

Umidità Relativa: Protocollo



Scopo

Misurare l'umidità relativa dell'aria nel sito di studio Atmosfera.

Visione d'insieme

Psicrometro a fionda: gli studenti controllano che vi sia acqua per bagnare il bulbo umido di uno dei due termometri dello psicrometro a fionda e leggono la temperatura del termometro a bulbo secco. Poi fanno ruotare i termometri per 3 minuti e leggono la temperatura di bulbo umido. L'umidità relativa è determinata dalle letture delle temperature a bulbo umido e a bulbo secco con una tabella o un regolo calcolatore.

Igrometro digitale: gli studenti installano l'igrometro digitale nella capannina e tornano a leggere il valore dopo almeno 30 minuti.

Risultati per gli Studenti

Gli studenti imparano a quantificare l'umidità e che esiste un limite alla quantità di vapore che l'aria può contenere.

Gli studenti ottengono così informazioni sul perché si formino le gocce di pioggia e i fiocchi di neve e ci siano le precipitazioni.

Concetti scientifici

Scienze della Terra e dello Spazio

Il tempo atmosferico può essere descritto da osservazioni quantitative.

Il tempo atmosferico cambia di giorno in giorno e nel corso delle stagioni.

Il tempo atmosferico è variabile su scale spaziali locali, regionali e globali.

Il tenore di vapore acqueo nell'atmosfera è limitato da temperatura e pressione.

Il vapore acqueo raggiunge l'atmosfera per evaporazione dalla superficie della Terra e per effetto della traspirazione dalle piante.

Le precipitazioni si formano dalla condensazione del vapore acqueo nell'atmosfera.

Condensazione ed evaporazione condizionano l'equilibrio termico dell'atmosfera.

Physical Science

I materiali esistono in diversi stati.

Geografia

Il vapor d'acqua nell'atmosfera influenza i sistemi fisici e geografici.

Abilità di Indagine Scientifica

Utilizzare un igrometro o psicrometro a fionda per misurare l'umidità relativa.

Utilizzare un termometro per misurare la temperatura.

Identificare domande con possibile risposta.

Progettare e condurre indagini scientifiche.

Utilizzare opportuni strumenti matematici per analizzare i dati.

Sviluppare descrizioni e previsioni con le prove.

Riconoscere e analizzare spiegazioni alternative.

Comunicare procedure, descrizioni e previsioni.

Livello

Tutti

Tempo

5 minuti (per l'igrometro digitale)

10 minuti (per lo psicrometro a fionda)

Frequenza

Quotidiana, con misure prese a cavallo del sole a picco (mezzogiorno solare, Solar Noon).

Materiali e strumenti

Igrometro digitale

Centralina meteorologica

Termometro

Orologio

Atmosphere Investigation Data Sheet

Psicrometro a fionda

Centralina meteorologica

Termometro per calibrazione

Diagramma psicrometrico

Orologio o timer

Bottiglia di acqua distillata

Atmosphere Investigation Data Sheet

Prerequisiti

Nessuno

Umidità Relativa: Protocollo

– Introduzione

L'atmosfera è composta da una miscela di gas, uno dei quali è il vapore acqueo. Il vapore acqueo è aggiunto all'atmosfera attraverso l'evaporazione e la traspirazione e ne viene rimosso quando si condensa o si congela e precipita. L'umidità è la quantità di vapore acqueo presente nell'atmosfera. L'umidità relativa (RH) si riferisce a questa quantità rapportata alla quantità di vapore acqueo nell'atmosfera che satura l'aria.

L'aria è satura quando la forma liquida dell'acqua e quella gassosa sono in equilibrio ad una data temperatura. Alla saturazione l'umidità relativa è del 100%. Quando l'umidità relativa è superiore al 100%, l'aria è sovrassatura e il vapore acqueo si condensa o congela per formare nuove gocce d'acqua liquida o cristalli di ghiaccio.

$$RH = \frac{\text{quantità di vapore acqueo nell'aria}}{\text{quantità di vapore acqueo nell'aria alla saturazione}}$$

La quantità di vapor d'acqua che può essere presente nell'aria alla saturazione dipende dalla temperatura dell'aria. La quantità di vapore acqueo che può esistere in aria a saturazione aumenta all'aumentare della temperatura. La Tabella A-RH-1 mostra la relazione tra temperatura, saturazione e umidità relativa. Da questo esempio si può vedere che se la temperatura cambia, l'umidità relativa può cambiare anche se la quantità di vapore acqueo nell'aria rimane la stessa.

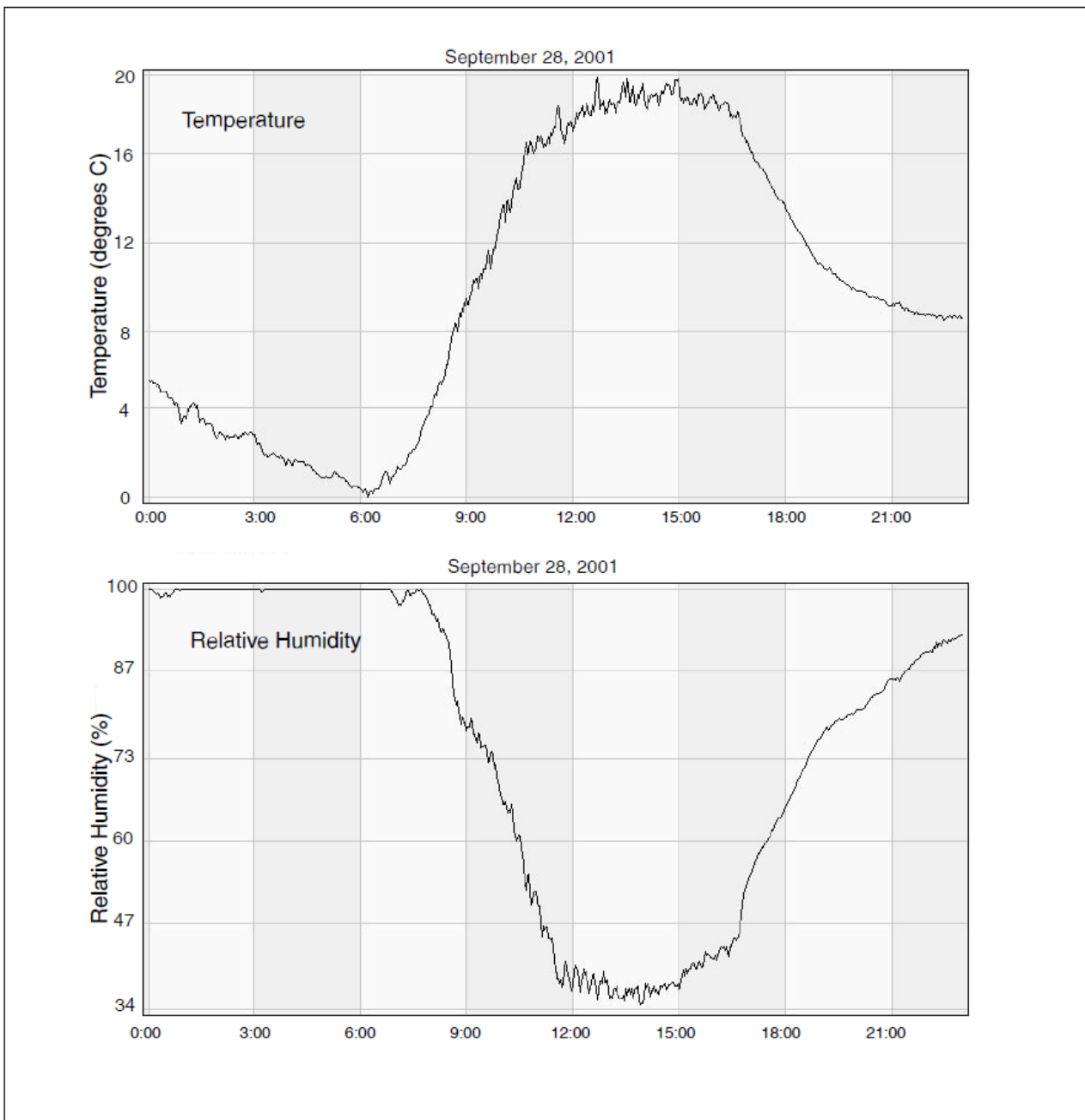
In una tranquilla giornata serena, la temperatura dell'aria tende a salire dal sorgere del sole fino a metà pomeriggio e poi a scendere fino all'alba successiva. Se la quantità di umidità nell'aria rimane essenzialmente la stessa durante il corso della giornata, l'umidità relativa varia in modo inversamente proporzionale alla temperatura. Cioè, l'umidità relativa diminuisce dalla mattina fino a metà pomeriggio e torna ad aumentare di sera e nella notte. Vedere la Figura AT-RH-1. Il vapore acqueo nell'atmosfera è una parte importante del ciclo idrologico; prendere le misure di umidità relativa ci aiuta a capire quanto rapidamente si stia muovendo l'acqua dalla superficie terrestre all'atmosfera e viceversa. Misurando il vapore acqueo in atmosfera, il clima di un determinato luogo può essere classificato come arido (secco) o come umido (umido). L'umidità relativa influenza la formazione delle nubi e delle precipitazioni, quindi la quantità di acqua nell'atmosfera è importante per determinare il tempo atmosferico e il clima di un territorio.

L'umidità relativa influisce anche sul riscaldamento e sul raffreddamento dell'aria. Poiché l'acqua ha una capacità termica significativamente più alta rispetto all'aria, piccole quantità di vapore acqueo possono modificare in maniera sostanziale la velocità con cui una massa d'aria subisce variazioni di temperatura. Questo spiega il rapido raffreddamento durante la notte nel deserto, dove l'umidità relativa è bassa, e il raffreddamento relativamente lento che si ha di notte in zone più umide.

Table AT-RH-1

Air Temperature (°C)	Water Vapor Present in air (g/m ³)	Water Vapor Present at Saturation (g/m ³)	Relative Humidity
30	9	30	$9 \div 30 * 100 = 30\%$
20	9	17	$9 \div 17 * 100 = 53\%$
10	9	9	$9 \div 9 * 100 = 100\%$

Figure AT-RH-1



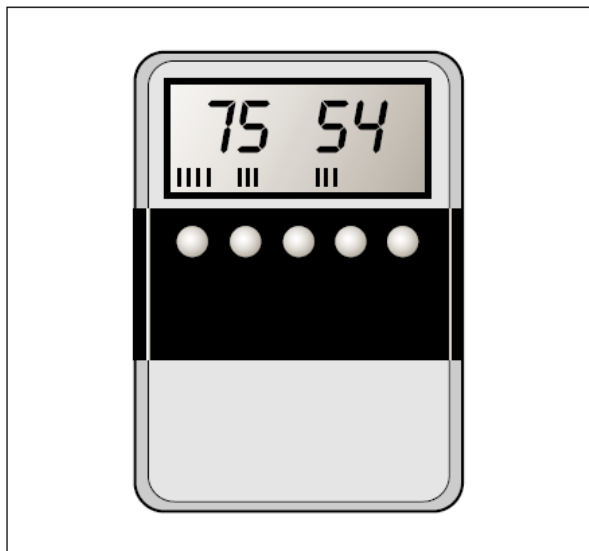
Il Supporto all'Insegnante

Igrometro digitale

L'igrometro è uno strumento meteorologico con una lunga storia. I primi igrometri utilizzavano capelli umani o altri filamenti, che quando sono avvolti, rispondono in modo sensibile all'umidità presente nell'atmosfera (Forse alcuni di voi lo hanno sperimentato da soli!) Usando composti ceramici e metallici, igrometri digitali che misurano la resistenza elettrica possono anche misurare l'umidità in un ampio intervallo di valori, ciò che li rende strumenti ideali per le scuole che non possono facilmente reperire uno psicrometro a fionda per misurare l'umidità. Non importa quale strumento si utilizzi, le osservazioni sull'umidità relativa saranno comunque utili agli scienziati. Bisogna fare attenzione ed evitare l'esposizione dello strumento a fenomeni di condensazione. Se si forma della condensa o si prevede che essa si formerà durante il tempo che lo strumento sarà esposto all'aria nella capannina, non esponetelo all'esterno. Piuttosto, registrate una lettura del 100% e inserite il commento "si forma condensa" nei metadati, che indicherà una deduzione, piuttosto che una misura, di umidità relativa. Un esempio di un igrometro digitale è mostrato in Figura AT-RH-2.

La maggior parte degli igrometri digitali non può essere lasciata nella capannina durante i periodi di condensazione (precipitazioni o nebbia). Pertanto, lo strumento dovrà essere posto nella capannina almeno 30 minuti prima che iniziino le osservazioni in corrispondenza del mezzogiorno solare locale. Se si sta anche eseguendo il protocollo dell'Ozono, un momento opportuno per collocare l'igrometro nel rifugio può essere quello in cui si espone la fascia di ozono al di fuori (che è un'ora prima che l'osservazione dell'ozono venga fatta).

Figure AT-RH-2: Digital Hygrometer



Alcuni igrometri hanno basamenti che possono essere utilizzati per posizionare lo strumento sul pavimento della centralina. Alcuni igrometri possono essere costituiti da sonde che si collegano ai dispositivi elettronici esterni, in questo caso occorre disporre la sonda nella centralina in modo che la parte del sensore non sia in contatto con le pareti di quest'ultima. Dopo che l'igrometro è stato al riparo almeno 30 minuti, leggere il valore di umidità relativa più vicino all'1% sul display digitale. Occorre essere sicuri che gli indicatori di "max" o "min" non siano accesi, in quanto questo indica che lo strumento è impostato per mostrare il valore minimo o massimo, non il valore effettivo. Inserire il valore letto nella Scheda *Data Entry Sheet*, mentre si inseriscono anche le osservazioni sulle nuvole, sulla temperatura e sulle precipitazioni, e riportare i dati GLOBE.

Non è necessaria la taratura dello strumento, fino a quando non scade il certificato di calibrazione che accompagna lo strumento. Si prega di inviare lo strumento in fabbrica per la ricalibrazione dopo il tempo di uso che il produttore consiglia (di solito due anni).

Logistica delle misurazioni

L'igrometro digitale può essere rovinato dalla condensa se questa si forma al suo interno. Per questo motivo, lo strumento non dovrebbe essere lasciato all'esterno, nella centralina atmosferica, se non in luoghi e stagioni estremamente secchi. Lo si deve conservare all'interno in condizioni di asciutto e lasciare fuori solo il tempo necessario per ottenere una buona misura. Se l'edificio non è climatizzato, conservare lo strumento in un contenitore a tenuta d'aria con riso, chicchi di grano, o qualche altro materiale che assorbe facilmente l'acqua dall'aria e mantiene asciutta l'aria nel contenitore. Non dimenticare di cambiare periodicamente la sostanza che assorbe l'umidità. Lo strumento richiede un certo tempo (circa 30 minuti) per adeguarsi alle condizioni esterne. Questo rappresenta una sfida logistica. Generalmente, le misure giornaliere di temperatura, precipitazioni, e nuvole possono essere realizzate in 15 minuti, quindi l'igrometro dovrà essere collocato al di fuori durante una visita al *sito di studio Atmosfera* e letto nel corso di una visita successiva.

Se state prendendo le misure di ozono, avrete una situazione simile a quella di studenti che vanno al *sito di Studio Atmosfera* per esporre una striscia di ozono e poi tornare al luogo un'ora dopo per la lettura della striscia. Un approccio è quello di mettere l'igrometro nella centralina quando la striscia di ozono viene esposta e di leggerlo quando la fascia di ozono viene letta. Quando l'igrometro digitale viene letto, deve essere presa la lettura della temperatura corrente, cosa necessaria anche quando si deve leggere la striscia di ozono, quindi con questo approccio una lettura di temperatura attuale servirà a sostenere l'interpretazione sia delle misure di ozono, che quelle di umidità relativa.

Se piove/nevica o c'è nebbia o si ritiene che siano imminenti la pioggia, la neve o la nebbia, non portate l'igrometro all'esterno. Al contrario, registrate una lettura del 100% sul *Data Entry Sheet*, e inserite commenti affermando che l'aria è satura, per cui l'umidità relativa è approssimata.

Conservazione dell'Igrometro

L'osservazione igrometrica si può fare ogni giorno, ma se lo strumento non verrà utilizzato per un tempo prolungato (ad esempio, una settimana o più), può essere opportuno rimuovere le batterie. Accertarsi sempre che lo strumento non rimanga a ridosso della centralina o altrove, dove sarà esposto a condensa, e che non si bagni.

Psicrometro a fionda

Lo psicrometro a fionda è uno strumento che consiste di due termometri collegati a un alloggiamento robusto, che può essere ruotato a mano. Da un lato, il termometro "a bulbo secco" misura la temperatura dell'aria. Dall'altro lato, il termometro "di bulbo umido o bagnato" (con uno stoppino attaccato alla parte inferiore del termometro) sarà utilizzato per misurare la temperatura dell'aria, che viene raffreddata per evaporazione dell'acqua. Entrambi i termometri mostrano temperature decrescenti, come si va dal basso verso l'alto. Lo scopo della misura è determinare l'entità del raffreddamento per evaporazione che si verifica al momento dell'osservazione. Maggiore è la differenza tra la temperatura a bulbo secco e la temperatura a bulbo umido, più secca è l'aria. Utilizzando la temperatura dell'aria e la temperatura a bulbo umido, l'umidità relativa può essere determinata facilmente. Una scala per determinare l'umidità relativa è spesso montata sullo strumento, oppure si può utilizzare un grafico esterno psicrometrico, che viene fornito con la fionda psicrometrica. Lo psicrometro a fionda è mostrato in Figura AT-RH-3.

Prima di utilizzare lo psicrometro a fionda, bisogna assicurarsi che le colonne di liquido colorato siano continue perché a volte si separano

in segmenti durante il trasporto. Se ci sono lacune nella colonna di liquido, afferrare il termometro dall'involucro, assicurandosi che il termometro sia in posizione verticale, e agitarlo fino a quando il liquido forma una colonna continua. Non premere l'involucro contro il tubo di vetro del termometro in quanto ciò potrebbe causarne la rottura. Potrebbe essere necessario anche premere il fondo del termometro contro il palmo della mano. Ogni termometro dovrebbe essere tarato in base al termometro di calibrazione prima dell'uso, una volta ogni tre mesi.

Domande per ulteriori indagini

Qual è la relazione tra i dati di umidità relativa che avete raccolto e quelli relativi alla temperatura dell'aria?

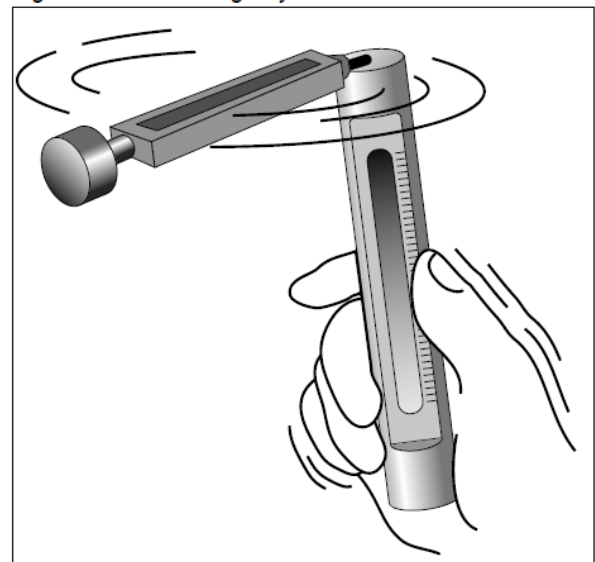
Riuscite a trovare altri siti GLOBE alla vostra latitudine, che siano più vicini o più lontani dai grandi corpi d'acqua? Vedete differenze sistematiche di umidità relativa tra la vostra posizione e le altre?

L'umidità relativa influenza parti non atmosferiche del vostro ambiente? Come?

In genere, in quale momento della giornata l'umidità relativa sarà al suo valore massimo? E a quello minimo?

Le vostre misure di umidità relativa e fenologia sono correlate?

Figure AT-RH-3: Sling Psychrometer



Igrometro digitale

Guida da campo

Compito

Determinare l'umidità relativa usando un igrometro digitale.

Cosa ti serve

- Un igrometro digitale
- Orologio o cronometro
- Atmosphere Investigation Data Sheet*
or *Ozone Data Sheet*
- Un termometro correttamente installato
nella capannina
- Matita o biro

Sul campo

1. Colloca l'igrometro nella capannina. (Sebbene l'atmosfera sia molto asciutta, non lasciare l'igrometro nella capannina di notte).
2. Dopo almeno 30 minuti leggi il valore dell'umidità relativa e registra il tipo di strumento usato.
3. Leggi il valore di temperatura corrente (se la lettura non è stata presa nello stesso momento della lettura della temperatura corrente, massima e minima)
4. Riporta l'igrometro in classe e mettilo in un posto asciutto

Psicrometro a fionda

Guida da campo

Compito

Determinare l'umidità relativa usando uno psicrometro a fionda.

Cosa ti serve

- Uno psicrometro a fionda
- Orologio o cronometro
- Atmosphere Investigation Data Sheet*
or *Ozone Data Sheet*
- Una scala o una carta psicrometrica
- Matita o biro

Sul campo

1. Mettiti lontano da altre persone e dalla capannina in modo da non colpirle con lo psicrometro. Stai all'ombra, se possibile, con la schiena al sole. Se non c'è ombra vicino alla capannina, spostati un po' in un posto all'ombra, ma non troppo vicino a piante o a costruzioni.
2. Tieni lo psicrometro abbastanza lontano dal corpo per non influenzare la misura delle temperature col calore del corpo. Questo è molto importante quando c'è freddo. Non toccare o alitare sulle parti termicamente sensibili dello psicrometro per non alterare la misura.
3. Apri l'involucro dello strumento, che contiene i due termometri.
4. Attendi 3 minuti in modo che il termometro a bulbo secco legga la temperatura corrente dell'aria a 0,5°C. Accertati che i tuoi occhi siano all'altezza dello strumento.
5. Registra la temperatura del bulbo secco.
6. Assicurati che ci sia ancora acqua nel serbatoio dello strumento e che lo stoppino sia umido. Se questo fosse secco, aggiungi acqua distillata nel serbatoio.
7. Ruota lo psicrometro per 3 minuti
8. Lascia che lo psicrometro si fermi (finisca di ruotare) da solo! Non fermarlo con le mani o con altri oggetti.
9. Leggi la temperatura del bulbo umido a 0,5°C (sul termometro munito di stoppino).
10. Registra la temperatura del bulbo umido.
11. Determina l'umidità relativa usando una carta psicrometrica (o un diagramma psicrometrico) o la carta mobile fornita nell'involucro dello psicrometro. Puoi anche lasciare in bianco questa parte, dal momento che GLOBE può calcolare l'umidità relativa dalla temperatura del bulbo umido e del bulbo secco.
12. Quando l'operazione è stata conclusa, chiudi lo strumento e riponilo nella capannina nel modo giusto.

Domande frequenti

1. Perché ci sono due diversi metodi di misura dell'umidità relativa?

Vengono utilizzati due metodi per cercare di fornire un incentivo per l'insegnante e lo studente a pronunciarsi su quanto tempo si desidera prendere le osservazioni. Uno è più complesso (e divertente) dell'altro. Osservazioni da entrambi i metodi sono ugualmente importanti per il programma GLOBE e per gli scienziati, in generale.

2. Come mai ogni giorno dobbiamo prendere l'igrometro dal laboratorio o dalla classe (comunque da un locale interno) e portarlo nella capannina atmosferica 30 minuti prima di prendere i dati al mezzogiorno solare locale?

L'elettronica sensibile all'interno dell'igrometro non può essere esposta a condensazione per lunghi periodi di tempo, quindi è meglio evitare tutte le situazioni in cui ci si può aspettare la formazione di condensa. Se al momento dell'osservazione si è in presenza di nebbia o di pioggia persistente, è meglio non portare l'igrometro all'esterno, anzi, l'osservatore dovrebbe segnalare una umidità relativa del 100%, ma dovrebbe anche fare un commento nei metadati che l'osservazione è stata dedotta sulla base di condensa visibile all'aria (pioggia o nebbia).

3. Vedo le definizioni di bulbo bagnato e la temperatura a bulbo secco, qual è il punto di rugiada?

La temperatura del punto di rugiada è la temperatura alla quale l'aria deve essere raffreddata per raggiungere la saturazione (umidità relativa = 100%) dato il suo contenuto corrente di acqua. Il Punto di rugiada è una misura del contenuto effettivo di vapore acqueo. In giornate calme e limpide, seguite da notti calme e serene, la temperatura scende rapidamente verso il punto di rugiada. Che si formi o meno la rugiada, se la temperatura dell'aria raggiunge la temperatura del punto di rugiada, si può formare la nebbia. Una volta che si forma rugiada o nebbia, la temperatura del punto di rugiada cadrà, perché c'è meno vapore acqueo nell'aria.

4. Perché non possiamo usare lo psicrometro a fionda sotto lo zero?

La relazione tra la velocità di evaporazione e la temperatura è più complicata sotto lo zero di quanto non lo sia sopra lo zero, in modo che lo psicrometro a fionda non è più così pratico. Si possono usare modelli più costosi che hanno maggiori intervalli di applicabilità, ma il loro costo supera, in genere, la disponibilità finanziaria di una scuola per gli strumenti. Pertanto, per le posizioni che hanno temperature spesso sotto lo zero, si consiglia l'uso di un igrometro digitale.

5. Quanto sono accurate le letture di umidità relativa, rispetto a quelle che possono essere fatte con strumenti più costosi?

L'igrometro riporterà l'umidità relativa con un intervallo di accuratezza del 2-4%, all'interno quindi del valore desiderato del 5%. Lo psicrometro a fionda riporta le temperature con una precisione di circa lo 0,5 ° C, purché la calibrazione dei termometri venga mantenuta; questo garantisce anche un'accuratezza migliore del 5% su tutta la gamma più comune di valori di umidità relativa, tra il 20-95%.

Umidità Relativa: Protocollo Esaminando i dati

Sono ragionevoli i dati?

Per determinare se i dati di umidità relativa che si raccolgono sono ragionevoli, è importante che si sappia quali valori ci si debba aspettare. L'umidità relativa è inversamente dipendente dalla temperatura. Ciò significa che per una data massa d'aria, se la temperatura aumenta, l'umidità relativa scende, fino a quando la quantità di vapore acqueo contenuto nell'aria rimane lo stesso. Se le osservazioni sull'umidità relativa sono prese al mezzogiorno solare locale, vicino alla parte più calda della giornata, è probabile che la misura dell'umidità relativa sia al suo valore minimo per la giornata.

Quando l'umidità relativa raggiunge il 100%, si dice che l'aria è *satura*. Per l'aria ad una data temperatura e pressione, qualsiasi ulteriore quantità di vapore acqueo aggiunto all'aria si condensa come gocce di pioggia (o ghiaccia come particelle di ghiaccio se l'aria è abbastanza fredda). L'aria deve essere satura, perché si formino le nuvole.

Il punto di rugiada è un'altra misura di umidità. Il punto di rugiada è la temperatura alla quale la condensa comincia a verificarsi per aria con un dato contenuto di vapore acqua ad una data pressione. Mentre l'umidità relativa cambia con la temperatura, il punto di rugiada rimane costante perché il contenuto di vapore acqueo non sta cambiando. Quando si guarda la temperatura del punto di rugiada, si deve ricordare che sarà sempre inferiore alla temperatura dell'aria, a meno che l'aria non sia satura, nel qual caso le due temperature sono uguali. Se si misura l'umidità relativa diverse volte durante la stessa giornata, la temperatura del punto di rugiada deve rimanere la stessa a meno che un fronte meteorologico non si sia mosso attraverso l'area.

La determinazione della temperatura di rugiada dalla temperatura dell'aria e dall'umidità relativa è un calcolo complicato che il server di GLOBE farà automaticamente per voi, in modo che le visualizzazioni e le tabelle delle temperature di punto di rugiada possano essere esaminate. Questi punti sono illustrati nella figura AT-RH-4, che mostra valori orari di temperatura dell'aria, temperatura del punto di rugiada, umidità relativa e per un periodo di tre giorni a Tallahassee Florida, Stati Uniti. La scala di temperatura viene visualizzata sull'asse di sinistra.

Questi dati sono stati raccolti utilizzando un datalogger e una stazione meteorologica automatica alla Florida State University, una scuola GLOBE. Il mezzogiorno solare locale a

Tallahassee è molto vicino a 1800 UTC ogni giorno (vicino al momento della temperatura massima). Si noti che la temperatura (in rosso) ha un valore massimo leggermente superiore a quello del giorno precedente e che, in ogni caso, corrisponde allo stesso tempo al quale l'umidità relativa (in verde) è al suo minimo. L'umidità relativa è al massimo la mattina presto (vicino 1200 UTC), quando la temperatura è al minimo. Si noti come la temperatura del punto di rugiada (in blu) e la temperatura dell'aria siano molto vicini gli uni agli altri in questo momento. Queste osservazioni indicano che i dati sembrano essere ragionevoli.

I dati di umidità relativa devono essere sempre forniti come una percentuale compresa tra 0 e 100%. Il punto di rugiada deve essere sempre minore o uguale alla temperatura attuale (corrente). Ancora più importante, a meno che le osservazioni siano state prese durante gli eventi di nebbia o di precipitazione, l'umidità relativa deve essere inferiore al 100%.

Cosa cercano gli scienziati in questi dati?

Gli scienziati osservano le tendenze di umidità relativa in periodi di tempo diversi. Per esempio, i cambiamenti durante la giornata possono essere correlati alla brezza marina nelle aree costiere. In GLOBE, l'umidità relativa è di solito presa solo una volta al giorno.

Così con i dati GLOBE gli scienziati esaminano la tendenza dell'umidità relativa per periodi di giorni. Gli scienziati usano le variazioni di umidità relativa per le previsioni del tempo. Per esempio, essi potrebbero guardare la temperatura, l'umidità relativa e il punto di rugiada per prevedere la probabilità di rovesci in un dato giorno. Nella Figura AT-RH-4, si noti che il valore di umidità relativa, preso al mezzogiorno solare locale, aumenta di una piccola quantità ogni giorno. Ciò indica un ambiente che si sta gradualmente umidificando. Queste osservazioni sono più chiaramente dimostrate dai valori del punto di rugiada che mostrano una tendenza al rialzo nel periodo considerato.

Si noti che a differenza di temperatura e umidità relativa, la temperatura del punto di rugiada non presenta un forte ciclo diurno.

La Figura AT-RH-5 mostra un grafico di temperatura e umidità relativa di dati per la scuola elementare Norfolk, in Arkansas, USA. Questi dati variano sensibilmente da un giorno all'altro. Proviamo a capire meglio i dati, in primo luogo concentriamoci sugli assi. In ascissa, o asse X, il periodo di osservazione inizia il 1 ° ottobre 2000 e termina nel settembre 2001, quindi sono riportati i dati relativi quasi ad un anno. I dati sono disponibili per ogni giorno, con poche osservazioni mancanti, anche i fine settimana sono inclusi! Ora esaminiamo le ordinate, o assi Y (ce ne sono due). Sulla sinistra troviamo la scala per la temperatura e sulla destra troviamo la scala per l'umidità relativa.

E' difficile vedere qui la relazione tra la temperatura e l'umidità relativa che abbiamo descritto in precedenza. Ma siamo in grado di sistemare tali dati per illustrare la relazione. La figura successiva (AT-RH-6) mostra un grafico sistemato con le medie consecutive di 5 giorni dei dati. Per calcolare una media di 5 giorni in esecuzione, si fa la media delle letture di oggi, dei due giorni precedenti e dei due giorni successivi. Ora il rapporto può essere visto più chiaramente. In inverno con basse temperature a metà giornata, l'umidità relativa è spesso superiore al 60%, ma in estate l'umidità relativa è solo raramente superiore al 60%. Questo può anche essere usato come un controllo di coerenza, per contribuire ad assicurare che i dati sono ragionevoli. Queste osservazioni possono essere utilizzate anche per esaminare l'influenza della temperatura sulla umidità relativa, quando il tenore attuale di vapore acqueo non cambia molto.

Ovviamente possiamo osservare la progressione della temperatura durante tutto l'anno, con le temperature più fredde nel mese di dicembre e gennaio. Si noti come l'umidità relativa sia vicina al massimo per molte di queste giornate invernali! Ci possono naturalmente essere giornate asciutte anche durante i mesi invernali, e gli scienziati utilizzano il monitoraggio dell'umidità relativa per classificare le masse d'aria. L'identificazione di queste masse d'aria aiuta i meteorologi a identificare e monitorare i sistemi frontali e utili previsioni del tempo. I climatologi utilizzano anche l'umidità relativa per classificare i climi per varie località.

Uno dei principali controlli climatici, che gli scienziati fanno, sta nel determinare quanto vicina

sia una stazione ad una grande massa d'acqua, come un mare o un oceano. Diamo un'occhiata ai dati di umidità di due scuole GLOBE per vedere se si riconosce una tale relazione. Useremo la temperatura del punto di rugiada, piuttosto che l'umidità relativa qui, per esaminare solo l'effetto del contenuto di vapore acqueo. L'Umidità relativa, lo ricordiamo, comprende sia gli effetti del vapore acqueo che gli effetti della temperatura. La Figura AT-RH-7 illustra le osservazioni di due scuole in Europa, **l'Istituto Tecnico Industriale Fermi di Napoli, Italia**, e la Lietz-Schule Hermann Haubinda in Germania. Ricordate che la temperatura del punto di rugiada illustra solamente come il contenuto di vapore d'acqua dell'aria in una stazione meteorologica cambi nel tempo. Il grafico illustra un gruppo di tre mesi di osservazioni relative all'inverno 2001 (da gennaio a marzo), e in ogni giorno per il quale le osservazioni sono state prese da queste due scuole, si può vedere come la temperatura del punto di rugiada a Napoli, che si trova sul Mar Mediterraneo, era molto più alta rispetto al punto di rugiada a Haubinda, situato nell'entroterra. Anche se altitudine, latitudine e movimento d'aria (gli altri principali fattori di controllo climatico) possono aiutare a spiegare alcune di queste differenze, la presenza di grandi corpi d'acqua nei pressi di una stazione giocherà un ruolo importante, in generale, a causa della grande quantità di evaporazione che si svolge nelle regioni costiere. Un progetto utile per le scuole GLOBE costiere è quello di confrontare i valori del punto di rugiada calcolati dai loro dati con quelli di una scuola più o meno alla stessa latitudine e altitudine che è ben all'interno, rispetto allo stesso corpo d'acqua. È il rapporto simile?

E' interessante vedere come l'umidità relativa sia legata ad altre variabili meteorologiche. Naturalmente, quando l'evaporazione aumenta, aumenta l'umidità relativa. Quindi, ci si aspetterebbe di trovare un rapporto con copertura nuvolosa, dal momento che le nuvole, alla loro quota, richiedono una umidità relativa del 100%. Si misura l'umidità relativa vicino al suolo, non alla base della nuvola, ma in generale, l'umidità relativa aumenta con l'altitudine fino al 100% alla base della nuvola

Figure AT-RH-4

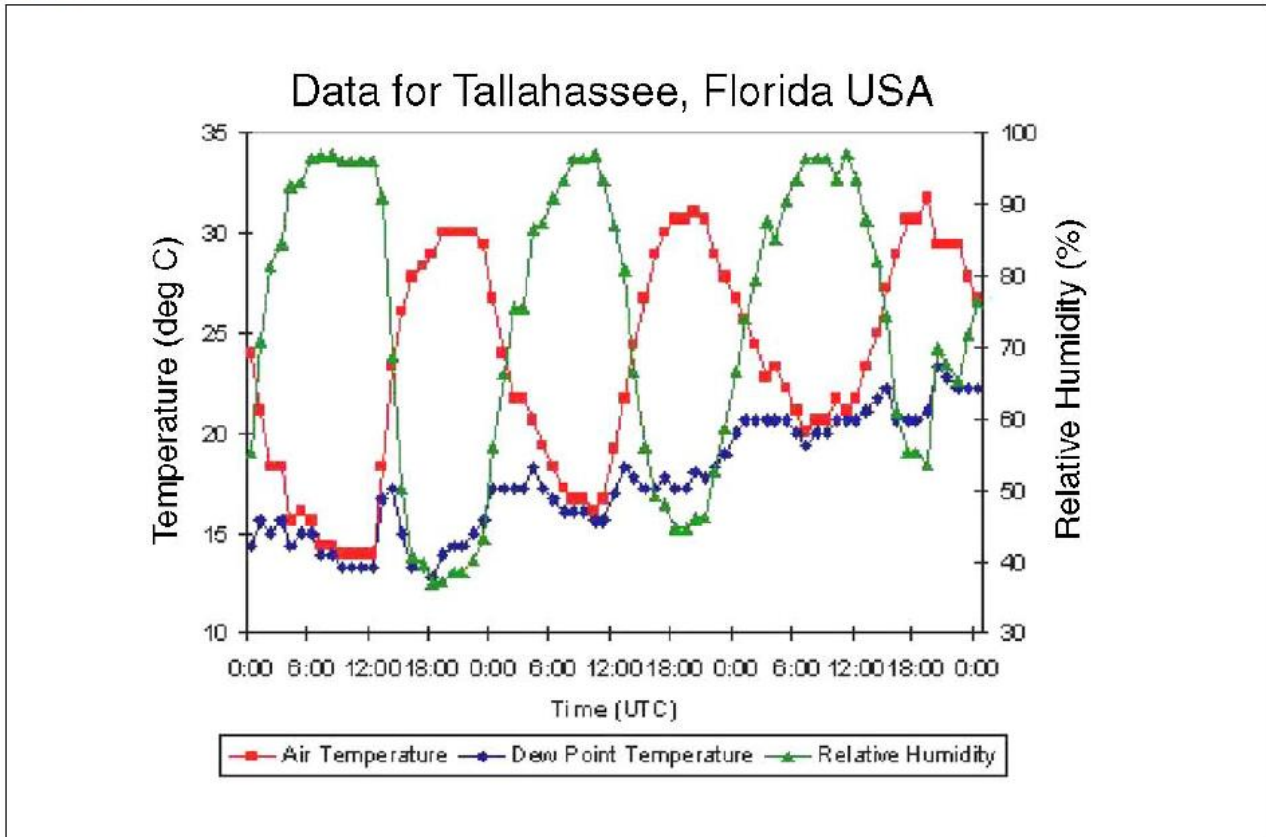


Figure AT-RH-5

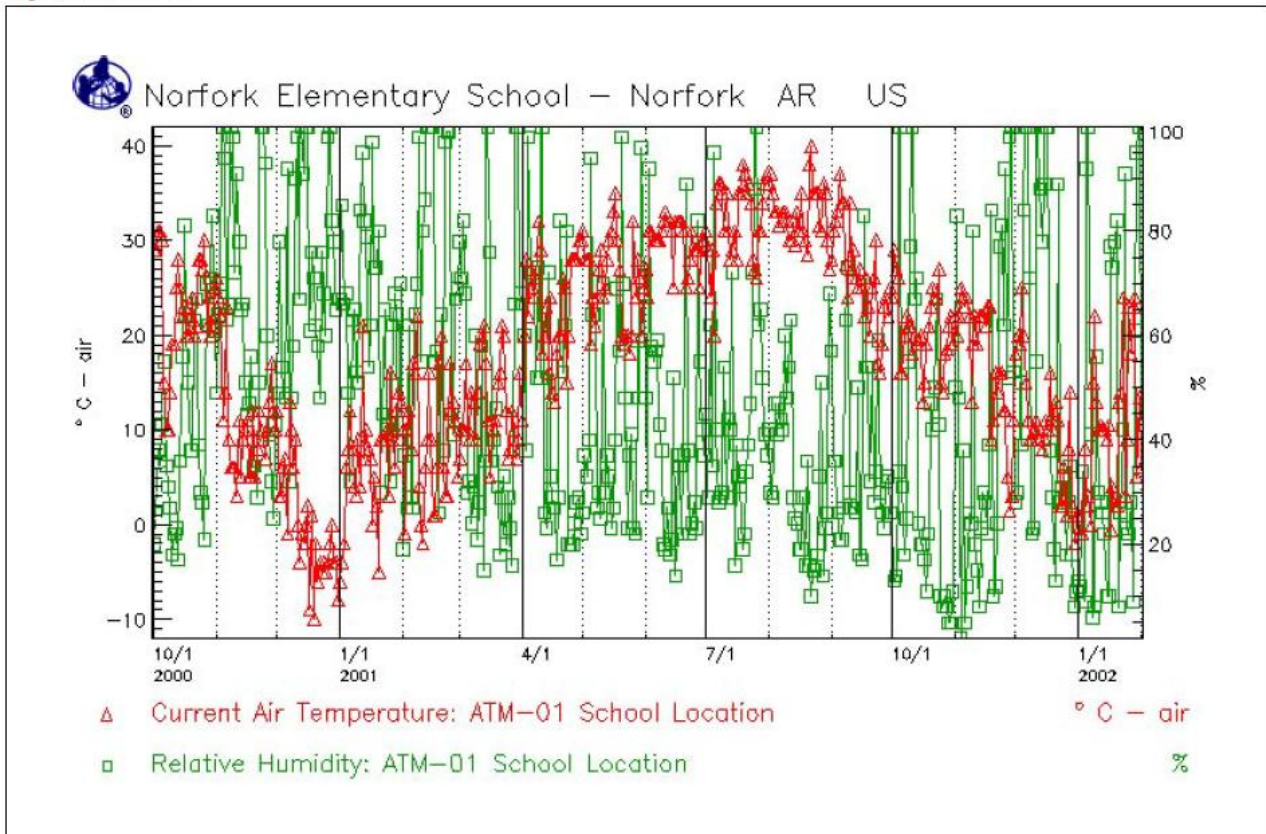


Figure AT-RH-6

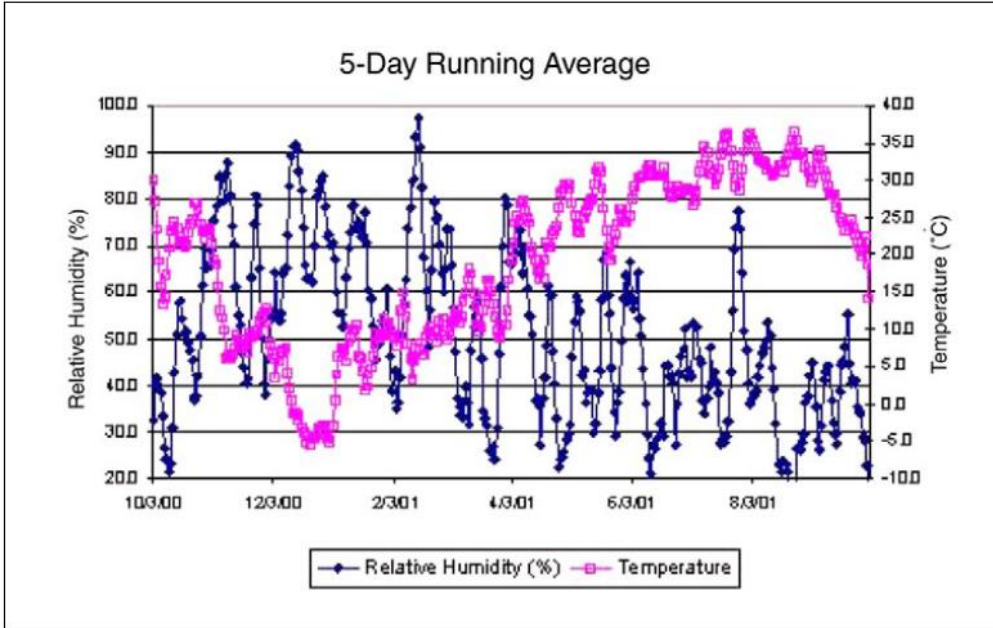


Figure AT-RH-7

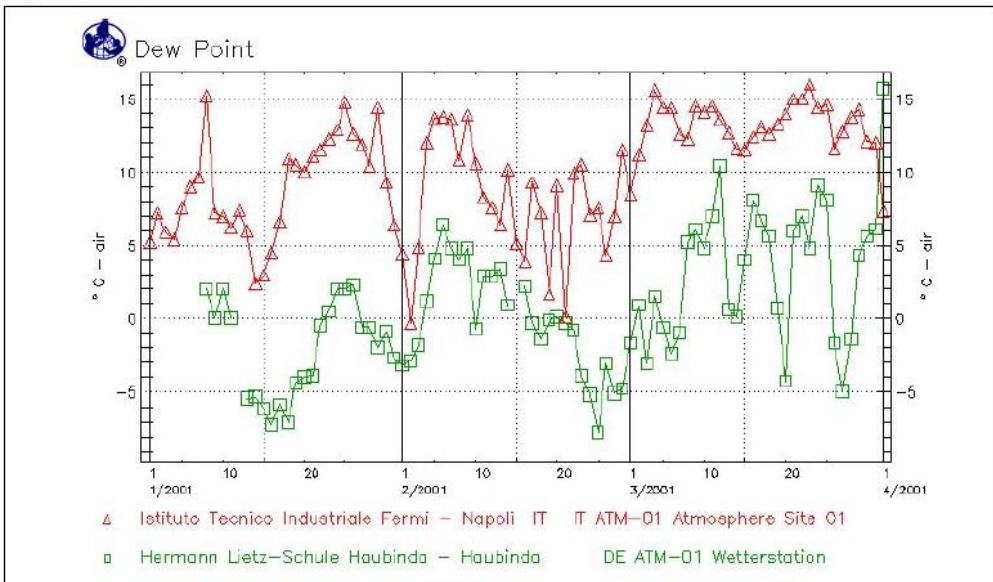
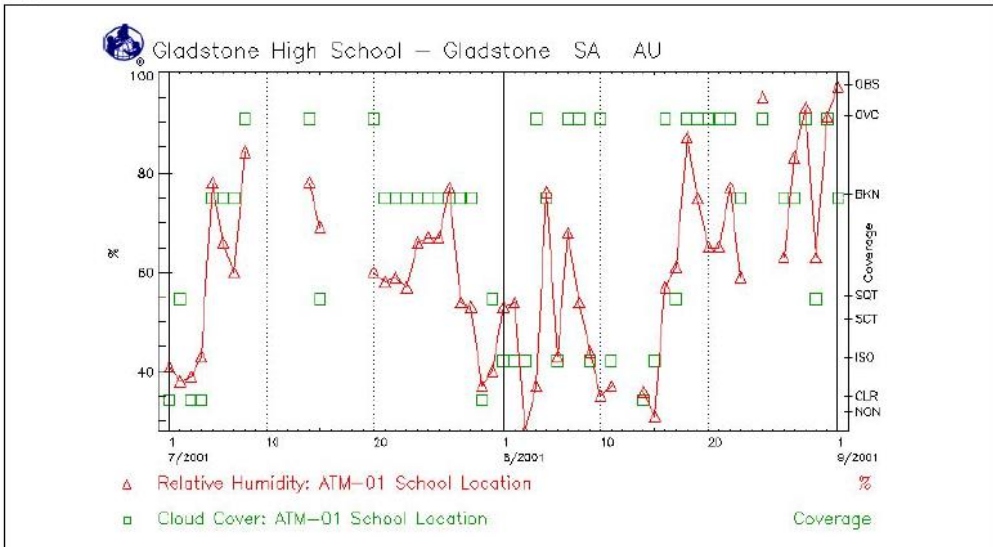


Figure AT-RH-8



Questo è vero per nuvole basse, in particolare. La Figura AT-RH-8 mostra un grafico di umidità relativa e di copertura nuvolosa da Gladstone Alta Scuola in South Australia per luglio e agosto del 2001 (in inverno). Si noti che in questo grafico l'umidità relativa è mostrata come un grafico rosso con linee collegate e la copertura nuvolosa è indicata da un quadrato per ogni giorno di osservazione della copertura delle nuvole.

Nel grafico compaiono diversi giorni nei quali l'umidità relativa è risultata pari o inferiore al 50% e su ciascuno di questi giorni la copertura nuvolosa risultava chiara o isolata. Solo quando l'umidità relativa si avvicinava al 60% la copertura nuvolosa osservata risultava *scattered* in questi due mesi. Il cielo broken o overcast si è verificato solo quando l'umidità relativa è stata superiore al 50%. La relazione non è perfetta, ma per quasi tutti i giorni è chiaro che quando l'umidità relativa è alta, la copertura nuvolosa è più probabile che sia di alta di quanto non lo sia bassa.

Si può verificare l'ipotesi che ci sia una relazione tra la copertura nuvolosa e l'umidità relativa per una scuola come Gladstone, facendo la media dell'umidità relativa per tutti i giorni per coperture nuvolose diverse. Testiamo l'ipotesi che, in media, con l'aumento dell'umidità relativa, la copertura nuvolosa aumenti. Utilizzando i dati di Gladstone come esempio, si calcoli l'umidità relativa media per i giorni di copertura nuvolosa *scattered* e per i giorni di copertura nuvolosa *isolated*. Questi calcoli vengono visualizzati nella casella sottostante.

Sulla base di queste osservazioni limitate, la nostra ipotesi viene sostenuta. In generale gli scienziati vorrebbero utilizzare un numero uguale

di giorni per tali test e confronti, inoltre vorrebbero utilizzare almeno 30 osservazioni per ciascuno di essi. Potreste fare questo per la copertura nuvolosa e per le osservazioni di umidità relativa del vostro sito, per vedere se questo rapporto valga o meno.

Un Esempio di una indagine di ricerca per studenti ***Progettazione di una indagine***

Heikki, uno studente presso Juuan Lukio / Poikolan Koulu in Juuka, Finlandia, ha preso misure di umidità relativa insieme ad altri studenti della sua scuola. Nello studio del clima, il suo insegnante ha parlato dell'effetto moderatore dei corpi idrici di grandi dimensioni sulla temperatura dell'aria vicina. Quando egli chiede come ciò funzioni, il suo insegnante accenna al fatto che l'evaporazione dall'acqua causa livelli più elevati di umidità relativa e che ci vuole più energia per riscaldare o raffreddare l'aria umida che l'aria secca.

Heikki decide che questa può essere una buona indagine. Si chiede se i valori di umidità relativa registrati da scuole insediate in territori interni siano inferiori in media ai valori registrati da scuole costiere. Dopo aver esaminato l'archivio GLOBE, Heikki seleziona tre scuole interne e una scuola costiera. Decide anche di guardare solo i dati registrati da tarda primavera a inizio dell'estate, quando non ci sarà più il ghiaccio a coprire il corpo idrico. La Tabella A-RH-2 mostra i dati per queste quattro scuole.

Scattered Cloud Cover

$$\frac{38 + 68 + 41 + 62 + 64}{5} = 54.6\% \text{ average relative humidity for scattered cloud cover days}$$

Isolated Cloud Cover

$$\frac{54 + 55 + 27 + 42 + 43 + 36 + 31}{7} = 41.1\% \text{ average relative humidity for isolated cloud cover days}$$

Table AT-RH-2. Relative Humidity at GLOBE Schools from Heikki's Sample

Date	Juuka Inland	Ammansaari Inland	Utajarvi Inland	02600 Espoo Coastal
5/10/01	32	77	49	39
5/11/01	39	57	39	32
5/12/01	46	57	50	32
5/13/01	68	94	65	48
5/14/01	77	80	42	35
5/15/01	33	78	61	49
5/16/01	30	53	33	33
5/17/01	30	45	38	97
5/18/01	46	98	83	96
5/19/01	56	97	87	83
5/20/01	56	98	89	71
5/21/01	54	85	81	81
5/22/01	41	70	54	39
5/23/01	95	100	74	78
5/24/01	39	65	58	41
5/25/01	39	80	50	46
5/26/01	41	66	49	37
5/27/01	43	74	50	52
5/28/01	51	88	74	38
5/29/01	50	73	63	50
5/30/01	53	52	40	45
5/31/01	32	45	33	38
6/1/01	23	35	29	42
6/2/01	28	33	32	52
6/3/01	—	38	31	58
6/4/01	33	46	70	36
6/5/01	51	88	85	53
6/6/01	25	48	49	38
6/7/01	30	51	44	38
6/8/01	46	60	71	73
6/9/01	57	97	63	97
6/10/01	90	92	84	70
6/11/01	41	62	67	65
6/12/01	72	63	77	96
6/13/01	84	87	89	97
6/14/01	48	92	67	90
6/15/01	32	74	47	56
6/16/01	43	77	63	52
6/17/01	39	67	42	97
6/18/01	49	74	50	63
6/19/01	47	57	41	97
6/20/01	39	44	29	97
6/21/01	85	61	52	97
6/22/01	78	59	64	90
6/23/01	41	35	39	58
6/24/01	29	39	33	46
6/25/01	34	55	34	—
6/26/01	46	57	46	48
6/27/01	39	55	38	66
6/28/01	33	60	37	56
6/29/01	39	53	36	63
6/30/01	37	76	66	65
7/1/01	33	51	58	76
7/2/01	65	85	65	61
7/3/01	41	60	65	47
7/4/01	38	53	49	44
7/5/01	39	99	89	41
7/6/01	35	62	47	58
7/7/01	46	—	56	47
7/8/01	51	70	52	60
7/9/01	41	59	59	48
7/10/01	51	92	63	58
7/11/01	62	89	75	69
7/12/01	54	70	62	60
7/13/01	82	68	65	53
Avg. RH	47.3	67.6	56.0	60.0
Days highest	2	35	5	21

Raccolta e analisi dei dati

Heikki calcola l'umidità relativa media per ciascuna di queste scuole sommando tutti i valori riportati per questo periodo di tempo da ciascuna scuola e dividendo la somma per il numero di giorni per i quali sono stati riportati i dati. I suoi risultati sono riportati sulla ultima riga della tabella A-RH-2.

Heikki chiede a uno studente più giovane se riesce a capire se la scuola costiera ha una maggiore umidità relativa delle scuole interne.

Decide di guardare in quale scuola si riporta il valore più grande di l'umidità relativa ogni giorno e di contare per quanti giorni il valore è stato maggiore in ogni scuola. Nota che in alcuni giorni solo tre scuole riportano dati, così esclude quei giorni dal calcolo. I suoi risultati sono riportati nell'ultima riga della tabella 1.

Heikki è molto sorpreso di scoprire che sia l'approccio dello studente più giovane che il suo ha permesso di scoprire che una delle scuole dell'entroterra aveva la più alta umidità relativa globale per questo periodo di tempo. La scuola costiera era solo la seconda più alta.

Heikki conclude che ci sono chiaramente delle eccezioni alla regola generale su come l'umidità relativa vari tra scuole costiere e quelle interne. Il suo insegnante gli chiede che può fare di più per indagare. L'insegnante dice ad Heikki che potrebbe cercare più scuole in Finlandia che riportano dati, cercare insieme di scuole interne e costiere di un altro paese o cercare di conoscere meglio la geografia della scuola che aveva umidità relativa più alta rispetto alla scuola costiera nel suo studio.

L'insegnante fa notare che l'indagine di Heikki non ha esaminato l'effetto di moderazione di umidità relativa alla temperatura dell'aria, né la sua indagine include gli effetti dell'altitudine. Concordano sul fatto che Heikki farà uno studio di questo come parte di un'indagine gruppo con molti dei suoi compagni di classe.

Il gruppo discute il concetto che stanno per studiare e decide che, per ogni giorno, metterà a confronto la differenza tra le temperature massima e minima dell'aria con i dati di umidità relativa. Dal momento che le temperature massime e minime dell'aria coprono un periodo di 24 ore che inizia un giorno e termina il successivo, il gruppo conclude farà tale confronto con l'umidità relativa media per ogni coppia di due giorni. Questi confronti sono riportati nella Tabella A-RH-3.

Table AT-RH-3

Date (2001)	Juuka		Ammansaari		Utajarvi		02600 Espoo	
	Average 2-day RH (°C)	Temp. Range (%)	Average 2-day RH (°C)	Temp. Range (%)	Average 2-day RH (°C)	Temp. Range (%)	Average 2-day RH (°C)	Temp. Range (%)
10-May		17.0		10.5		0.7		
11-May	35.5	9.0	67.0	9.0	44.0	8.8	35.5	15.1
12-May	42.5	5.1	57.0	4.0	44.5	2.2	32.0	18.0
13-May	57.0	5.0	75.5	6.0	57.5	1.5	40.0	8.5
14-May	72.5	5.0	87.0	5.5	53.5		41.5	18.3
15-May	55.0	10.2	79.0	6.0	51.5		42.0	16.6
16-May	31.5	14.9	65.5	10.0	47.0	1.7	41.0	19.9
17-May	30.0	18.1	49.0	14.0	35.5		65.0	12.5
18-May	38.0	8.0	71.5	12.5	60.5	12.2	96.5	10.5
19-May	51.0	5.5	97.5	2.5	85.0	5.1	89.5	8.7
20-May	56.0	5.5	97.5	6.0	88.0	7.0	77.0	7.5
21-May	55.0	9.0	91.5	4.0	85.0	3.6	76.0	5.6
22-May	47.5	4.0	77.5	3.5	67.5	6.9	60.0	14.9
23-May	68.0	10.0	85.0	6.0	64.0	7.4	58.5	16.9
24-May	67.0	9.6	82.5	7.5	66.0	9.0	59.5	12.3
25-May	39.0	7.2	72.5	7.5	54.0	5.8	43.5	9.6
26-May	40.0	6.2	73.0	4.5	49.5	3.5	41.5	15.7
27-May	42.0	8.1	70.0	4.0	49.5	8.5	44.5	14.5
28-May	47.0	9.6	81.0	4.5	62.0	7.8	45.0	12.2
29-May	50.5	4.9	80.5	4.0	68.5	3.4	44.0	8.1
30-May	51.5	6.3	62.5	4.0	51.5	8.9	47.5	12.0
31-May	42.5	12.0	48.5	10.5	36.5	14.0	41.5	14.4
1-Jun	27.5	15.4	40.0	8.0	31.0	15.3	40.0	19.3
2-Jun	25.5	16.3	34.0	12.0	30.5	11.4	47.0	17.4
3-Jun			35.5	9.0	31.5	16.8	55.0	9.9
4-Jun		14.9	42.0	10.0	50.5	9.7	47.0	17.5
5-Jun	42.0	10.4	67.0	10.5	77.5	7.4	44.5	17.2
6-Jun	38.0	16.8	68.0	14.5	67.0	13.6	45.5	16.8
7-Jun	27.5	12.4	49.5	8.5	46.5	7.2	38.0	16.8
8-Jun	38.0	9.8	55.5	6.5	57.5	10.0	55.5	
9-Jun	51.5	8.0	78.5	7.0	67.0	7.0	85.0	5.3
10-Jun	73.5	10.1	94.5	7.5	73.5	6.1	83.5	10.9

Date (2001)	Juuka		Ammansaari		Utajarvi		02600 Espoo	
	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)
11-Jun	65.5	9.6	77.0	9.5	75.5	10.6	67.5	11.0
12-Jun	56.5	6.1	62.5	6.0	72.0	5.2	80.5	6.7
13-Jun	78.0	5.6	75.0	8.5	83.0	6.8	96.5	5.0
14-Jun	66.0	12.5	89.5	8.5	78.0	6.8	93.5	4.7
15-Jun	40.0	15.5	83.0	8.5	57.0	11.5	73.0	16.8
16-Jun	37.5	13.5	75.5	7.0	55.0	12.0	54.0	18.2
17-Jun	41.0	12.8	72.0	9.0	52.5	14.0	74.5	12.3
18-Jun	44.0	6.7	70.5	8.5	46.0	8.4	80.0	12.3
19-Jun	48.0	8.2	65.5	9.0	45.5	8.8	80.0	2.4
20-Jun	43.0	9.6	50.5	9.5	35.0	10.5	97.0	2.5
21-Jun	62.0	7.3	52.5	9.0	40.5	7.9	97.0	3.7
22-Jun	81.5	4.1	60.0	7.0	58.0	3.2	93.5	10.7
23-Jun	59.5	9.2	47.0	8.0	51.5	6.7	74.0	
24-Jun	35.0	14.8	37.0	10.5	36.0	14.5	52.0	
25-Jun	31.5	13.0	47.0	7.5	33.5	16.6		
26-Jun	40.0	15.5	56.0	12.0	40.0	14.5		
27-Jun	42.5	15.2	56.0	9.5	42.0	13.1	57.0	14.7
28-Jun	36.0	12.9	57.5	6.5	37.5	11.5	61.0	13.8
29-Jun	36.0	9.7	56.5	9.0	36.5	10.3	59.5	14.4
30-Jun	38.0	9.0	64.5	9.0	51.0	5.2	64.0	9.5
1-Jul	35.0	14.6	63.5	10.5	62.0	8.2	70.5	10.8
2-Jul	49.0	11.2	68.0	9.0	61.5	7.8	68.5	6.3
3-Jul	53.0	10.4	72.5	7.5	65.0	11.3	54.0	14.1
4-Jul	39.5	8.0	56.5	6.5	57.0	7.1	45.5	15.4
5-Jul	38.5	16.0	76.0	10.5	69.0	7.2	42.5	10.5
6-Jul	37.0	13.2	80.5	9.0	68.0	13.1	49.5	14.0
7-Jul	40.5	18.8			51.5	14.2		
8-Jul	48.5	10.1		8.5	54.0	15.7		
9-Jul	46.0	12.4	64.5	8.5	55.5	13.2	54.0	12.0
10-Jul	46.0	15.1	75.5	9.5	61.0	9.9	53.0	2.5
11-Jul	56.5	5.7	90.5	7.5	69.0	6.5	63.5	6.3
12-Jul	58.0	9.0	79.5	6.5	68.5	8.3	64.5	5.0
13-Jul	68.0	12.3	69.0	10.0	63.5	8.4	56.5	7.9

Figure AT-RH-9: Average Temperature Range Plotted as a Function of Average Relative Humidity for Schools in the Study Sample

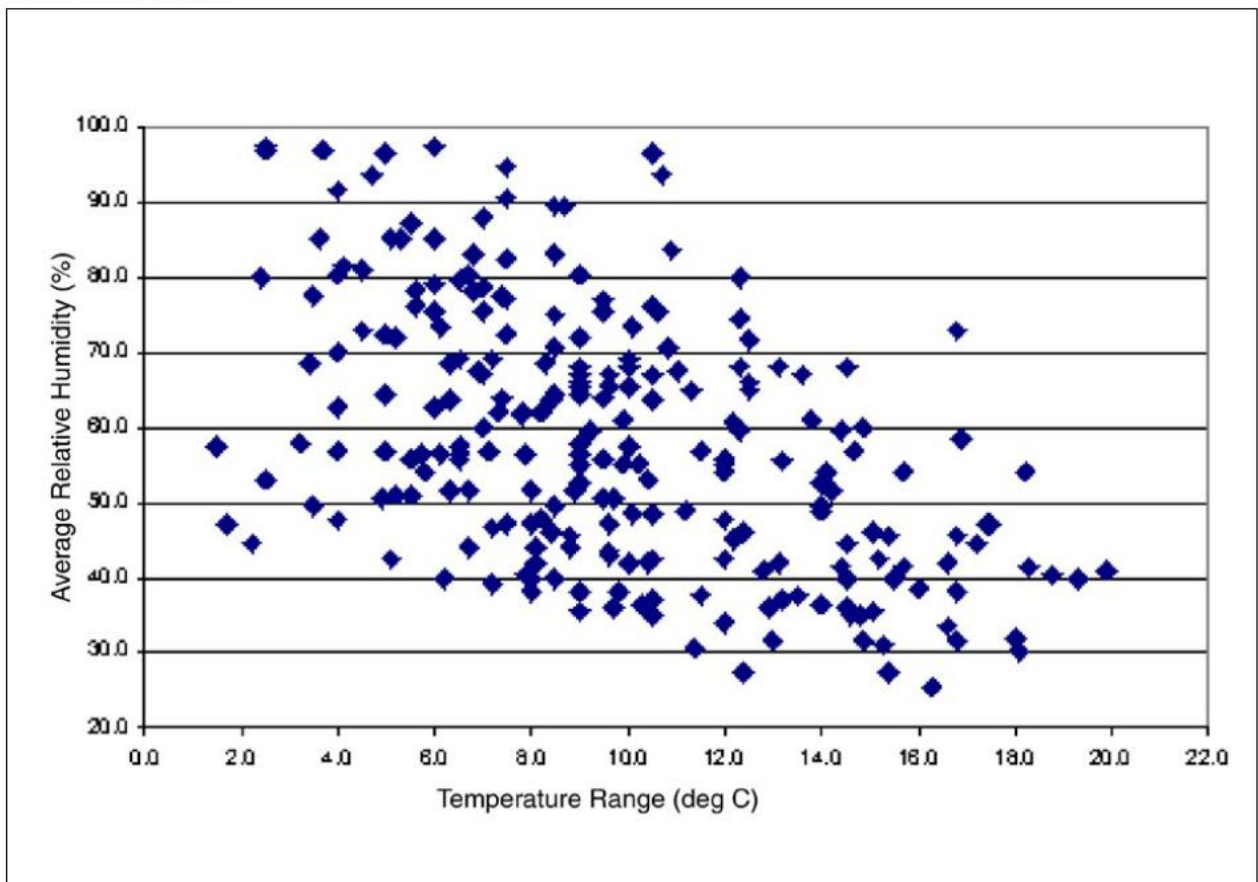
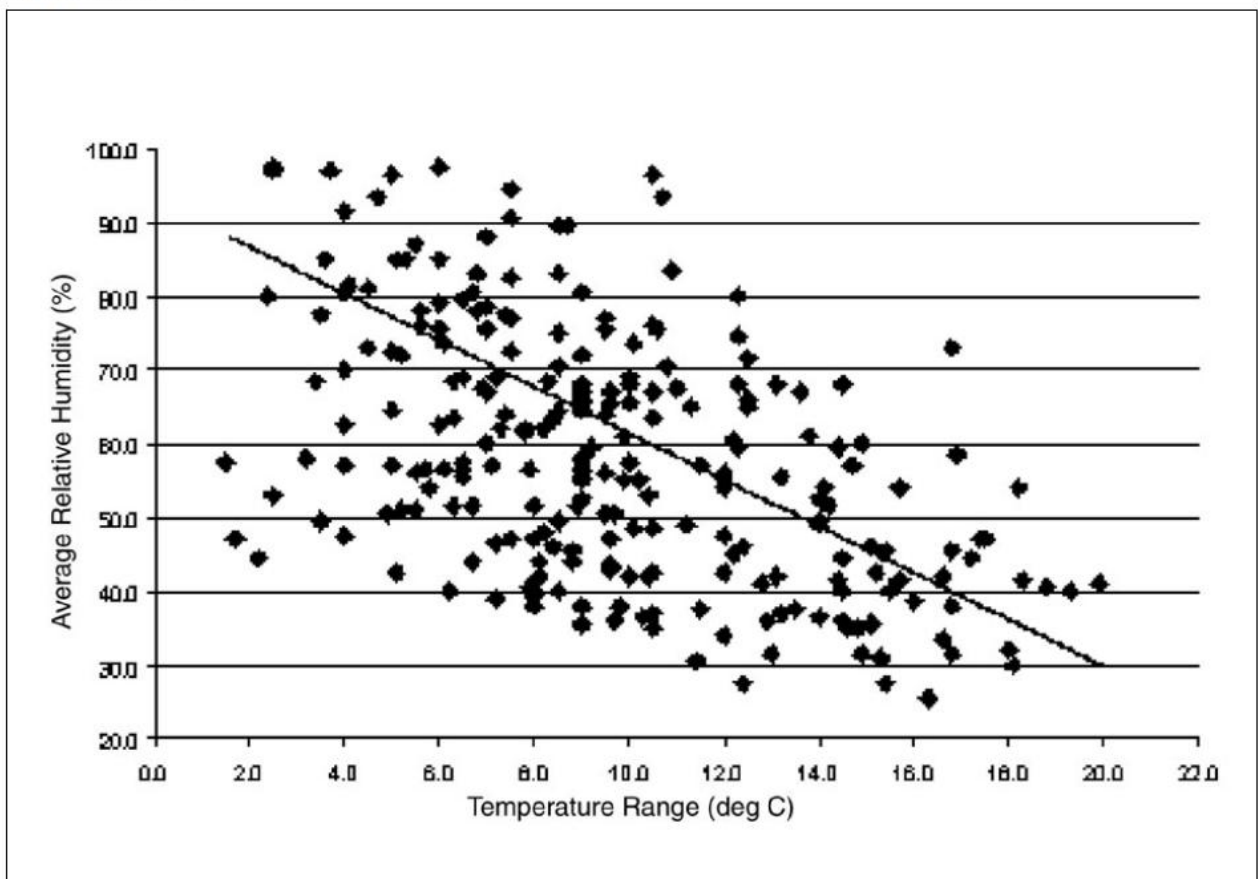


Figure AT-RH-10



Comunicare i risultati

Gli studenti calcolano l'intervallo di temperatura per ogni giorno per ogni scuola e poi mettono in grafico tutti i punti relativi agli intervalli di temperatura sull'asse y e umidità relativa sul delle ascisse. Figura AT-RH-9 mostra il risultato.

Gli studenti possono vedere che per campi di bassa temperatura (ad esempio, a meno di circa 4 ° C), l'umidità relativa media riportata è generalmente superiore al 45%, e che per intervalli di temperatura più elevati, sono riportati valori inferiori di umidità relativa. Infatti, per gli intervalli di alta temperatura (superiore a 16 ° C), si registra solo una osservazione di umidità relativa superiore al 70%, tutte le osservazioni rimanenti sono meno del 60%. Così, sembra esserci un buon rapporto tra questi gruppi di dati.

Questa relazione è una relazione inversa, perché come una variabile aumenta, l'altra variabile tende a diminuire. Se cerchiamo di sviluppare una linea che si adatta meglio ai punti dati, che potrebbe essere utilizzata per cercare di prevedere l'umidità relativa dagli intervalli di temperatura, tale linea potrebbe apparire come quella mostrata in Figura AT-RH-10. Questa linea è chiamata linea di aggiustamento dei minimi quadrati, e misura la migliore rappresentazione "lineare" dei dati che vengono tracciati.

La ricerca futura

I risultati sono così incoraggianti che Heikki decide di indagare, successivamente, gli effetti dell'altitudine per vedere se riesce a spiegare i risultati sorprendenti del primo esperimento, e di approfondire la cosa in altre aree geografiche, per vedere se le conclusioni sono le stesse di quelle derivanti dalla indagine effettuata. Si attendono con interesse i risultati di queste indagini e le possibili collaborazioni internazionali alle quali essi potrebbero portare.