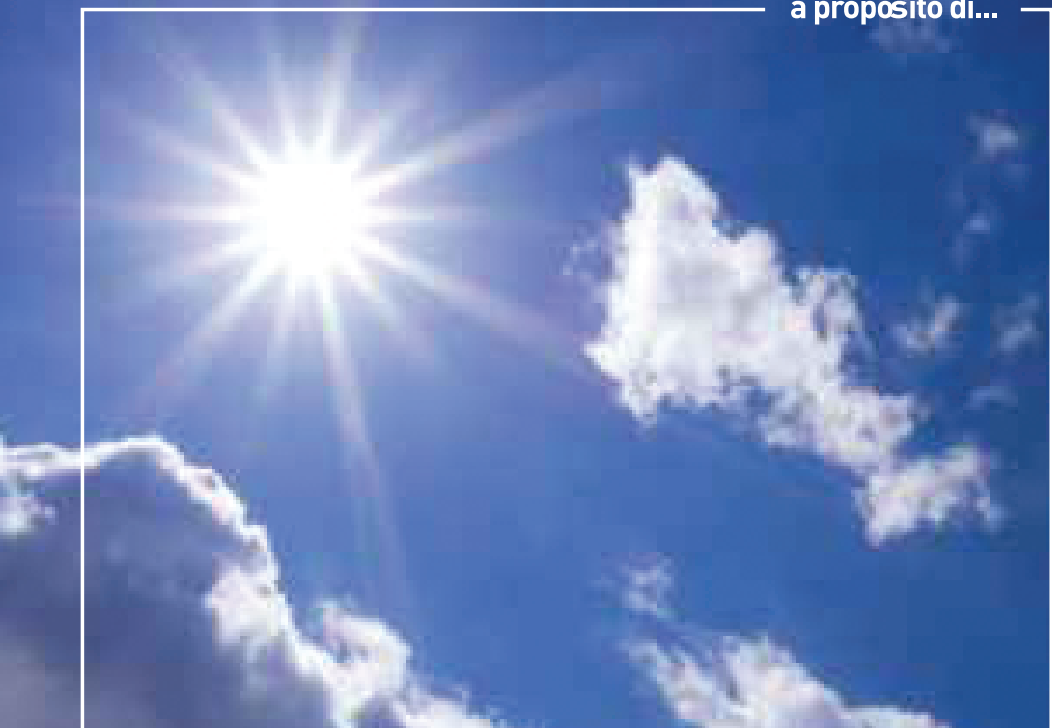


 a proposito di...



A proposito di...
Radarmeteorologia

ARPAV

Commissario Straordinario

Mariano Carraro

Progetto e realizzazione

Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio

Alberto Luchetta

Servizio Centro Meteorologico di Teolo

Gabriele Tridello

Marco Monai

Roberta Racca

Arianna Tardelli

Andrea Rossa

Gabriele Formentini

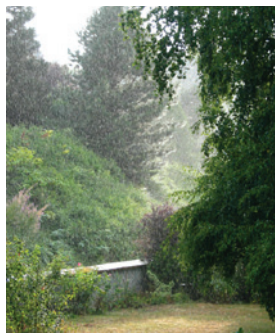
Coordinamento editoriale

Maria Carta - Settore per la Prevenzione e la Comunicazione Ambientale

A proposito di...

Radarmeteorologia

Come nasce la precipitazione e come si distribuisce sul Veneto

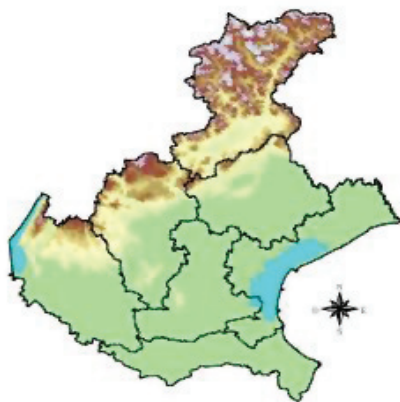


In meteorologia per precipitazione si intende qualsiasi prodotto della condensazione del vapor acqueo atmosferico che arriva al suolo dopo una fase di caduta dall'alto. Questo accade quando il vapor acqueo presente in atmosfera diviene saturo e quindi condensa e precipita.

La precipitazione che raggiunge la superficie terrestre può assumere differenti forme come pioggia, pioggia ghiacciata, neve, neve granulare e grandine.

Sul Veneto la quantità di precipitazione media annua non è distribuita uniformemente sul territorio perché questo ha un'orografia molto complessa.

Quest'ultima infatti è caratterizzata dalla presenza di rilievi alpini a nord che superano anche i 3000 metri di quota, di rilievi prealpini lungo una direttrice sud-ovest nord-est, che spesso intercettano le precipitazioni provenienti da sud-sud-est intensificandone l'effetto, di un'ampia fascia di pianura e dalla presenza del Mare Adriatico che rappresenta un importante serbatoio di umidità.



Topografia del Veneto

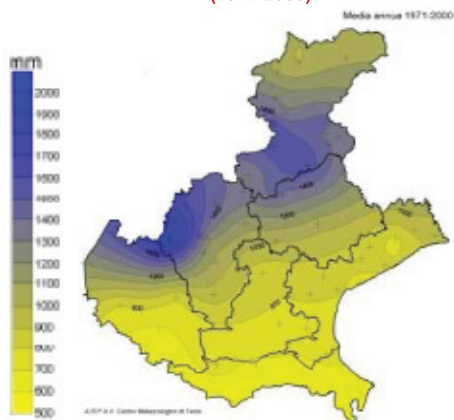
*La distribuzione
delle precipitazioni
dipende molto
dall'orografia*

La stagionalità delle precipitazioni

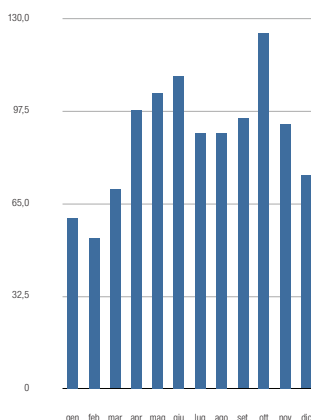


La distribuzione differenziata nello spazio delle precipitazioni è ulteriormente complicata da un'altrettanto non uniforme distribuzione nel corso dell'anno. Spesso infatti i quantitativi annui possono essere raggiunti e addirittura superati con un numero di eventi pluviometrici relativamente basso ma con quantitativi di precipitazione accumulata molto elevata.

**Precipitazione media annua
(1971-2000)**



**Precipitazioni mensili
(media 1971-2000)**

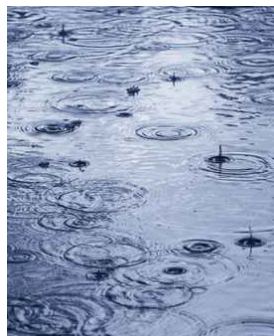


Distribuzione areale della precipitazione media annua e andamento della precipitazione media mensile. Anni 1971-2000. Dati riferiti a 60 stazioni dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale

Gli eventi che possono apportare quantitativi elevati in poco tempo sono spesso a carattere temporalesco; si manifestano soprattutto durante il semestre caldo e sono i più difficili da monitorare per la loro brevità e perché interessano frazioni di territorio spesso limitate.

Sono gli eventi che determinano allagamenti importanti soprattutto nelle aree urbanizzate.

Il pluviometro: strumento per la misura delle precipitazioni



Il metodo classico per la misura della precipitazione è il pluviometro: si tratta di un cilindro di metallo in grado di raccogliere la precipitazione sia in forma liquida (pioggia) che in forma solida (neve o ghiaccio). Tale strumento è in grado di effettuare un'accurata misura sia della quantità totale caduta in un prefissato intervallo di tempo (tipicamente le 24 ore) sia dell'intensità (misurata in mm/h) di precipitazione istantanea.



Pluviometro

Il pluviometro è collocato all'interno di una stazione meteorologica in cui possono essere presenti ulteriori sensori per il rilevamento degli altri parametri meteorologici (temperatura, pressione, umidità, vento, radiazione solare, ecc..). In Veneto ARPAV gestisce oltre 200 stazioni meteo.



Stazione meteorologica

Problematiche relative alla stima delle precipitazioni



Il monitoraggio della precipitazione in un territorio ad orografia complessa come quello del Veneto presenta diverse problematiche. I quantitativi al suolo possono risultare estremamente differenziati anche a distanza di poche decine di chilometri.

La misura di un pluviometro è rappresentativa di un punto nello spazio: pertanto la stima della precipitazione su un'area va fatta con cautela in considerazione della distribuzione spaziale spesso non omogenea sul territorio. Un'ulteriore problematica è costituita dal vento che può portare ad una significativa sottostima della pioggia, misurata da un pluviometro.

La stima delle precipitazioni è soggetta ad errori



Un aiuto alla stima delle precipitazioni: l'utilizzo del radar meteorologico



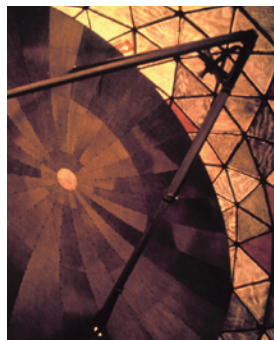
Per quanto fitta possa essere una rete di stazioni, questa da sola non è sufficiente al monitoraggio dettagliato della precipitazione sull'intero territorio regionale. Il radar meteorologico rappresenta quindi lo strumento che, se affiancato alla rete di stazioni al suolo, può fornire un valore aggiunto di notevole interesse.

Grazie all'avvento dei radar ad ampio raggio d'azione (oltre 120 km), ad elevata risoluzione spaziale (500-1000 metri) e temporale (acquisizione dei dati ogni 5-10 minuti) si sono oggi estese e potenziate le possibilità di osservare in tempo reale la tipologia e distribuzione delle precipitazioni sul territorio regionale.

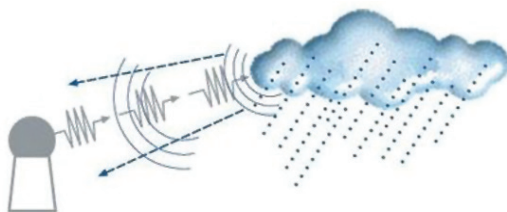
In particolare, il radar ha dimostrato una efficacia davvero notevole nel monitoraggio dei fenomeni molto localizzati come le celle temporalesche.



Il radar: strumento per il monitoraggio delle precipitazioni



Il radar meteorologico è uno strumento che permette di rilevare a distanza e localizzare gocce di pioggia, fiocchi di neve, chicchi di grandine.



Schema di funzionamento del radar

Il principio di funzionamento del radar si basa sull'emissione di un impulso di onde elettromagnetiche che vengono focalizzate da un'antenna e trasmesse in atmosfera. In caso tali onde incontrino precipitazioni, si creano degli echi di ritorno che vengono registrati dall'antenna.

La loro analisi permette di determinare distanza, intensità e velocità di spostamento dei fenomeni di precipitazione in atto.

Le capacità di un radar sono straordinarie: è in grado di scovare una singola goccia di pioggia di un millimetro di diametro ad una distanza di 10 chilometri!

Il radar meteorologico emette onde elettromagnetiche. In dipendenza della lunghezza d'onda si hanno diversi tipi di radar:

- Banda X: circa 3 cm
- Banda C: circa 5 cm
- Banda S: circa 10 cm

Maggiore è la lunghezza d'onda maggiore è la dimensione dell'antenna e la distanza massima a cui si riesce a vedere la precipitazione. In Italia ed in Europa la maggior parte dei radar meteorologici (a scopo di sorveglianza del territorio) operano in banda C, che permette un ottimo rapporto costo/benefici.

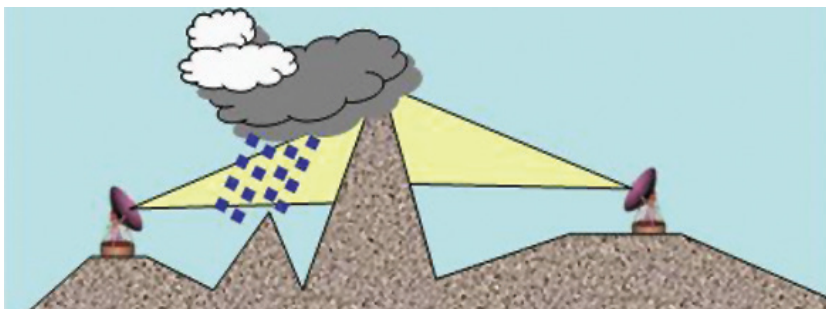
Per applicazioni più locali, ad esempio aerei, navi, radar portatili, si usano invece i radar più compatti in banda X.

Le stime di precipitazione da radar: limiti



Non esiste una relazione univoca che legghi l'intensità di precipitazione con l'intensità dell'eco misurato dal radar. Tale relazione dipende anche dal tipo di precipitazione (neve, pioggia, grandine) che non è facile conoscere. Per potere utilizzare al meglio le informazioni radar è importante effettuare un'opportuna integrazione con i dati di una rete di pluviometri a terra.

Altri elementi insorgono a complicare ulteriormente la misura radar. Tra i più significativi per il Veneto va menzionata l'orografia del territorio; infatti i rilievi montuosi rappresentano spesso una barriera oltre la quale il fascio radar non è in grado di propagarsi (coni d'ombra) a meno che questo non sia molto inclinato verso l'alto.



L'uso incrociato di due o più radar può aiutare a risolvere i problemi dei coni d'ombra del fascio ad opera delle montagne

Per superare l'ostacolo delle montagne è necessario puntare l'antenna verso l'alto ma questo impedisce di analizzare la precipitazione vicino al suolo specie a grandi distanze. Questa situazione porta ad una forte sottostima delle precipitazioni in montagna, specie nella stagione fredda, quando le precipitazioni hanno minore sviluppo verticale.

L'utilizzo coordinato di un insieme di radar (rete) può costituire l'unico mezzo per limitare la sottostima della precipitazione da radar nelle aree montane.

Previsioni meteo: due tipologie principali



Presso i Centri di previsione meteorologica i prodotti previsionali sono molteplici. Come in altre realtà nazionali e regionali anche al Centro Meteorologico di Teolo di ARPAV il servizio previsionale si articola in due principali filoni, che sono il forecasting ed il nowcasting:

- **Forecasting**

Previsione a breve termine che riguarda un arco temporale di 1-3 giorni e che ha come prodotto principale il bollettino quotidiano Meteo Veneto;

- **Nowcasting**

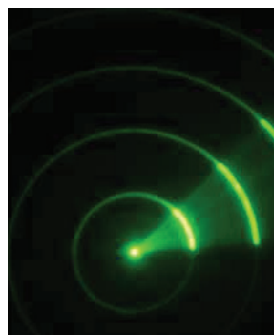
Previsione a brevissimo termine relativa ad un arco temporale di poche ore (0-6h); essa viene attivata in condizioni meteorologiche avverse ed ha come prodotto il bollettino di nowcasting emesso più volte al giorno.

*Il radar è lo strumento più importante
per il nowcasting della precipitazione*

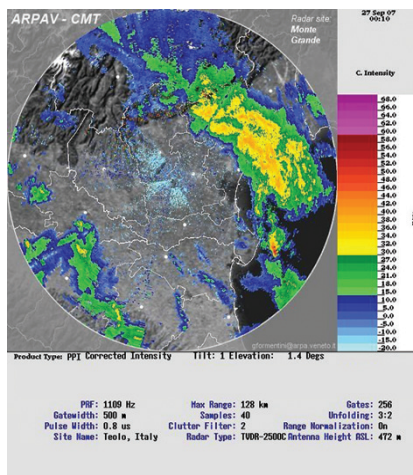


La sala operativa del Centro Meteorologico di Teolo

Applicazioni del radar come strumento di monitoraggio delle precipitazioni in tempo reale



Le applicazioni più importanti di un radar meteorologico riguardano il monitoraggio delle condizioni meteorologiche in tempo reale e la previsione a brevissimo termine (nowcasting). Grazie alla capacità di analizzare in continuo e alla sua elevata risoluzione spaziale, il radar è in grado di “vedere” le precipitazioni anche a grandi distanze. Generalmente i radar utilizzati in Italia operano su un’area ampia circa 50.000 kmq, corrispondente ad un cerchio di raggio di circa 120-130 km. Su quest’area il radar meteorologico, grazie alla scansione di tipo tridimensionale, raccoglie preziose informazioni sulla distanza, velocità e dimensioni dei sistemi di precipitazione, nonché la loro intensità. Ulteriori analisi permettono di stimare la presenza di neve o grandine.



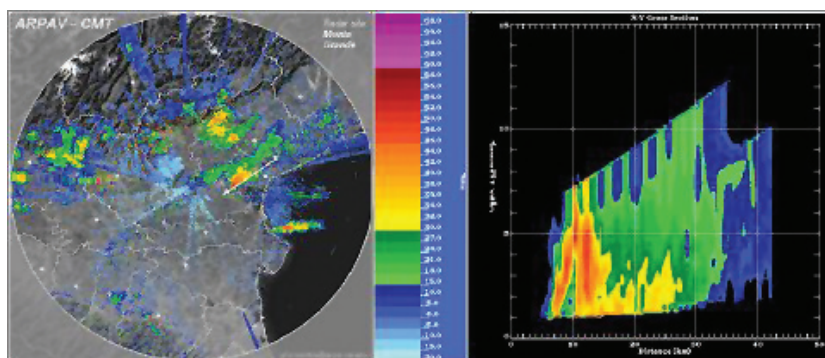
Grazie all'analisi dei dati in continuo, un sistema radar è in grado di produrre una fotografia completa dello stato dell'atmosfera ogni 5-10 minuti. Quest'elevata risoluzione temporale permette di valutare lo spostamento delle precipitazioni confrontando una sequenza di immagini. Con il supporto di software appositi, si può facilmente, ad esempio, valutare la direzione e la velocità di spostamento di una cella temporalesca e la sua intensità.

Immagine del radar di Monte Grande (PD)

Analisi dei temporali tramite il radar



Grazie alla capacità del radar di studiare la precipitazione non solo in un piano orizzontale ma anche nella dimensione verticale, il meteorologo è in grado di analizzare in dettaglio la struttura tridimensionale di una cella temporalesca, in particolare il suo sviluppo verticale costituisce un fattore determinante nella comprensione della intensità dei fenomeni connessi.



Proiezione orizzontale (a sinistra) e sezione verticale (a destra) di una cella temporalesca

L'immagine a sinistra, ad esempio, mostra la distribuzione della precipitazione sul Veneto in occasione di fenomeni temporaleschi intensi; i colori stanno ad indicare l'intensità della precipitazione (da blu = debole a rosso/fucsia = forte o molto forte). Sull'immagine a destra viene rappresentata una sezione verticale, fatta lungo la linea A-B, dalla quale si può rilevare lo sviluppo verticale e la morfologia della cella temporalesca, utili nella valutazione di fenomeni intensi o per stimare la probabilità di grandine.

Il radar fornisce il maggior contributo proprio nel monitoraggio di eventi meteo intensi (quali temporali, forti rovesci, grandinate, ecc.) caratterizzati spesso da durate molto limitate.

Proprio per le loro caratteristiche tali tipi di fenomeni possono portare ad improvvisi allagamenti.



Allagamento in via Costa a Mestre (fonte: Gruppo comunale volontari Protezione Civile Venezia) del 26 settembre 2007.

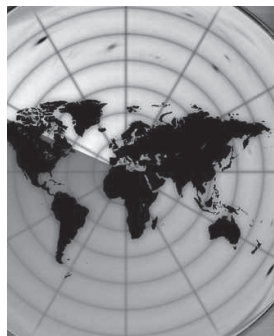
Il radar è in grado di monitorare i temporali in tempo reale



Chicchi di grandine

Risulta quindi evidente che il radar meteorologico costituisce fonte primaria di informazione per i servizi meteorologici a supporto delle attività di Protezione Civile e di Difesa del Territorio dalle avversità idro-meteorologiche.

La Storia della radarmeteorologia



Durante la seconda guerra mondiale per la prima volta ci si accorse che sugli schermi di controllo dei radar militari comparivano degli echi dovuti ad elementi “estranei” come la pioggia o la neve.

Dopo la fine della guerra, furono portati avanti gli studi sull'utilizzo del radar in ambito meteorologico scoprendo la relazione che lega il segnale radar rilevato (la riflettività) all'intensità delle precipitazioni.

Nel corso degli anni la ricerca è continuata con lo studio delle differenti forme di precipitazione e con il possibile impiego del radar a differenti lunghezze d'onda.



Il radar delle Torricelle a Verona

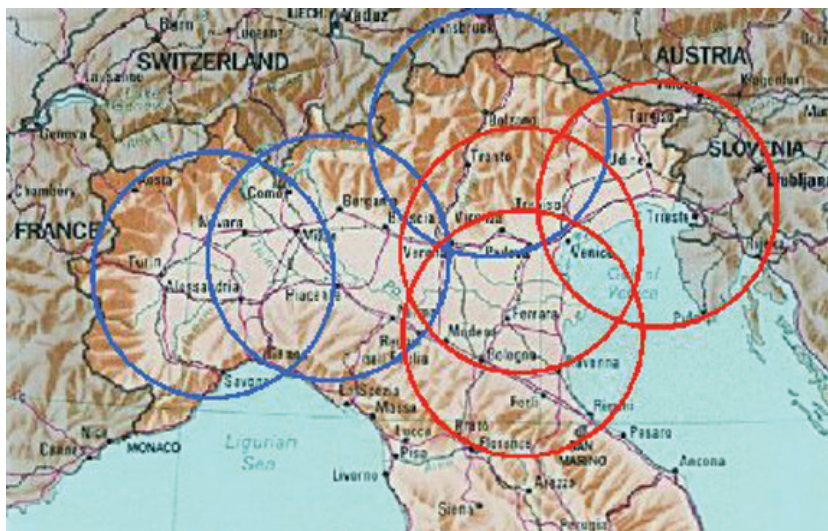
Nel 1953 per la prima volta negli Stati Uniti fu identificato in un'immagine radar il famoso "eco ad uncino", l'impronta che lascia sugli schermi dei computer un temporale a supercella in grado di generare talvolta un tornado.

Negli anni '70 negli Stati Uniti si iniziò ad installare una rete di radar meteorologici per il monitoraggio delle precipitazioni e aumentarono anche le capacità operative di tali strumenti con la scansione tridimensionale dell'atmosfera e l'impiego della tecnologia Doppler, anche su supporti mobili, che permette il monitoraggio anche del vento in presenza di precipitazioni.

A partire dagli anni '80 le reti di radar meteorologici iniziarono a diffondersi anche fuori dagli Stati Uniti, in particolare in Europa e in Giappone.

In Italia furono installati alcuni radar meteorologici regionali; negli anni 90' vide la luce il progetto Meteonet di mosaicatura sperimentale (messa in rete) dei radar del Nord Italia.

La mosaicatura nazionale ha avuto ulteriori sviluppi grazie al Dipartimento Nazionale di Protezione Civile con la collaborazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e di alcuni servizi meteo regionali.



I radar della rete Meteonet e il loro raggio di azione

I radar meteorologici in Veneto

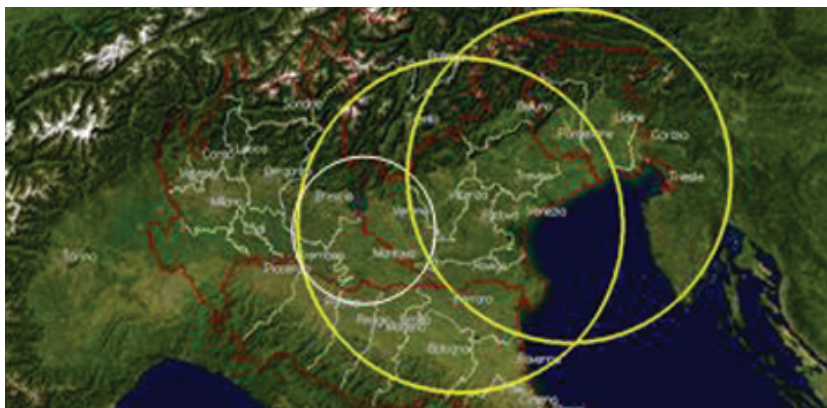


Nel 1988 in Veneto venne installato il primo radar meteorologico sul Monte Grande a Teolo (PD), sui Colli Euganei.

Il Veneto è stata tra le primissime regioni italiane a possedere due radar meteorologici; nel 2003 infatti la copertura radar regionale è stata potenziata con l'installazione di un secondo radar a Concordia Sagittaria nella parte orientale della provincia di Venezia.

Il Dipartimento per la Sicurezza del Territorio dell'ARPAV, con la struttura del Centro Meteorologico di Teolo, gestisce oggi un complesso sistema di monitoraggio che vede la punta di diamante nei due radar in banda C e in un piccolo radar in banda X installato nel 2008 a Valeggio sul Mincio (VR).

Grazie ad un complesso software di integrazione dati, di origine americana, molti sono i prodotti avanzati per il monitoraggio in tempo reale e per la previsione a brevissimo termine che vengono forniti ad enti pubblici ed istituzioni preposte alla gestione del territorio e ai servizi di pubblica utilità.



La copertura dei tre radar del Veneto

I tre radar meteorologici dell'ARPAV



(A)



(B)



(C)

- (A) Il radar in banda C di Monte Grande, Teolo (PD)
- (B) Il radar in banda X di Valeggio sul Mincio (VR)
- (C) Il radar in banda C di Concordia Sagittaria (VE)

Centro Meteorologico di Teolo
Via G.Marconi,55
35037 Teolo (PD) - Italy
Tel. +39 049 999 8111
Fax +39 049 992 5622
e-mail: cmt@arpa.veneto.it

Progetto grafico: Pomilio Blumm (PE)

Stampa: Grafiche Brenta Limena (PD)

Stampato su carta Ecolabel Dalum Cyclus



Finito di stampare nel mese di settembre 2010

ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale

Via Matteotti, 27
35137 Padova
Italy
Tel. +39 049 823 93 01
Fax +39 049 660 966
e-mail: urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@arpav.it
www.arpa.veneto.it

ISBN 978-88-7504-154-0