

Modellistica fotochimica e diffusionale dalle previsioni agli scenari - l'esperienza di Arpa Umbria

Crocchianti S.¹, Vecchiocattivi M.², Angelucci M.³,

¹ Dipartimento di Chimica - Università di Perugia, Via Elce di Sotto 8, 06123 Perugia, croc@dyn.unipg.it

² ARPA Umbria, Via Pievaiola 207/b-3 06132 Perugia, m.vecchiocattivi@arpa.umbria.it

³ ARPA Umbria, Via Pievaiola 207/b-3 06132 Perugia, m.angelucci@arpa.umbria.it

INTRODUZIONE

La modellistica fotochimica e diffusionale rappresenta lo strumento principale di sintesi del processo conoscitivo per la valutazione e gestione della qualità dell'aria, nonché di quello previsionale; essa, infatti, cerca di ricostruire il più fedelmente possibile lo stato della concentrazione dei vari inquinanti in un dominio di calcolo spazio-temporale. Per far questo, tiene in considerazione tutti i principali aspetti dei fenomeni di trasporto, dispersione, trasformazione chimica e rimozione degli inquinanti primari e secondari. La normativa italiana, con il Decreto Legislativo n. 155/2010 individua le valutazioni modellistiche come uno degli strumenti da adottare insieme alle misurazioni in siti fissi, per la gestione della qualità dell'aria, per la stima della distribuzione geografica delle concentrazioni degli inquinanti e per costituire una base per il calcolo dell'esposizione collettiva della popolazione nella zona interessata.

I modelli di dispersione, in particolare, sono un utile strumento per:

- valutare (misurare, calcolare, prevedere) campi di concentrazione anche in porzioni di territorio ove non esistano punti di misura o estendere la rappresentatività spaziale delle misure stesse;
- ottenere informazioni sulle relazioni tra emissioni e immissioni (matrici sorgenti – recettori) discriminando quindi fra i contributi delle diverse sorgenti;
- valutare l'impatto di inquinanti non misurati dalla rete di monitoraggio;
- studiare scenari ipotetici di emissioni alternativi rispetto al quadro attuale o passato.

Il risultato della simulazione modellistica è, ovviamente, connotato da un certo grado di incertezza che risulta dalla composizione dell'incertezza intrinseca al modello (dovuta alla incapacità di descrivere perfettamente i fenomeni fisici) e di quella associata ai dati di ingresso, in particolare alle emissioni e ai parametri meteorologici.

IL MODELLO UTILIZZATO

ARPA Umbria, in collaborazione con il Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Perugia, già da alcuni anni ha implementato una catena modellistica fotochimica e diffusionale basata sul modello euleriano chimico e di trasporto Chimere[1] nella versione V200606A.

Questo è un codice computazionale di modellistica dell'aria ritenuto tra i più idonei ai fini dell'implementazione, della ricerca e dello sviluppo di nuovi algoritmi. Il software è basato su un modello euleriano foto-chimico e di trasporto a griglia, applicabile a scala regionale, per la simulazione della qualità dell'aria ed è stato sviluppato dall'Istituto Pierre Simon Laplace e il Lisa del CNRS e dall'INERIS francese.

Chimere è stato progettato per svolgere previsioni quotidiane di O₃, PM e numerosi altri inquinanti in aria e per realizzare simulazioni di medio periodo su scala locale (risoluzioni di circa 1-2 km) o continentali. Il programma simula gran parte dei fenomeni chimico-fisici subiti dagli inquinanti atmosferici, inclusi la diffusione, il trasporto, la deposizione e le reazioni chimiche e fotochimiche. Esso è anche in grado di trattare i processi subiti dagli aerosol (cioè il particolato, i nitrati, i solfati, l'acqua e le specie organiche secondarie) e le reazioni in fase eterogenea.

Il resto della catena modellistica è composta da vari processori di dati realizzati appositamente per elaborare le informazioni disponibili come i dati meteo o le emissioni in modo da poterli utilizzare come dati di input a Chimere.

In particolare, i preprocessori delle emissioni hanno la possibilità di far variare i dati emissivi secondo appositi fattori con i quali si crea un determinato scenario emissivo. In questo modo è stato possibile utilizzare la catena modellistica per elaborare diversi scenari di concentrazione degli inquinanti utili per la stesura del Piano regionale di risanamento della qualità dell'aria in fase di completamento. Tra questi, il primo scenario determinato al fine di valutare lo stato della qualità dell'aria è lo scenario base.

LO SCENARIO BASE

Per Scenario Base si intende una simulazione di riferimento realizzata con i dati emissivi a livello regionale tratti dall'ultimo anno disponibile per l'Inventario Regionale delle Emissioni (IRE) senza alcuna riduzione.

Tale simulazione è basata sui dati emissivi tratti dall'Inventario Regionale del 2007 per l'Umbria e sui dati dell'Inventario Nazionale 2003 scalato al 2007 secondo le serie nazionali di emissione, per il resto del territorio. Inoltre, sono stati utilizzati i dati meteo e le condizioni al contorno per l'anno 2009. Nelle figure 1 e 2 sono riportate le mappe di concentrazione al suolo per gli inquinanti PM10 e NO₂ per lo Scenario Base.

Per i grafici è stato scelto di utilizzare una scala con colori che vanno gradualmente dal verde al giallo e poi al rosso. Le gradazioni di verde sono associate ad aree che stanno sotto la soglia scelta per individuare aree di attenzione, i colori giallo e arancione corrispondono ad aree con valori superiori alla soglia scelta di attenzione ma sempre inferiori al valore considerato critico, valore che può coincidere con la soglia di valutazione superiore o con il limite di legge. Infine, le aree colorate in rosso sono superiori a quest'ultimo valore e, pertanto rappresentano le aree con chiare situazioni di criticità.

Figura 1 - Concentrazione media annua di NO₂ con evidenziate le sezioni di censimento 2001

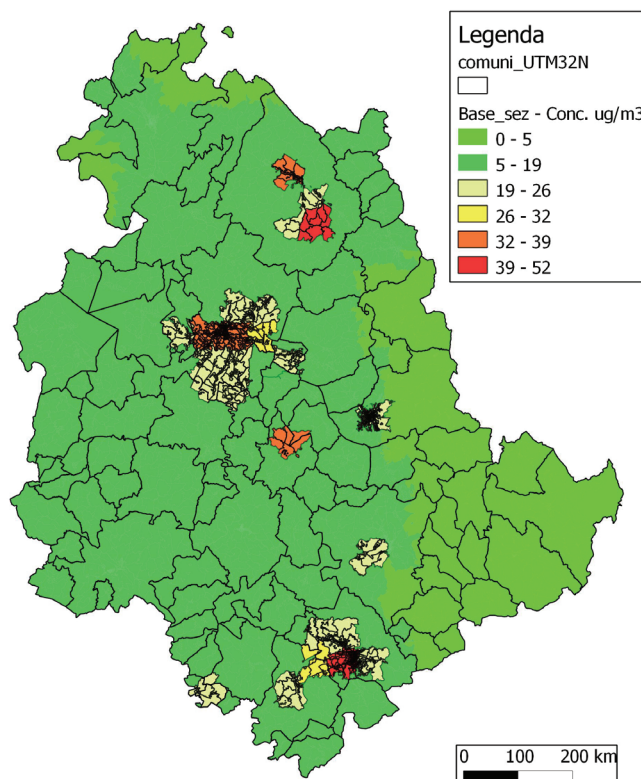
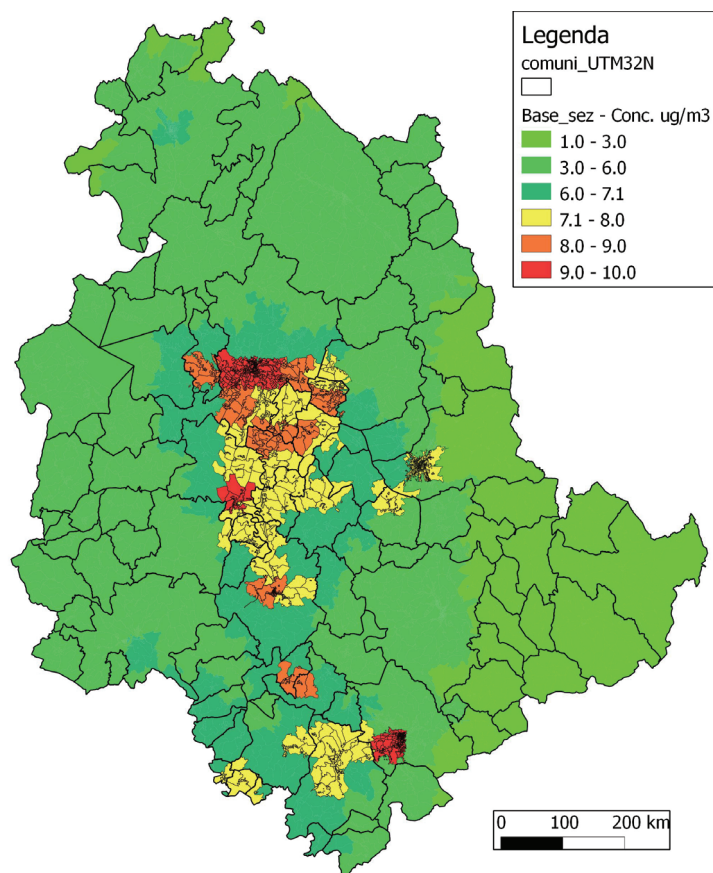


Figura 2 - Concentrazione media annua di PM₁₀ con evidenziate le sezioni di censimento 2001



VALUTAZIONE DEL MODELLO

La catena modellistica è stata sottoposta ad una analisi sull'affidabilità dei risultati e, per far ciò, sono state confrontate le concentrazioni orarie di inquinanti misurati dalle stazioni fisse della Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria e le corrispondenti concentrazioni orarie stimate dal modello. Inoltre, oltre alla simulazione per il 2009, per avere ulteriori elementi di confronto, sono state fatte anche le simulazioni per l'anno 2008.

Il confronto è stato effettuato utilizzando le indicazioni previste nel DLgs 155/10 ovvero nell'Appendice III "Criteri per l'utilizzo dei metodi di valutazione diversi dalle misurazioni in siti fissi", la norma oltre ad indicare le caratteristiche generali di un buon modello, individua alcuni indicatori di qualità.

Nella tabella 1 viene riportato il valore dell'indicatore Errore Relativo della Direttiva per gli inquinanti NO₂ e PM₁₀ calcolato rispetto alle sole due stazioni di misura che sono rappresentative di una porzione di territorio all'incirca pari alla risoluzione del modello, ovvero un quadrato di 5 km di lato. Quest'indicatore serve a verificare l'incertezza della simulazione rispetto ai criteri esposti nel DLgs 155/10.

Tabella 1: Errore relativo calcolato per la media annua NO₂ e PM₁₀ anno meteorologico 2009

Comune - Stazione	Media annua NO ₂	Media annua PM ₁₀
Perugia - Cortonese	4%	34%
Torgiano - Brufa	11%	21%

LE PREVISIONI

Il modello Chimere è stato progettato per svolgere previsioni quotidiane di O_3 e PM_{10} ma la sua implementazione ha richiesto un lavoro ad hoc che è andato ad integrare quanto già svolto per l'utilizzo del codice di calcolo per gli scenari. Questa implementazione è stata realizzata dal Dipartimento di Chimica dell'Università degli studi di Perugia; per la creazione di un sistema interamente automatico capace di fornire ogni giorno agli operatori dell'Arpa Umbria mappe di previsione a 0, 24 e 48 ore degli inquinanti O_3 e PM_{10} sull'Italia centrale e, in particolare, sull'intero territorio regionale.

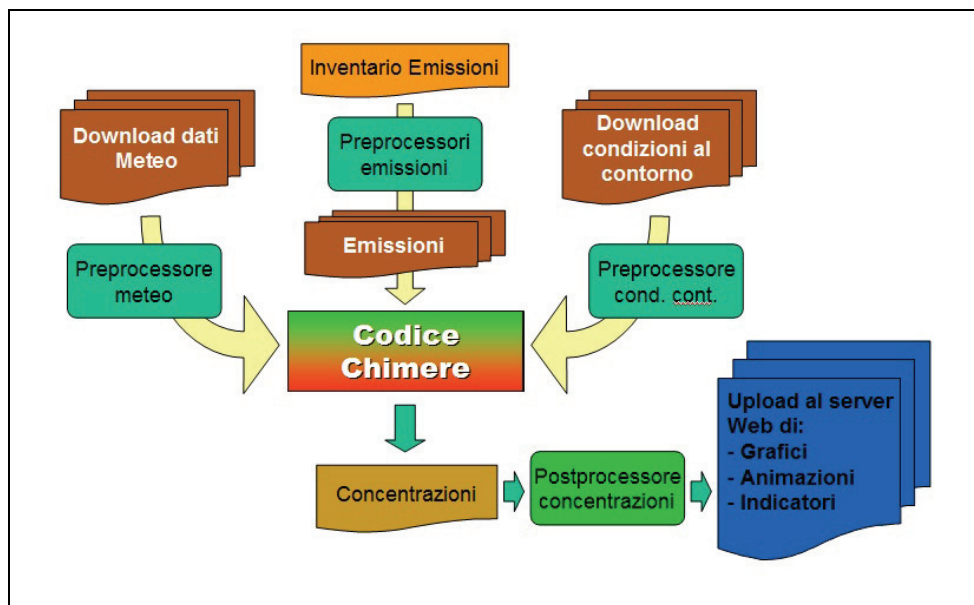
La catena operativa è schematizzata in figura 3 e si basa sui seguenti dati di input:

- Dati meteo - Modello COSMO-LAMI di Arpa Emilia Romagna
- Condizioni al contorno - Prev'Air di INERIS[2] (Francia)
- Emissioni - Inventario Regionale delle Emissioni 2007

Oltre all'implementazione già effettuata per gli scenari, che è centrale per il funzionamento del sistema previsionale, è stato necessario scrivere numerosi programmi ausiliari che predisponessero i dati per Chimere o ne processassero i risultati. Di grande utilità per la loro realizzazione sono stati i programmi impiegati dall'Arpa Emilia Romagna per il funzionamento di un analogo servizio[3] e da essa gentilmente forniti. Ad essi vanno aggiunte alcune interfacce realizzate da Arpa Umbria.

I codici prodotti sono stati scritti sulla base dei criteri di massima affidabilità, efficienza, portabilità e semplicità verificando il funzionamento corretto anche in presenza di errori nel download dei dati di input o di formati non corretti. Inoltre, date le considerevoli esigenze in termini di risorse computazionali, sono stati scritti programmi veloci e di minimo ingombro di memoria.

Figura 3: Diagramma del funzionamento della catena operativa dal download dei dati di partenza.



I codici realizzati hanno avuto come scopi principali l'adattamento del processore dei dati meteo al formato GRIB, l'adattamento dell'interfaccia per le emissioni antropogeniche, l'implementazione della procedura automatica e infine l'elaborazione dei risultati e il web service predisposto per la pubblicazione automatica nelle pagine dedicate del sito di Arpa Umbria.

La catena previsionale operativa è capace ogni giorno autonomamente di eseguire il modello euleriano chimico e di trasporto Chimere e pubblicare all'URL <http://www.arpa.umbria.it/monitoraggi/aria/prev-PM10.aspx> le mappe delle concentrazioni oraria previste sul territorio regionale fino alle successive 72 ore (fig. 4 e 5).

Al fine di presentare in modo semplice e immediato le previsioni di qualità dell'aria per gli inquinanti di maggiore interesse degli utenti, vengono inoltre elaborati indicatori di tendenza in forma sintetica

per visualizzati con emoticon (fig. 6) nella home page del sito internet di Arpa Umbria (www.arpa.umbria.it).

Bibliografia

- [1]: The Chimere chemistry-transport model", <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/>
- [2]: Prevair air quality forecast", http://www.prevair.org/en/prevision_pm10.php
- [3]: Modello NINFA-Pesco di Arpa Emilia Romagna, <http://www.arpa.emr.it/aria/>

Figura 4 - Sito Arpa Umbra con le previsioni quotidiane di O₃ sia come media giornaliera che come animazione dell'evoluzione delle concentrazioni orarie

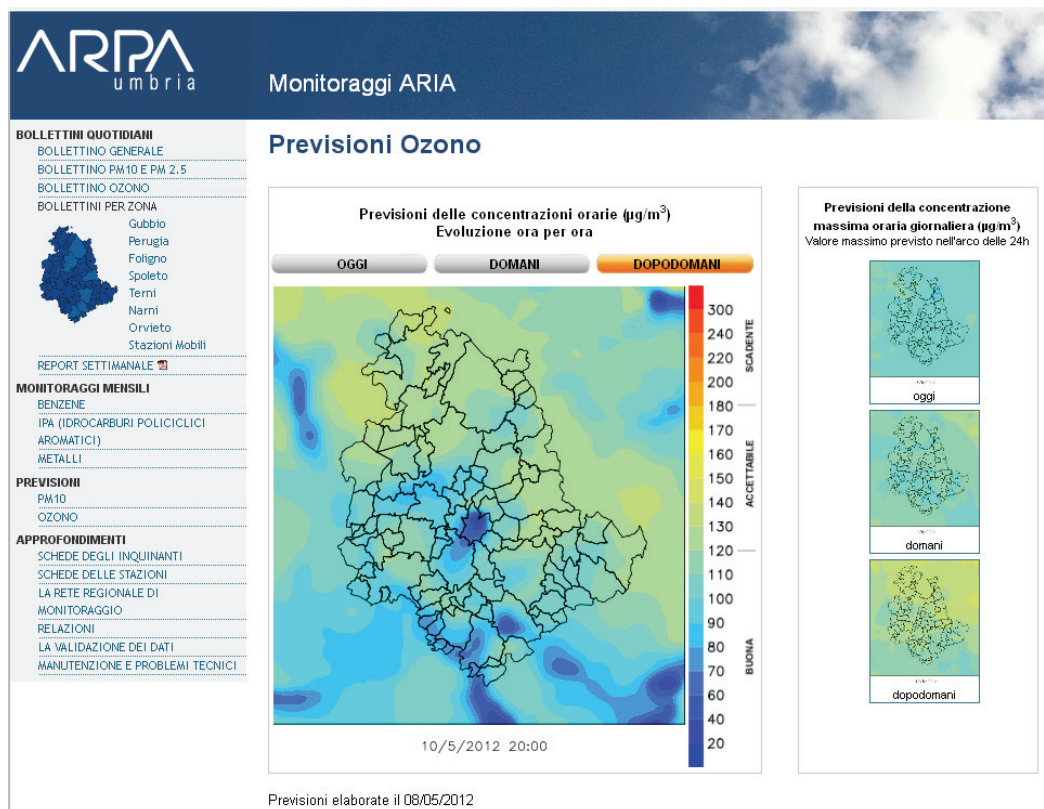


Figura 5 - Sito Arpa Umbra con le previsioni quotidiane di PM₁₀ sia come media giornaliera che come animazione dell'evoluzione delle concentrazioni orarie

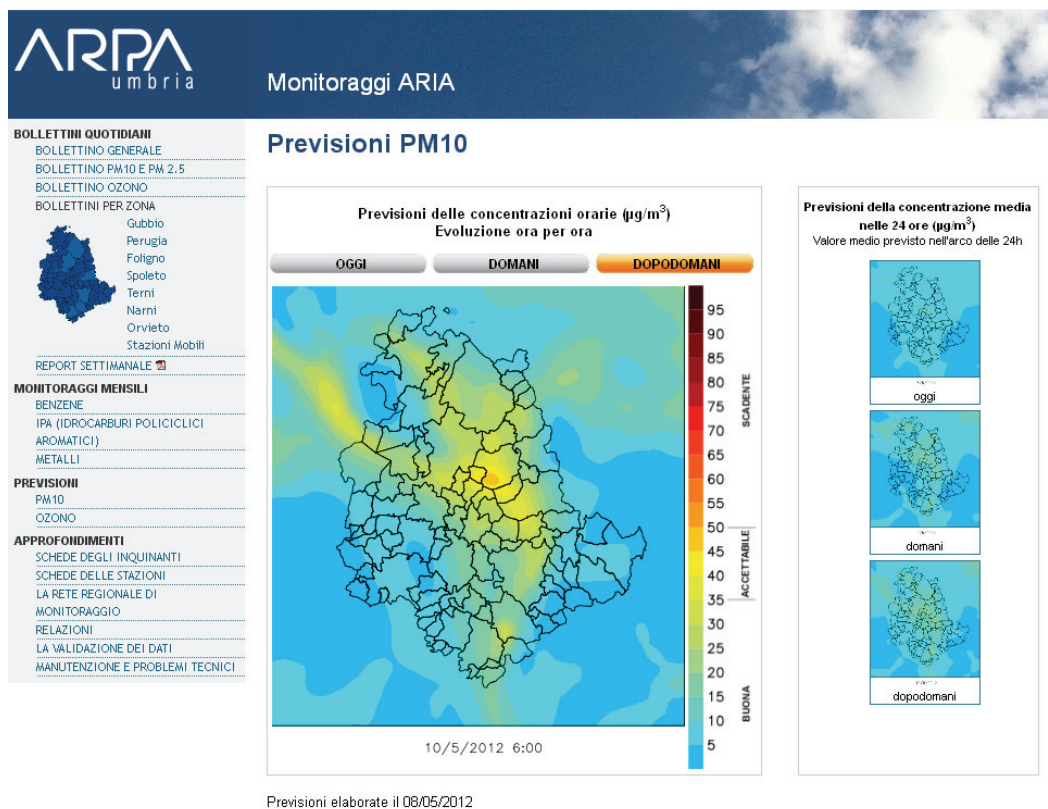


Figura 6 - Dettaglio del sito web di Arpa Umbria con gli indicatori sintetici di previsione della qualità dell'aria per il giorno stesso e i due successivi

ARPA umbria Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale dell'Umbria

Privacy | Info | A A A normal abc

Google Custom Search Cerca

ENTRA IN ARPA

- L'Agenzia
- Informazioni al pubblico
- Certificazioni e valutazioni ambientali
- Indicatori ambientali
- Eventi
- Pubblicazioni
- Biblioteca
- Intranet / Extranet

QUALITA' AMBIENTALE

Acqua
I dati della rete di monitoraggio delle acque sotterranee (portata delle sorgenti, captazioni...), dei fiumi (temperatura, ph...) e dei laghi (balneazione, eutrofizzazione, sedimenti) del territorio umbro

Aria
I bollettini giornalieri della qualità dell'aria in Umbria

Campi elettromagnetici
Campagne di monitoraggio dei campi elettromagnetici

Rifiuti
Dati sulla produzione di rifiuti in Umbria

IN PRIMO PIANO

- ARPA biblioteca**
Gli orari, i giorni di apertura, il catalogo e i servizi
- Certificazione degli edifici: nuovi orari e PEC**
A partire dal 27/02/12 sono istituiti 2 giorni di ricevimento settimanali per la valutazione preliminare e per la visione dei progetti. Dal 09/05/12 tutte le valutazioni preliminari saranno spedite via PEC
- Convegno PM2012**
Prorogati i termini per la sottomissione dei contributi scientifici del Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico che si terrà a Perugia dal 16 al 18 maggio 2012
- Digitale terrestre**
Le schede per gli operatori televisivi
- Rapporto rifiuti urbani - Umbria 2010**
Produzione, raccolta differenziata, sistemi di raccolta e impianti di conferimento
- micron 19**
La rivista di Arpa: Ecologia delle menti / Smart City/ Crescita senza futuro
- Opuscolo informativo su pollini e allergie**
Pollini
- Indagine sulla presenza di tetracloroetilene nella Valle Umbra**
I risultati dello studio di Arpa
- Nasce l'App di Arpa Umbria**
Qualità dell'aria, pollini, news e Arpa TV direttamente su smartphone.
- Bandi e concorsi**
Accedi ai bandi, ai concorsi e agli avvisi dell'Agenzia

PREVISIONI

PM10

Dove	08/05	09/05	10/05
PERUGIA	☺	☺	☺
SPOLETO	☺	☺	☺
GUBBIO	☺	☺	☺
FOLIGNO	☺	☺	☺
TERNI	☺	☺	☺
NARNI	☺	☺	☺

Cartina previsioni PM10

Ozono

Dove	08/05	09/05	10/05
PERUGIA	☺	☺	☺
TERNI	☺	☺	☺

Cartina previsioni ozono

☺ buona ☺ accettabile ☺ scadente N.D.

spo|veriamo|aria

ARPA UMBRIA - Agenzia regionale per la protezione ambientale Via Pieveola, 207/B-3 Loc. S. Sisto 06132 Perugia Tel. 075/515961 Fax 075/51596235 e-mail: arpa@arpa.umbria.it