020	58,33	8	17	64,93		64,93	5,8
09/03/2020	78,33	0	0	71,00		71,00	5,8
10/03/2020	59,00	0	0	64,67		64,67	3,8
11/03/2020	79,67	10	3	65,67	4,2	65,67	4,2
12/03/2020	91,67	1	11	73,40	3,8	73,40	6,2
13/03/2020	82,00	1	0	78,13	2,4	78,13	2,8
14/03/2020	79,33	17	50	78,33	5,8	78,33	12,8
15/03/2020	72,33	0	15	81,00	5,8	81,00	15,8
16/03/2020	67,00	0	15	78,47	3,8	78,47	18,2
17/03/2020	61,00	3	28	72,33	4,2	72,33	21,6
18/03/2020	64,33	11	26	68,80	6,2	68,80	26,8
19/03/2020	63,67	0	26	65,67	2,8	65,67	22
20/03/2020	63,00	50	21	63,80	12,8	63,80	23,2
21/03/2020	59,67	15	21	62,33	15,8	62,33	24,4
22/03/2020	72,00	15	15	64,53	18,2	64,53	21,8
23/03/2020	45,33	28	10	60,73	21,6	60,73	18,6
24/03/2020	37,67	26	74	55,53	26,8	55,53	28,2
25/03/2020	49,67	26	32	52,87	22	52,87	30,4
26/03/2020	65,00	21	27	53,93	23,2	53,93	31,6
27/03/2020	82,33	21	40	56,00	24,4	56,00	36,6
28/03/2020	63,33	15	22	59,60	21,8	59,60	39
29/03/2020	57,00	10	37	63,47	18,6	63,47	31,6
30/03/2020	84,67	74	36	70,47	28,2	70,47	32,4
31/03/2020	67,00	32	13	70,87	30,4	70,87	29,6
		27			31,6		
		40			36,6		
		22			39		
		37			31,6		
		36			32,4		
		13			29,6		

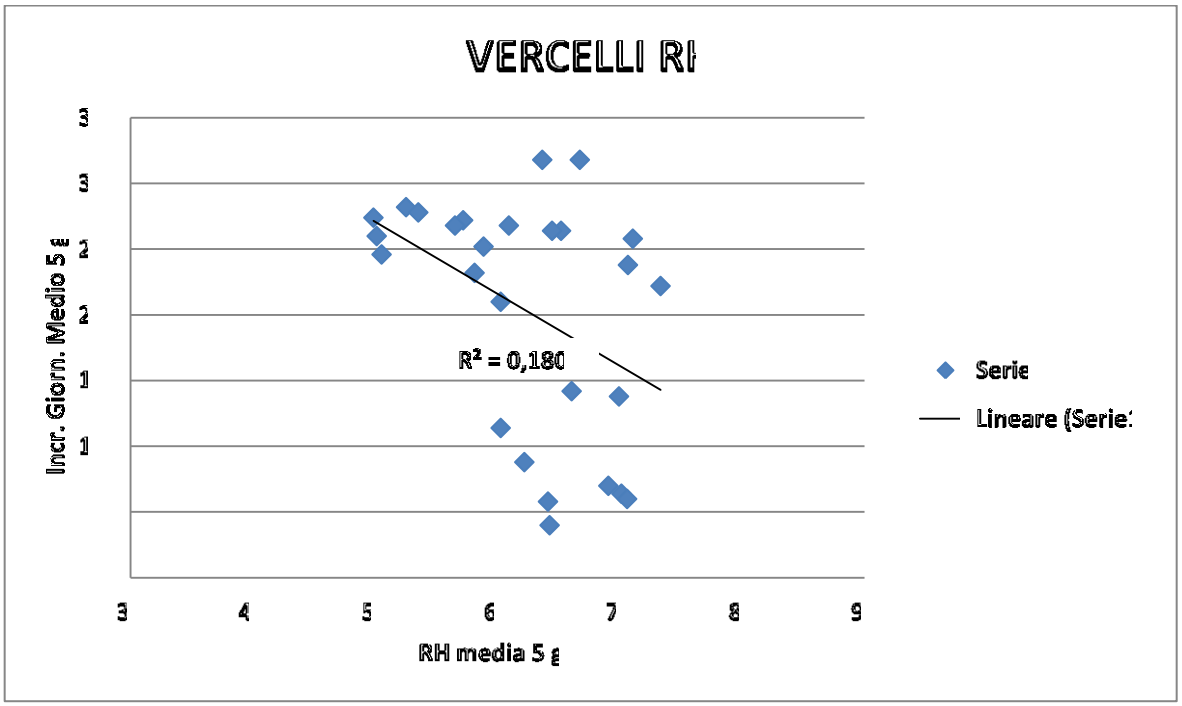
Tabella 16: Dati RH e nuovi contagi COVID-19 provincia di Asti

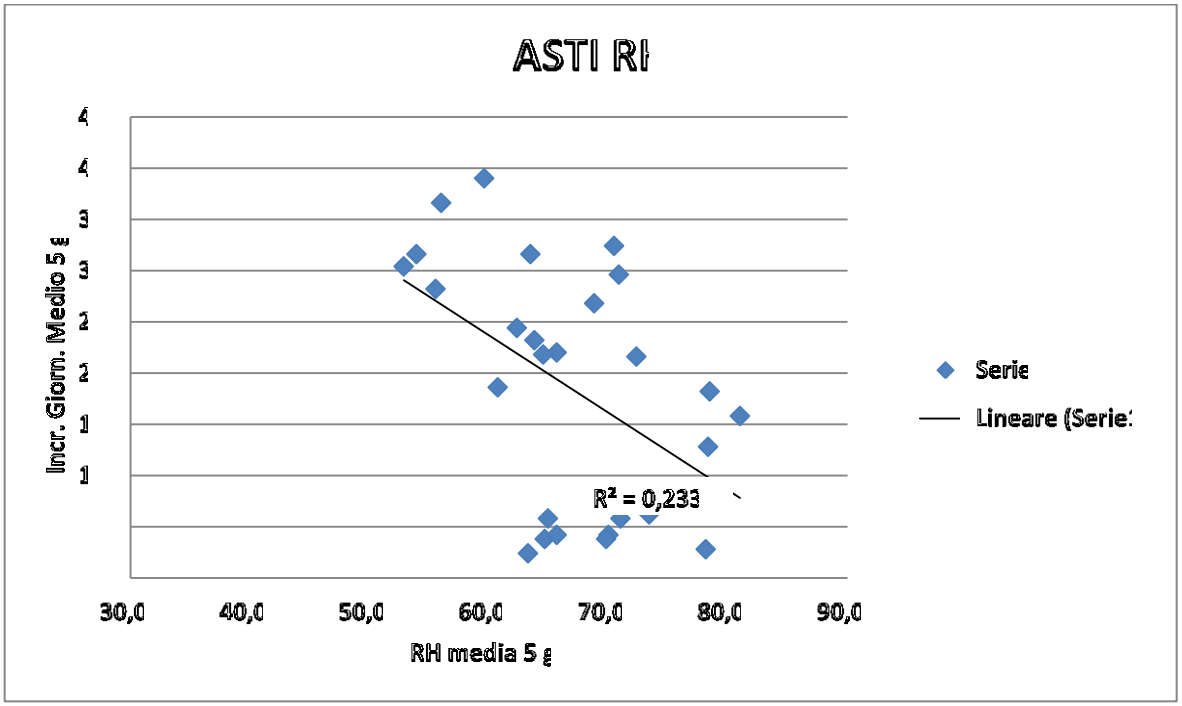
Si riportano di seguito le correlazioni grafiche effettuate tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, utilizzando valori con media mobile a 5 giorni sempre per minimizzare gli errori che hanno potuto insistere nello studio.


ALESSANDRIA RI
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
3
4
5
6
7
8
9
RH media 5 g
R² = 0,006
Serie
Lineare (Serie:


VERBANIA RI
4
4
3
3
2
2
1
1
Incr. Giorn. Medio 5 g
3
4
5
6
7
8
9
RH media 5 g
R² = 0,251
Serie
Lineare (Serie:


NOVARA RI
Incr. Giorn. Medio 5 g
RH media 5 g
R² = 0,267
Serie
Lineare (Serie:

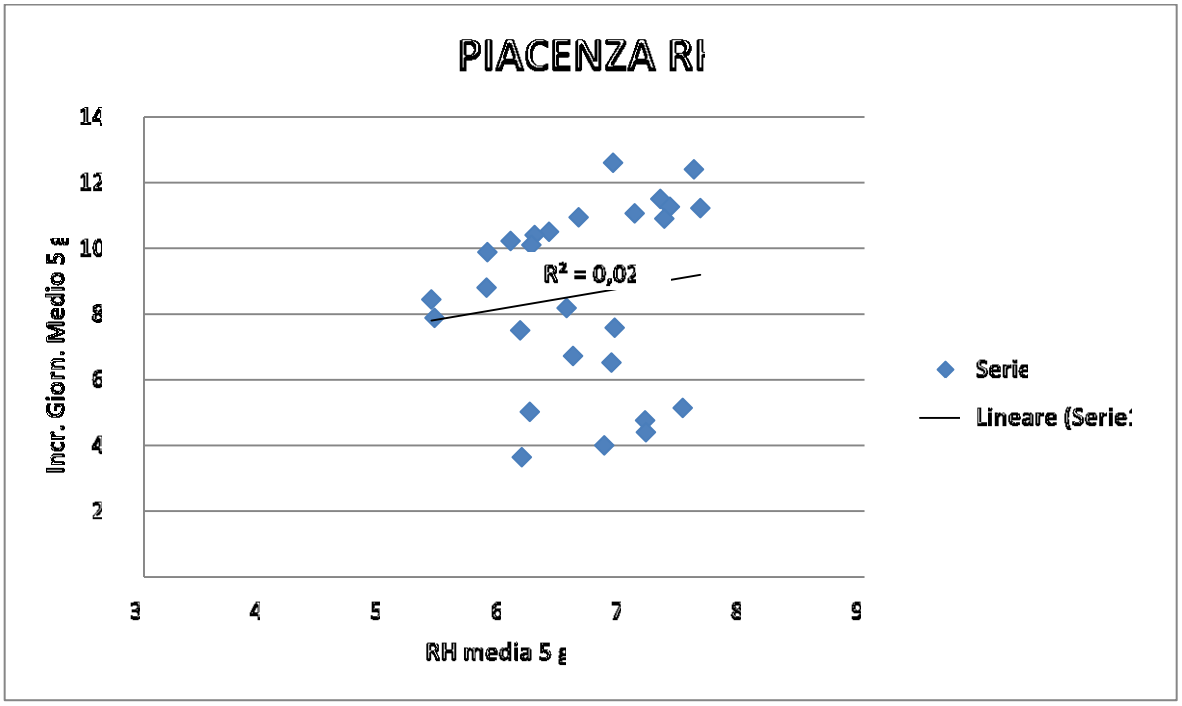

VERCELLI RI
Incr. Giorn. Medio 5 g
RH media 5 g
R² = 0,180
Serie
Lineare (Serie:

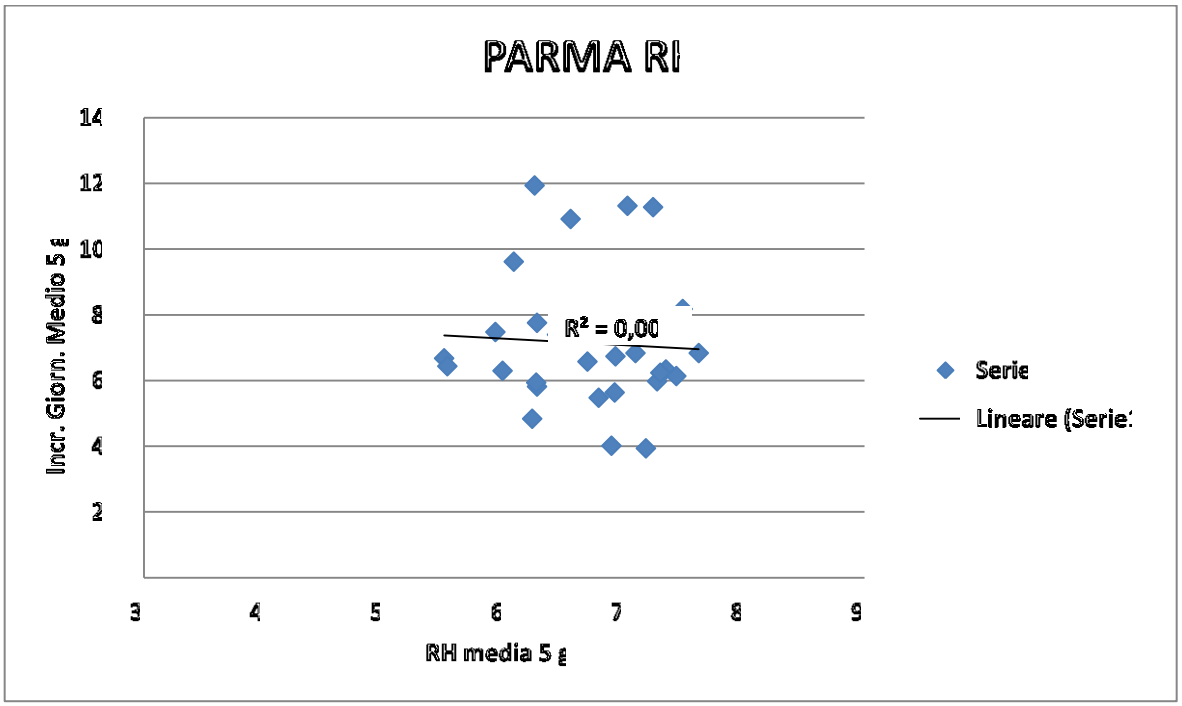


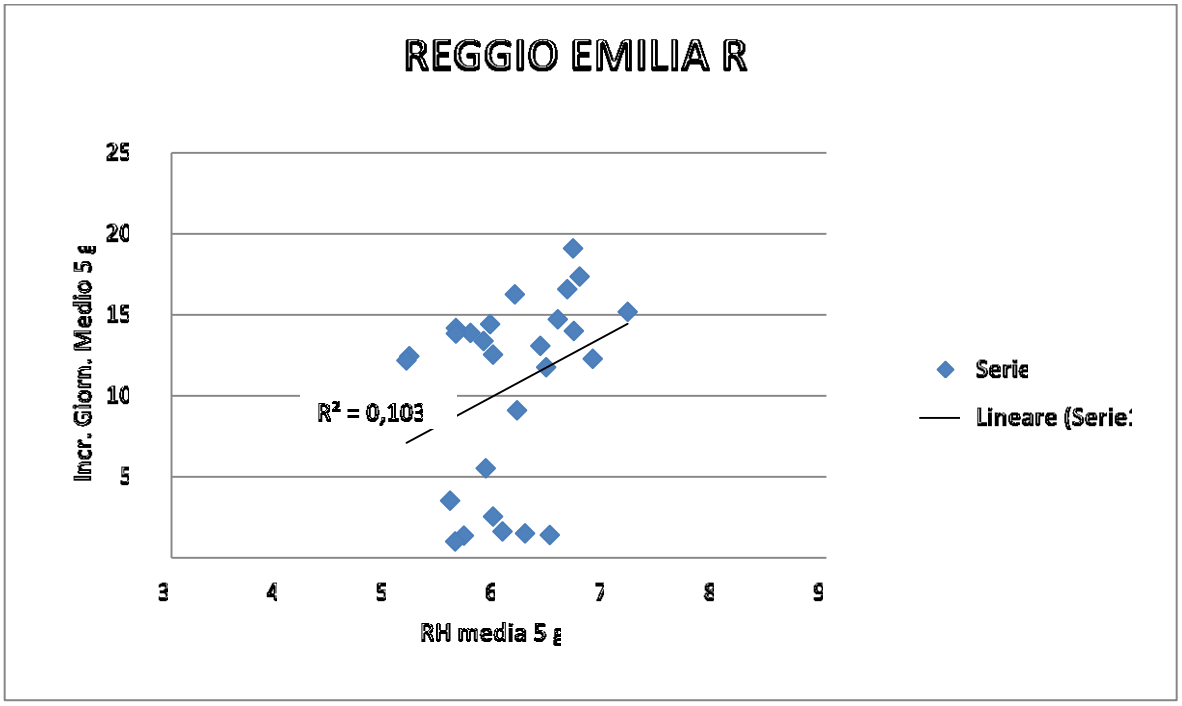
Nei grafici di correlazione, tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, troviamo una controtendenza degli andamenti delle linee di tendenza, rispetto ai grafici relativi alla correlazione tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi esaminati nello stesso mese di marzo, con un andamento decrescente. Unica eccezione è la provincia di Alessandria che presenta un andamento crescente della linea di tendenza. I coefficienti di determinazione si aggirano tutti poco sopra lo zero, con Alessandria che tende ad un valore nullo, dimostrando una scarsa correlazione tra umidità relativa e Coronavirus COVID-19.

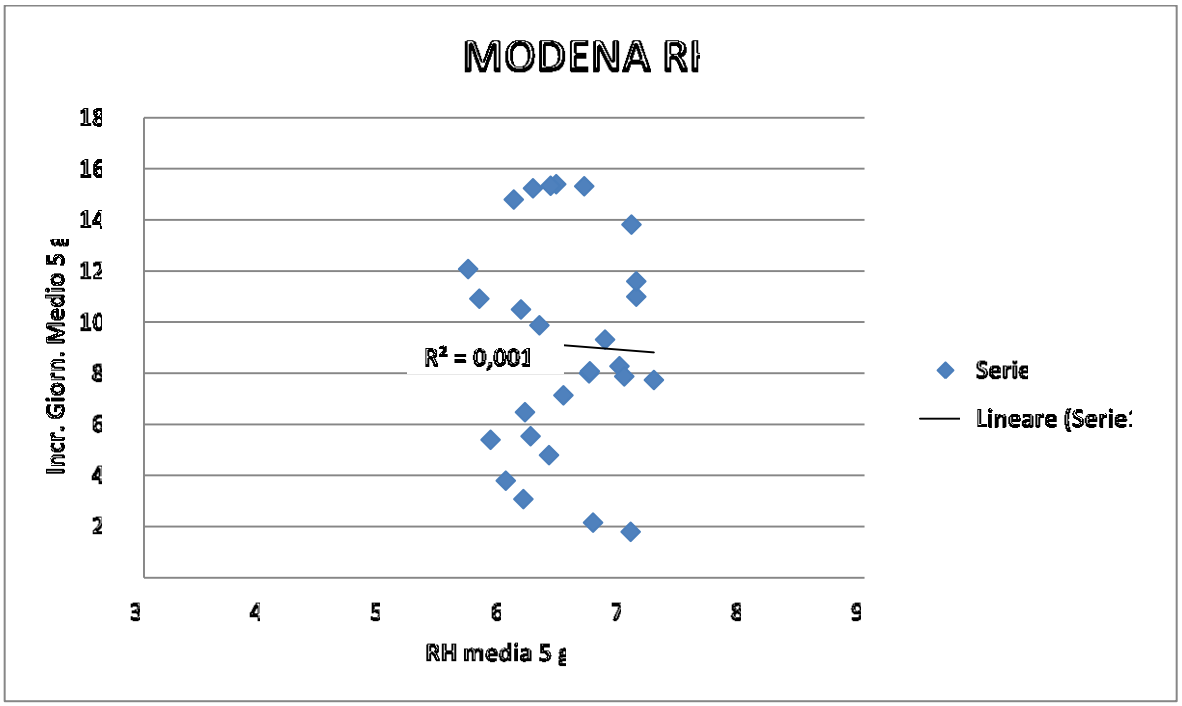
3.8 Correlazione tra umidità relativa (RH) e COVID-19 Emilia Romagna

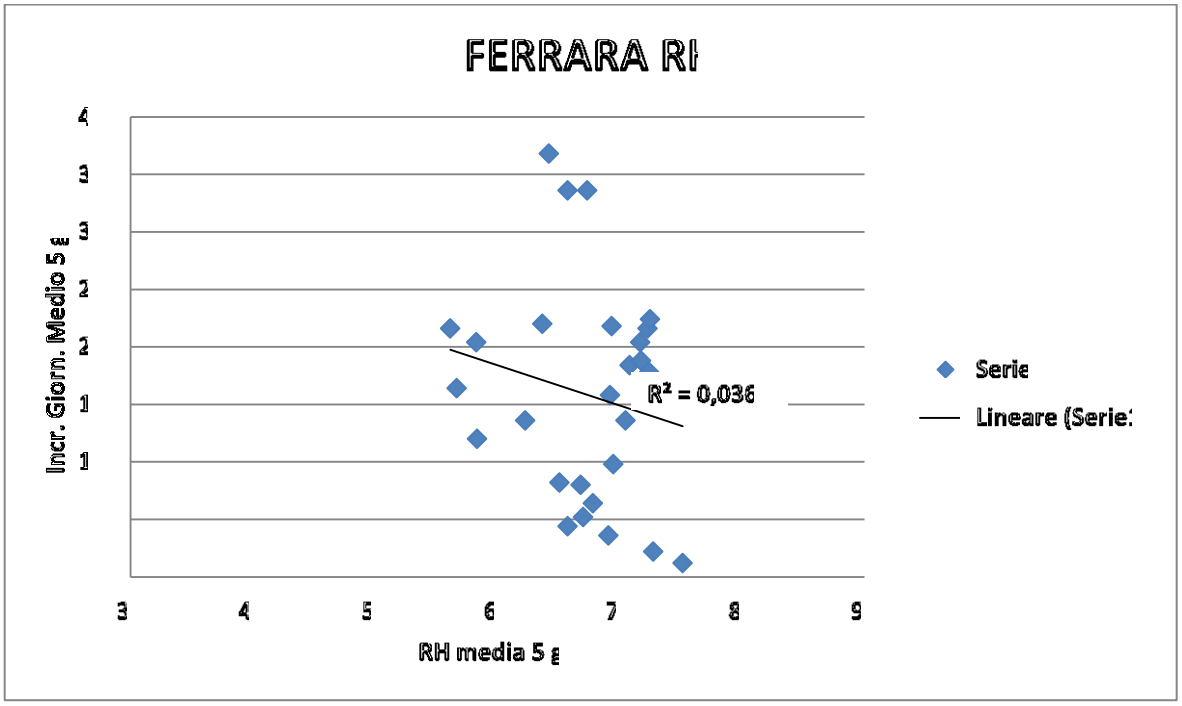
Come avvenuto per le province in esame del Piemonte, anche per l'Emilia Romagna sono state fatte delle correlazioni grafiche tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, utilizzando sempre valori con media mobile a 5 giorni. Di seguito si riportano tutti i grafici delle province in esame, riguardanti lo studio effettuato solo per il mese di marzo.


PIACENZA RI
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,02
3
4
5
6
7
8
9
RH media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


PARMA RI
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,00
3
4
5
6
7
8
9
RH media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


REGGIO EMILIA R
25
20
15
10
5
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,103
3
4
5
6
7
8
9
RH media 5 g
Serie
Lineare (Serie:


MODENA RI
18
16
14
12
10
8
6
4
2
Incr. Giorn. Medio 5 g
R² = 0,001
3
4
5
6
7
8
9
RH media 5 g
Serie
Lineare (Serie:



I grafici di correlazione, tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi COVID-19, presentano un andamento discontinuo da provincia a provincia: Piacenza e Reggio Emilia hanno un andamento della linea di tendenza crescente mentre le altre province decrescente o pressoché orizzontale come nel caso di Parma e Modena.

Si può notare che in tutti i casi c'è una correlazione molto bassa, con coefficienti determinazione che si avvicinano allo zero.

Capitolo 4

Terminati i grafici di dispersioni per Piemonte e Emilia Romagna, inquadrando le situazioni mese per mese, è stata realizzata un'analisi statistica determinata a ricavare dei valori che danno un più preciso inquadramento delle correlazioni effettuate. Sono stati analizzati, oltre al coefficiente di determinazione precedentemente ricavato dai grafici di dispersione, valori come il coefficiente di Pearson (R) e il valore di significatività (P-value). Una correlazione può essere ritenuta attendibile quando presenta un valore di significatività inferiore a 0,005.
Sono stati ricavati i valori medi, massimi e minimi delle temperatura delle varie province in esame e inseriti in una tabella.

4.1 Risultati aggregati per le correlazioni tra temperatura e COVID-19 del Piemonte

I risultati finali, dello studio di tesi, derivati dalla correlazione tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, illustrano una serie di coefficienti che trasmettono l'attendibilità della correlazione.
Di seguito si riportano le tabelle contenenti i coefficienti di determinazione, precedentemente illustrato, di Pearson e il valore di significatività o P-value e le temperature medie massime e minime registrate nel mese in esame.

MARZO	COEFF. DI DETERMINAZIONE (R^2)	COEFF. DI PEARSON (R)	VALORE DI SIGNIFICATIVITA' (P-value)	Tmin	Tmax	Tmed
Alessandria	0,486	0,697	3,77028E-13	4	12,3	8,56
Verbania	0,053	0,23	4,16373E-06	5	13	9,26
Novara	0,226	0,475	1,90756E-10	5	13,8	9,52
Vercelli	0,371	0,609	2,10046E-08	4,8	12,6	8,51
Asti	0,018	0,133	2,43504E-05	3,2	11,8	7,87

APRILE	COEFF. DI DETERMINAZIONE (R^2)	COEFF. DI PEARSON (R)	VALORE DI SIGNIFICATIVITA' (P-value)	Tmin	Tmax	Tmed
Alessandria	0,014	-0,12	1,61512E-21	8,7	16,3	13,75
Verbania	0,708	-0,84	0,590112965	10,1	17	14,67
Novara	0,186	-0,43	5,15601E-07	10,3	17,1	15
Vercelli	0,261	-0,51	0,040574914	9,3	16,6	14,22
Asti	0,016	-0,13	2,12464E-12	8,1	15,2	13

Nella tabella che riporta i dati di marzo possiamo verificare un trend positivo per quanto riguarda la correlazione tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19.

Come si nota Alessandria e Vercelli presentano valori di Pearson di circa 0,7 e 0,6, rispettivamente, e un P-value molto inferiore allo 0,05 che attesta l'attendibilità delle correlazioni.

Asti e Verbania rappresentano una correlazione più scarsa con valori di Pearson di 0,133 e 0,23 rispettivamente ma valori P-value sotto la soglia dello 0,05, il che indica lo stesso l'attendibilità della correlazione.

I risultati di Novara si attestano in un range intermedio tra le altre province descritte, con un coefficiente di Pearson di 0,475.

Nonostante la differenza tra i coefficienti di diverse province, le temperature sia minima che massima che media differiscono di pochi gradi da territorio a territorio, con Novara che presenta la temperatura media più elevata e Asti quella più bassa.

Totalmente diversi sono i risultati che si hanno nel mese di aprile. La tabella mostra un'inversione dei dati perché ci troviamo in una fase calante dei contagi. I fattori che potrebbero avere contribuito sono la temperatura che nella media si alza rispetto a marzo di 5/6°C e il lockdown che ha dato i suoi effetti sulla diminuzione dei contagi.

In tutte le province si ha un andamento decrescente della correlazione tra temperatura e incrementi giornalieri.

Verbania presenta un alto valore del coefficiente di Pearson, 0,84, ma la sua attendibilità, data dal P-value è molto scarsa con un valore di 0,6.
Coefficienti simili a quelli di Verbania si trovano nei dati di Vercelli, con un coefficiente di Pearson di 0,51 e un P-value di 0,04, che rientra nel limite per indicare una buona attendibilità della correlazione.
Le altre province hanno attendibilità maggiori ma discreti coefficienti di Pearson.

4.2 Risultati aggregati per le correlazioni tra temperatura e COVID-19 dell' Emilia Romagna

Anche per l'Emilia Romagna si illustrano i risultati finali delle correlazioni tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19.
Si riportano di seguito le tabelle, di marzo e aprile, contenenti i vari coefficienti che mostrano l'affidabilità della correlazione analizzata.

MARZO	COEFF. DI DETERMINAZIONE (R^2)	COEFF. DI PEARSON (R)	VALORE DI SIGNIFICATIVITA' (P-value)	Tmin	Tmax	Tmed
Piacenza	0,457	0,676	1,26795E-19	6,4	14,2	9,81
Parma	0,383	0,619	2,30596E-20	6,1	14,1	9,69
Reggio Emilia	0,175	0,419	1,94813E-11	6,2	14,1	9,88
Modena	0,304	0,551	1,11002E-13	5,7	14,1	9,55
Ferrara	0,165	0,407	0,002795095	6,2	13,5	9,9

APRILE	COEFF. DI DETERMINAZIONE (R^2)	COEFF. DI PEARSON (R)	VALORE DI SIGNIFICATIVITA' (P-value)	Tmin	Tmax	Tmed
Piacenza	0,062	0,248	1,33317E-14	10,6	18,5	15,7
Parma	0,058	-0,241	3,47734E-09	10,4	19	15,61
Reggio Emilia	0,39	-0,624	8,52144E-08	10,5	19	15,65
Modena	0,415	-0,644	3,34159E-08	10,1	18,8	15,4
Ferrara	0,036	-0,19	0,977497282	10,3	18	15,4

Per le correlazioni di marzo sono stati ricavati buoni coefficienti che attestano l'attendibilità dello studio in esame.
I coefficienti di Pearson sono tutti positivi, con valori che vanno da 0,4 per Ferrara a 0,68 per Piacenza.
L'attendibilità dimostrata dal P-value è molto alta con valori per tutte le province nettamente inferiori allo 0,05.
Le temperature oscillano tra i 6°C e i 14°C, con medie quasi identiche per tutti i territori provinciali con valori di 10°C circa.
Confrontando le due regioni in esame possiamo dire che per il mese di marzo le correlazioni tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi COVID-19 sono decisamente attendibili soprattutto in Emilia Romagna dove i coefficienti dimostrano questi risultati.
Per la correlazione di aprile, anche in Emilia Romagna, si identifica lo stesso trend decrescente del Piemonte, relativo allo stesso mese, con valori dei coefficienti di Pearson negativi in tutte le province, tranne Piacenza, con valore più basso per Modena e più vicino allo zero per Ferrara.
L'attendibilità delle correlazioni sono buone in tutte le province, ad eccezione di Ferrara con un valore del coefficiente P-value di 0,98.
Le temperature medie si attestano intorno a 15,5°C per tutte le regioni, con le massime che arrivano a 19°C e le minime si abbassano non più di 10°C.

4.3 Risultati aggregati per le correlazioni tra umidità relativa e COVID-19 del Piemonte

Come effettuate per le correlazioni della temperatura, sono stati ricavati i risultati anche per la correlazione tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19. Sono stati ricavati gli stessi coefficienti atti a valutare l'attendibilità dello studio.

Di seguito si riporta la tabella contenente i vari coefficienti e le umidità relative media, massima e minima registrate tramite il modello WRF-chem.

MARZO	COEFF. DI DETERMINAZIONE (R^2)	COEFF. DI PEARSON (R)	VALORE DI SIGNIFICATIVITA' (P-value)	RHmin	RHmax	RHmed
Alessandria	0,007	0,083	3,77028E-13	49	84,7	66,47
Verbania	0,252	-0,502	4,16373E-06	62,5	88	71,93
Novara	0,267	-0,517	1,90756E-10	44	84	60,57
Vercelli	0,181	-0,425	2,10046E-08	45,7	85,3	63,3
Asti	0,234	-0,483	2,43504E-05	48	85,7	67,25

La tabella dei risultati delle correlazioni tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, mostra un'inversione di dati in confronto con lo stesso mese, valutando le stesse province, della correlazione tra temperatura e COVID-19.

I coefficienti di Pearson sono tutti negativi, tranne Alessandria che ha un R praticamente nullo. I valori di Pearson si aggirano tutti sullo 0,5.

E' dimostrata dal P-value una buona attendibilità della correlazione, con valori decisamente sotto lo 0,05.

Forte disparità c'è tra le umidità relative, sia medie che massime che minime, tra provincia e provincia. Si passa da un'umidità relativa media di 72% per Verbania a 63,3% per Vercelli.

4.4 Risultati aggregati per le correlazioni tra umidità relativa e COVID-19 dell' Emilia Romagna

Si illustra di seguito la tabella dei coefficienti della correlazione studiata e le umidità relative media massima e minima del mese in esame.

MARZO	COEFF. DI DETERMINAZIONE (R^2)	COEFF. DI PEARSON (R)	VALORE DI SIGNIFICATIVITA' (P-value)	RHmin	RHmax	RHmed
Piacenza	0,021	0,145	1,26795E-19	45,7	88	67,62
Parma	0,003	-0,055	2,30596E-20	49	87	68
Reggio Emilia	0,104	0,322	1,94813E-11	45,7	82	62,07
Modena	0,0015	-0,039	1,11002E-13	49	81,7	66,02
Ferrara	0,036	-0,191	0,002795095	55,7	79,3	68,12

I risultati delle correlazioni, tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, sono discordi da provincia a provincia. Per Piacenza e Reggio Emilia si hanno valori positivi del coefficiente di Pearson mentre per Parma, Modena e Ferrara i valori sono negativi.

Il P-value è in tutti i casi inferiore allo 0,05, segno della buona attendibilità della correlazione.

Le umidità relative medie variano da 62% per Reggio Emilia a 68% per Ferrara, dimostrando una certa differenza tra le minime e le massime.

Confrontando i risultati delle correlazioni tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi, tra Piemonte e Emilia Romagna, si può notare una similarità dei coefficienti e, con R negativo in quasi tutte le province, delle umidità relative medie.

Conclusioni

La pandemia è stata nell'ultimo periodo oggetto di molti studi, che hanno cercato di identificare un risultato valido per contenere, contrastare e magari prevenire queste calamità in futuro.

Questo studio di tesi ha affrontato la correlazione tra COVID-19, temperatura ed umidità per un periodo di tempo che va da marzo ad aprile per province di Piemonte ed Emilia Romagna.

I dati in possesso riguardanti le temperature, le umidità relative e i nuovi contagi, sono stati mediati con una media mobile a 5 giorni per minimizzare gli errori che avrebbero potuto alterare i risultati ottenuti.

Le correlazioni sono state effettuate considerando un periodo di incubazione del virus di 6 giorni, quindi i nuovi contagi giornalieri sono stati confrontati con le temperature relative al sesto giorno precedente.

Con i valori mediati, delle temperature e degli incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, sono state realizzate delle correlazioni grafiche prima per il mese di marzo e aprile, poi accorpando entrambi i mesi nello studio di tesi.

I risultati di queste correlazioni hanno manifestato maggiore attendibilità per il mese di marzo in entrambe le regioni, minore per il mese di aprile e ancora meno accorpando i mesi.

Le correlazioni effettuate tra umidità relativa e incrementi giornalieri dei contagi da COVID-19, effettuati solo per il mese di marzo, hanno fornito risultati contrastanti rispetto alle correlazioni, degli stessi mesi, tra temperatura e incrementi giornalieri dei contagi.

Si può affermare che i risultati ottenuti possano essere alterati dal lockdown che ha coinvolto le province in esame dal 9 marzo.

Probabilmente anche la temperatura può aver inciso nell'evolversi dei contagi, con marzo che dimostra una tendenza positiva con temperature

medie non superiori a 10°C e aprile che ha una tendenza negativa con un aumento delle temperature medie di 5/6°C.

Altri studi sono sotto analisi per ottenere risultati che dimostrino come temperatura ed umidità possano essere correlati ai contagi da COVID-19.

Allo stato attuale è prematuro indicare le correlazioni, oggetto di tesi, come causa-effetto.

Bibliografia

Brimblecombe, Y. X. *Ruolo della vegetazione nella deposizione e dispersione dell' inquinamento atmosferico nei parchi urbani.*

Melegaro, G. A. *Pandemie d' Italia.*

Serna, J. M. *Aspetti psicologici nei tempi della pandemia.*

Vacchiano, G. (s.d.). Tutto è connesso: lo stretto rapporto tra pandemia, ambiente e società.

Wikipedia. *Modello di ricerca e previsione meteorologica.*

Wwf. *Pandemie, l' effetto boomerang della distruzione degli ecosistemi.*

Gerbino, *Covid-19: dati, standard ed interoperabilità o solo dashboard?*

http://www.protezionecivile.gov.it/

Natale, F. *Crisi climatica e pandemia: l'inquinamento è stato un "boost" per il virus.*

Vacchiano, G. *Urban forests at the time of COVID-19 protect us from fine dust*

Oliveiros, B. *Role of temperature and humidity in the modulation of the doubling time of COVID-19 case.* https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.05.20031872v1

Fondazione Umberto Veronesi, *Le pandemie nella storia: dal vaiolo del '500 al Covid-19*

Gabanelli, M. *Dalla peste al Coronavirus: come le pandemie hanno cambiato la storia dell'uomo.*

http://www.salute.gov.it/portale/ministro/p4_5_2_4_1.jsp?lingua=italiano&menu=uffCentrali&label=uffCentrali&id=1150

Ringraziamenti

Con questa tesi giunge al termine il mio percorso universitario. E' stata una lunga esperienza, caratterizzata da tanti momenti difficili alternati a istanti di gioia e piccole ma enormi soddisfazioni.

Nonostante le tempistiche siano state eccessive per il raggiungimento di questo traguardo, sono orgoglioso di me stesso, della mia determinazione a non mollare mai, anche nei momenti più brutti.

Alla fine della tesi sento di dover ringraziare in particolar modo il Prof. Passerini e l'Ing. Virgili per avermi dato la possibilità di lavorare a questo elaborato, manifestando disponibilità e gentilezza, sebbene i tempi fossero ristretti.

Un ringraziamento ai miei genitori che con il loro sostegno morale ed economico mi hanno permesso di portare a termine questo obbiettivo tanto atteso.

Una dedica alla mia fidanzata Lucia che mi ha sempre incoraggiato e spronato a superare tutti gli ostacoli che si sono presentati in questo cammino;

Un pensiero speciale a Luca che dalle superiori condividiamo successi e delusioni, dimostrando tutta la sua disponibilità nel mettere a disposizione il suo tempo per aiutarmi nelle fasi di studio più dure. Un merito aggiuntivo per avermi fatto conoscere Valeria, Cecilia e Francesca, che negli anni mi hanno permesso di utilizzare il loro materiale agevolandomi nel superamento degli esami.

Con affetto, Elia