

## **WDBPALEO 1.0: database per la raccolta di dati paleo-climatologici**

Filippo Locci (\*), Francesco Dessi (\*), Mattia De Amicis (\*\*), Ivan Frigerio (\*\*),  
Daniele Strigaro (\*\*), Elisa Vuillermoz (\*\*\*), Maria Teresa Melis (\*, \*\*\*)

(\*) Lab. TeleGIS, Università di Cagliari, Via Trentino 51, 09027 Cagliari  
tel. +39 070 6757788 fax +39070282236 telegis@unica.it

(\*\*) Lab. di Geomatica, Università di Milano Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano  
tel. +39 02 644 82 854, mattia.deamicis@unimib.it

(\*\*\*) Comitato EvK2 -CNR Via San Bernardino, 145 24126 Bergamo, Italy

### **Riassunto**

Lo studio che si presenta è stato sviluppato nell'ambito del "Progetto di interesse strategico – PNR 2011-2013 NextData". Il progetto, tra i diversi obiettivi, prevede la realizzazione di un sistema nazionale per la raccolta, conservazione, accessibilità e diffusione dei dati ambientali e climatici in aree montane e marine. In questo ambito specifico è stato sviluppato un database per la raccolta di dati paleo-climatologici provenienti da carote di ghiaccio estratte da ghiacciai non polari e da carotaggi di sedimenti marini. La struttura di stoccaggio dei dati utilizzata si basa sull'architettura di WDB (*Water and Weather Database System*), un database sviluppato dall'Istituto Meteorologico Norvegese per l'operatività del suo *data-center*. La scelta di WDB è stata guidata anche dal fatto che questo prodotto è rilasciato secondo la GNU *General Public License* e di conseguenza completamente configurabile, personalizzabile e distribuibile; inoltre, è sviluppato in PostgreSQL/PostGIS e permette di registrare dati idro-meteorologici sia di tipo puntuale che di tipo grid. Nella fase iniziale del progetto, il database WDB è stato modificato per accogliere dati provenienti dalle stazioni meteorologiche di alta quota presenti in Nepal, Pakistan, Africa e Italia. Inoltre, la necessità di avere un database collaudato e capace di contenere dati di natura diversa ha portato alla modifica dei sorgenti del programma permettendo anche l'archiviazione di dati di natura diversa e con estensione temporale illimitata.

### **Abstract**

*The study was developed as part of the "Project of Strategic Interest - PNR 2011-2013 NextData." The project provides for the creation of a national system for the collection, preservation, accessibility and dissemination of environmental and climate data. A specific database has been developed for the collection of paleo-climatological data from ice cores extracted from glaciers in non-polar and marine sediment cores. The storage structure of the data is based on the architecture of WDB (Water and Weather Database System), a database developed by the Norwegian Meteorological Centre. The choice of WDB has been driven by the fact that this product is released under the GNU General Public License and therefore fully configurable, customizable, and distributed. Moreover, it has been developed into PostgreSQL/PostGIS and allows to record hydro-meteorological data as point and grid-like formats. In the first phase of the project, the database WDB has been modified to input data from high altitudes meteorological stations in Nepal, Pakistan, Africa and Italy. Moreover, the need to have a tested database able to contain data of different nature has led to the modification of the program source to store of data of different nature and with temporal extension unlimited.*

### **Introduzione**

Questo studio si inserisce nell'ampia tematica che riguarda i concetti di *open data* e *data sharing* per lo sviluppo di *database* e piattaforme di servizi dedicati alla fruibilità di dati ambientali da parte

della comunità scientifica internazionale e in generale per tutte le persone interessate a diverso titolo. In questo senso, nell'ambito del progetto SHARE (*Stations at High Altitude for Research on the Environment*), promosso dal Comitato EvK2-CNR con la partecipazione di enti di ricerca italiani e internazionali e in collaborazione con il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP), il gruppo di ricerca ha sviluppato il servizio ShareGeonetwork: un catalogo di metadati e di accesso ai dati ambientali delle stazioni d'alta quota (Melis et al., 2010). Il Progetto di interesse strategico NextData (PNR 2011-1013, "Un sistema nazionale per la raccolta, conservazione, accessibilità e diffusione dei dati ambientali e climatici in aree montane e marine"), che vede la partecipazione delle Unità CNR ISAC (Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima), DTA (Dipartimento Terra e Ambiente) e URT EvK2 e di diversi enti e agenzie di ricerca italiane, ha deciso di adottare come piattaforma di pubblicazione web ShareGeonetwork, sviluppando nuovi database e servizi dedicati. Un numero notevole di iniziative e progetti di ricerca nazionali (CNR), Europei (Programmi Quadro di Ricerca dell'Unione Europea) e internazionali (UNEP, WMO, WHO), ha portato alla creazione di basi di dati e archivi di rilevanza ambientale e climatica di dimensioni e caratteristiche molto diverse: dai piccoli archivi di informazioni raccolte durante singole campagne di misura per lo studio di processi specifici, alle grandi basi di dati generate da sistemi osservativi satellitari, incluse le reti di misura globali e le simulazioni numeriche della variabilità climatica. La maggior parte delle misure in situ oggi disponibili riguardano principalmente zone di facile accesso, mentre i dati in situ provenienti da vaste zone remote e di difficile accesso (regioni di alta quota e molte aree in mare aperto) sono scarsi o inesistenti. L'accesso a informazioni quantitative riguardanti vaste e remote regioni del Pianeta è dunque cruciale per ottenere un quadro statisticamente completo della situazione climatica e ambientale, sia per l'inizializzazione dei modelli climatico/meteorologici che per la validazione al suolo di dati satellitari o degli stessi modelli. (Risoluzione dell'Assemblea Generale dell'ONU nella 78° sessione plenaria riguardante lo Sviluppo Sostenibile in Montagna -UN, A/Res/62/196, 2008).

Il progetto NextData in quest'ottica si propone di fornire un supporto nella disseminazione di reti di misura in situ in aree remote montane e marine, sviluppando la tecnologia necessaria ad affrontare tutto l'arco di vita dei dati, dalla produzione alla validazione attraverso la selezione, gestione e analisi, all'archiviazione permanente dei dati fino alla fruibilità scientifica e applicativa da parte degli utenti mediante la piattaforma web ShareGeonetwork (Melis et al., 2010, 2011). Questa azione riguarda in particolare la creazione dei due nuovi archivi climatici dedicati alla raccolta dei dati provenienti da:

- carote di ghiaccio (non polari) e sedimentarie provenienti da ghiacciai montani;
- carote dei sedimenti marini dell'area mediterranea.

Poiché il sistema ShareGeonetwork si interfaccia con un database dedicato ai dati delle stazioni di alta quota, si è valutata la possibilità di utilizzare lo stesso database con una personalizzazione mirata ad accogliere dati di natura diversa. Pertanto la realizzazione di tali archivi è partita dalla modifica dei sorgenti del database *open-source* WDB (*Weather and Water Database*).

Questo articolo è diviso in quattro sezioni: nella prima sono illustrati i principali archivi paleo-climatologici presenti on-line, la seconda parte prevede una piccola introduzione al database idro-meteorologico WDB e le principali modifiche e adattamenti apportati allo stesso per lo sviluppo del WDBPALEO, la terza parte riguarda la presentazione del web-service per la condivisione di dati SHAREGeonetwork. Infine nelle conclusioni si illustrano le criticità del database WDBPALEO ed eventuali sviluppi e miglioramenti del sistema.

### **Database paleo-climatici esistenti**

Il database paleo-climatico che si sta realizzando nell'ambito di NextData intende raccogliere i dati delle carote marine e glaciali non polari acquisiti dai partner di questa azione di progetto, rispettivamente IAMC-CNR, Istituto per l'ambiente marino e costiero e l'Università di Milano Bicocca (Università di Milano Bicocca – Laboratorio di Geomatica Ambientale). L'obiettivo è



WDB è stato progettato per avere le seguenti caratteristiche:

- robustezza: per gestire grossi volumi di dati;
- flessibilità: possibilità di gestire nuovi tipi di dati e variabili;
- gestione della qualità e della consistenza dei dati;
- semplicità nell'uso, nell'operatività e nell'aggiornamento.

I programmi di caricamento sono stati sviluppati per inserire diversi tipi di dato e forniscono una connessione diretta al sistema WDB; consentono, inoltre di gestire il caricamento di notevoli quantità di dati attraverso il loro utilizzo in programmi *batch*.

Il cuore del *database* WDB è costituito da un insieme di 36 funzioni SQL, attraverso le quali è possibile settare l'intero schema del *database* (*schemaDefinition.sql*) e gestire le sue funzionalità (*administration, geometry (grid, point), parameters, etc.*).

La funzione *schemaDefinition.sql* inizializza i seguenti schemi:

- `__WDB_SCHEMA__` (`wdb_int`) è lo schema principale del sistema WDB e contiene le tabelle dei dati, le funzioni e le viste;
- `__WCI_SCHEMA__` (`wci_int`) è lo schema che contiene le funzioni interne e le tabelle utilizzate dall'interfaccia dei comandi (WCI);
- *wci* è lo schema che contiene le funzioni esterne dell'interfaccia dei comandi (WCI);
- *test* è lo schema che contiene viste, funzioni e tabelle specifiche della fase di *testing* di WDB.

WCI è la API (*Application Program Interface*) per il recupero dei dati da WDB, consente l'estrazione di interi campi (*fields*) o punti (*time-series*) dal *database* utilizzando funzioni scritte principalmente in SQL, totalmente compatibili con C++, ma utilizzabili allo stesso modo in C, Java, Perl, Python (anche se queste ultime non sono state completamente testate). La WCI costituisce un'utile strategia di programmazione per il recupero dei dati da WDB in quanto evita di conoscere a priori il modello dei dati sottostante (tabelle/viste) da parte dell'utente. Inoltre, evita l'utilizzo delle librerie di file (*library files*); tutto ciò ad esempio evita che il cambiamento di una libreria usata da un'applicazione preveda la ricompilazione dell'applicazione stessa, oppure che cambiando il sistema operativo sia necessario cambiare la libreria (ogni sistema operativo infatti ha le proprie librerie). WCI in teoria è progettato per la esportabilità verso altri sistemi operativi. Da notare che WDB è installabile solo su sistema operativo Linux (testata sia su distribuzioni Debian (usato per lo sviluppo) che su Ubuntu).

Le funzioni principali di WCI *functions* sono:

- *wci.begin*
- *wci.end*
- *wci.read*
- *wci.write*
- *wci.browse*
- *wci.info*

Queste poche funzioni permettono di caricare o recuperare dati da WDB, in funzione dei privilegi dell'utente.

### **Implementazione di WDBPALEO**

La necessità di caricare dati di tipo paleo-climatologici appartenenti al progetto NextData ha richiesto la modifica di alcuni file sorgente di WDB. Queste modifiche hanno portato allo sviluppo del *database* WDBPALEO, che a tutti gli effetti costituirà lo strumento software attraverso il quale verranno immagazzinati i dati provenienti da carote non polari e da carote marine. Il *database* WDBPALEO è ora in fase di *testing* utilizzando una serie di dati acquisiti dai ghiacciai alpini (Università di Milano Bicocca – Laboratorio di Geomatica Ambientale) e dagli archivi del NOAA, del NICL e dell'EuroCold (European Cold Laboratory Facilities). Inoltre si sta procedendo alla inizializzazione di WDBPALEO per l'inserimento dei dati di sedimenti provenienti dalle carote marine.

La struttura di WDBPALEO comprende due *database* separati per la gestione di dati paleo-climatici provenienti da carote marine (SEACORE DATABASE-SDB) e da carote glaciali (ICECORE DATABASE-IDB) (Figura 2).



Figura 2. Struttura WDBPALEO.

In realtà si tratta dello stesso *database*, ma IDB e SDB vengono inizializzati in maniera differente. La flessibilità di WDB consente di acquisire dati diversi personalizzando i campi descrittivi. È stato possibile infatti, aggiungere nuovi campi o tabelle al progetto originale di WDB, a seconda delle esigenze che volta per volta si sono presentate in questo lavoro.

La modifica fondamentale eseguita su WDB è stata la variazione del tipo di dato associato alle funzioni SQL che sfruttano il tipo *timestamp*. PostgreSQL fornisce come tipo di dato “*time*” per la gestione delle date i seguenti tipi di dato (Figura 3):

| Name                                      | Storage Size | Description                        | Low Value        | High Value      | Resolution                |
|---|--------------|------------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------|
| timestamp [ ( p ) ] [ without time zone ] | 8 bytes      | both date and time (no time zone)  | 4713 BC          | 294276 AD       | 1 microsecond / 14 digits |
| timestamp [ ( p ) ] with time zone        | 8 bytes      | both date and time, with time zone | 4713 BC          | 294276 AD       | 1 microsecond / 14 digits |
| date                                      | 4 bytes      | date (no time of day)              | 4713 BC          | 5874897 AD      | 1 day                     |
| time [ ( p ) ] [ without time zone ]      | 8 bytes      | time of day (no date)              | 00:00:00         | 24:00:00        | 1 microsecond / 14 digits |
| time [ ( p ) ] with time zone             | 12 bytes     | times of day only, with time zone  | 00:00:00+1459    | 24:00:00-1459   | 1 microsecond / 14 digits |
| interval [ fields ] [ ( p ) ]             | 12 bytes     | time interval                      | -178000000 years | 178000000 years | 1 microsecond / 14 digits |

Figura 3. Tipi di dato “*time*” forniti da PostgreSQL.

Tutte le funzioni che avevano variabili o parametri dichiarati come tipo *timestamp without time zone* sono stati trasformati in tipo *real*. Questa modifica permetterà di estendere l'intervallo temporale per la registrazione dei dati nel database senza limiti per l'inserimento delle datazioni stratigrafiche. Questa modifica non ha inficiato la funzionalità di WDB, ma ne costituisce una estensione. Ulteriori modifiche sono previste per i programmi di caricamento dati, anche se per il momento vengono utilizzati degli appositi *script* di *shell* dedicate all'inserimento di grosse moli di informazioni.

Di seguito si illustrato come è stata sviluppata la funzionalità della variazione del tipo di dato *timestamp* associata alla funzione *write* di WDB.

*wci.write* è la funzione utilizzata (WCI) per scrivere i dati nel *database*:

```

wci.write
(
  value      gid,
  placename text,
  referencetime timestamp without time zone,
  validtimefrom timestamp without time zone,
  validtimeto timestamp without time zone
  valueparameter text,
  levelparameter text,
  levelFrom float,
  levelTo float
)
  
```

| Parameter             | Description   |
|-----------------------|---|
| <i>value</i>          | The OID value to be retrieved   |
| <i>placename</i>      | A text string identifying the geographical location that the data is being inserted for |
| <i>referenceTime</i>  | When the MHO data was created   |
| <i>validtimefrom</i>  | What time is the MHO data valid for; starting time                                      |
| <i>validtimeto</i>    | What time is the MHO data valid for; ending time  |
| <i>valueparameter</i> | What MHO-parameters the user is interested in retrieving                                |
| <i>levelparameter</i> | The parameter that describes the level designation                                      |
| <i>levelFrom</i>      | What level (altitude/depth) the data is located at; starting point                      |
| <i>levelTo</i>        | What level (altitude/depth) the data is located at; ending point                        |

Figura 4. Descrizione dei parametri della funzione *wci.write*.

Il tipo di dato associato al *referenceTime* e ai *validTimeFrom* e *validTimeTo* è stato modificato per registrare i dati che possono estendersi (nel passato) molto oltre i limiti temporali imposti da PostgreSQL. La funzione *wci.write* è stata dunque riscritta e sostituita da *wci.writepaleo*:

```
wci.writepaleo
(
    value_double precision,
    dataprovidername_text,
    icecorename_text,
    referencetime_real,
    validfrom_real,
    validto_real,
    valueparametername_text,
    levelparametername_text,
    levelfrom_real,
    levelto_real,
    dataversion_integer,
    setconfidencecode_integer
)
```

### 3.2 IDB

IDB, come detto sopra, rappresenta la personalizzazione di WDB per i dati delle carote glaciali. In particolare per meglio adattare WDB ai dati di carote di ghiaccio sono state apportate le seguenti modifiche:

- il nome delle tabelle in cui viene stoccata l'informazione geografica puntuale è stato modificato da "place" ad "icecore";
- all'interno della tabella "icecorename" è stato aggiunto il campo "icecorenamedrilling" che corrisponde al nome del sito in cui è stata estratta la carota, in modo tale da migliorare sia l'informazione archiviata che la ricerca stessa;
- a fronte di questa modifica è stato introdotto nella funzione "wci.addicecorepoint" il parametro "icecoredrilling" per correttamente popolare le tabelle relative agli icecore;
- è stata modificata la chiave primaria della tabella "floatvalueitem" aggiungendo il campo "value" come nuovo *constraints* che si aggiunge a quelli già presenti. In questo modo è stato reso meno restrittivo l'inserimento dei dati paleo-climatici delle carote, non sempre caratterizzati da una univoca informazione temporale;
- è stata inserita una funzione (*wci.writepaleo*) per il caricamento dei dati basandosi su quella già esistente in WDB.

Ad oggi IDB contiene i dati di 178 carote provenienti da 13 provider e per i 289.440 record registrati sono stati inseriti 80 nuovi parametri di misura.

Di seguito vengono presentati degli esempi di *query* utilizzando alcuni comandi di WCI per estrarre informazioni da IDB.

Esempio di *query* per estrarre l'elenco dei *data Provider* inseriti:

```
select wci.begin('wdbpaleo',1111,1111,1111);
select wci.getdataproducer(NULL);
```

| DataProviderId | DataProviderType | SpatialDomainDelivery | DataproducerName | DataProviderComment                                    |
|----------------|------------------|-----------------------|------------------|--|
| 1              | wci user         | any                   | wcitestwriter    | "WCI User"   |
| 2              | person           | point                 | eichler a.       | "Principal investigator of BI 2001 1"                  |
| 3              | person           | point                 | yalcin k.        | "Principal investigator of Eclipse Icefield IceCore 1" |
| 4              | person           | point                 | ming j.          | "Principal investigator of ERIC 2002C"                 |
| 5              | person           | point                 | thompson l.g.    | "Principal investigator of Dasuopo C1-C2-C3"           |

Figura 5. Estratto del risultato della query sui data provider.

Esempio di *query* per estrarre l'elenco dei nuovi parametri chimico/fisici inseriti caratterizzanti le caratteristiche delle carote glaciali (6 su 300 nuovi parametri):

```
select * from wci.getparameter(NULL);
```

| ParameterId | UnitName   | ParameterNameSpaceId | ParameterName                               |
|-------------|--|----------------------|---|
| 1           | "error (deg C) (including SE of d18O and calibration)" | 1111                 | "1sigma"                                    |
| 2           | "m.w.eq."  | 1111                 | "acc (std dev) avg of p= 1.5 & 2.0"         |
| 3           | "m"  | 1111                 | "accumulation (m.w.eq.) 5 years average"    |
| 4           | ""   | 1111                 | "accumulation (m)"                          |
| 5           | "cm/yr ice eq."  | 1111                 | "accumulation rate (cm/yr) 5 years average" |
| 6           | "cm/yr ice eq."  | 1111                 | "accumulation rate (cm/yr)"                 |

Figura 6. Risultato della query di estrazione di 6 parametri chimico/fisici.

SDB è in fase di sviluppo e in particolare si stanno configurando i nuovi campi sui parametri dei dati provenienti dalle carote marine. È necessario modificare alcune tabelle e impostare nuove viste in base alle necessità dei ricercatori.

### Condivisione dati con ShareGeonetwork

Il portale ShareGeonetwork si prefigge l'obiettivo di costituire un nuovo data-center per la condivisione di dati e metadati ambientali di natura diversa (Melis et al., 2010, Dessì et al., 2012).

La sovrastruttura informatica del progetto è rappresentata dal catalogo di metadati realizzato tramite la piattaforma Geonetwork Opensource nel formato standard per i dati geografici ISO19115. L'uso dello standard consente la massima interoperabilità del catalogo oltre a facilitare l'indicizzazione (e conseguentemente le possibilità di effettuare ricerche) delle informazioni disponibili. Il processo di metadatozione delle risorse riveste quindi una particolare importanza in quanto l'informazione di tipo "metadato" viene legata all'informazione di tipo "dato" cui si riferisce. La catalogazione di queste informazioni attraverso ShareGeonetwork e la successiva pubblicazione on line dell'abbinamento "metadato-dato" attraverso un portale dedicato realizza una modalità di condivisione delle informazioni web-based che prevede anche una gerarchizzazione di utenti con possibilità e privilegi differenziati in funzione del grado di riservatezza dei dati stessi. La banca dati *PostgreSQL* è stata dotata dell'estensione *PostGIS* per gestire dati cartografici vettoriali e raster georiferiti. Nella fattispecie tali informazioni possono rappresentare per esempio il posizionamento di campionamenti, così come mappe di base, cartografie tematiche. Oltre alla visualizzazione via *web*, i dati possono essere visualizzati in un qualsiasi client GIS attraverso un servizio WMS (*Web Map Service*) dedicato, così come possono essere visualizzati all'interno del software Google Earth tramite un servizio in grado di generare file .kmz dei dati caricati sui server del Comitato Ev-K2-CNR.

### Conclusioni

Il database WDBPALEO si sviluppa partendo dal database WDB modificando e riconfigurando il modello dei dati predefinito per i dati Meteorologici/Idrologici/Oceanografici nella ridefinizione del dato temporale: *referenceTime* e *validTime* e nell'inserimento di nuovi parametri chimico-fisici misurati. In particolare i dati temporali sono stati adattati alle esigenze di datazione dei campioni provenienti da sedimenti marini o glaciali, completamente diverse dalla definizione tipica di *referenceTime* e *validTime* associata al dato proveniente da una osservazione. Attualmente a WDBPALEO non è associata nessuna azione di sviluppo in termini di versione, ovvero si prevede il suo aggiornamento a partire da ulteriori sviluppi di WDB. Pertanto sarebbe auspicabile in futuro uno sviluppo a se stante di WDBPALEO legato alle esigenze di stoccaggio di dati provenienti da

sedimenti marini o glaciali, o anche magari al caricamento di campi di dati (*fields data*) provenienti da modelli paleo-climatologici. Invece s'è prevista la modifica dei sorgenti di alcuni programmi di caricamento dati (come ad esempio *wdb-fastload* per il caricamento di dati puntuali) perché possano essere associati alle modifiche di WDBPALEO.

Il nuovo portale Share Geonetwork conterrà la sezione dedicata alla ricerca dei dati che popolano WDBPALEO attraverso un'interfaccia web dedicata e un sistema di interrogazioni che permetta di estrarre le informazioni di tipo paleoclimatico di particolare interesse per il progetto.

### **Ringraziamenti**

Questo studio è stato sviluppato nell'ambito dei progetti SHARE e Next Data finanziati dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca.

### **Riferimenti bibliografici**

BAS - [http://www.antarctica.ac.uk/bas\\_research/data/index.php](http://www.antarctica.ac.uk/bas_research/data/index.php)

BOSCORF - <http://www.boscorf.org/>

Dessi F., Melis M.T., Busilacchio M. (2012) *The SHARE GeoNetwork Portal: Metadata Sharing for High Altitude Scientists*. NAST (Nepal Academy of Science and Technology), The Sixth National Conference on Science and Technology, Kathmandu, Sept 25 - 27, 2012

GeoNetwork Opensource Home page - <http://geonetwork-opensource.org/>

GeoNetwork "how to" guides - <http://trac.osgeo.org/geonetwork/wiki/ListOfHowTos>

GeoServer User Manual - <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/>

Melis M.T., Dessì F., Bonasoni P. (2010) *SHARE Information System: un database geografico condiviso per il monitoraggio degli ambienti di alta quota*. 14a Conferenza Nazionale ASITA, Brescia, Italy, 9-12 November, 2010.

Mailing list/Forum of GeoNetwork users - <http://osgeo-org.1803224.n2.nabble.com/GeoNetwork-users-f2013074.html>

Melis M.T., Dessì F., Busilacchio M., Di Carlo P., Vuillermoz E., Bonasoni P. (2011). *Il portale GeoNetwork di SHARE. Un catalogo condiviso di metadati a servizio delle ricerche in alta montagna*. Rivista GEOmedia n°3 – 2011; ISSN 1128-8132

NERC - <http://www.nerc.ac.uk/research/sites/data/>

NICL - <http://www.icecores.org/icecores/drilling.shtml>

NOAA - <http://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data>

Open Geospatial Consortium OGC® Standards and Specifications - <http://www.opengeospatial.org/standards>

PostGIS 1.5.2 Manual - <http://postgis.refrains.net/documentation/manual-1.5/>

POSTGRESQL - <http://www.postgresql.org/docs/9.1/static/datatype-datetime.html>

WCI - [https://wdb.wiki.met.no/doku.php?id=manuals:wdb\\_call\\_interface#wciwrite](https://wdb.wiki.met.no/doku.php?id=manuals:wdb_call_interface#wciwrite)

WDB - <https://github.com/wdb>