

Archivio Territoriale Strutturato (ARTES) per la gestione e il monitoraggio degli interventi del Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno

Laura Nesterini¹, Francesco Piragino¹, Stefano Romanelli², Neri Tarchiani¹

¹ Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno, <u>n.tarchiani@cbmv.it</u>

² Consorzio LaMMA, <u>romanelli@lamma.toscana.it</u>

Abstract: Viene presentata l'infrastruttura dei dati del Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno, basata su architettura three-tiers e realizzata con software Open Source, che facilita la programmazione, gestione e monitoraggio dei lavori. Viene specificato come la gestione dei permessi (gruppi o singoli utenti) consenta un accesso differenziato ai dati e viene evidenziato come la proiezione delle geometrie dei lavori sul reticolo, permetta l'interoperabilità tra il database consortile e quello regionale.

Parole chiave: Infrastruttura dati, Open Source, Lizmap WebGis.

1. Introduzione

Il Consorzio di Bonifica 3 Medio Valdarno (CB3MV) [1] ente pubblico economico a base associativa, è disciplinato dalla L.R. Toscana n. 79/2012 [2] (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica) e dallo Statuto consortile [3] che detta le disposizioni per il suo funzionamento in conformità alle disposizioni della medesima legge. Il comprensorio del consorzio ha una superficie totale di circa 3.550 km² con circa 5.600 km di corsi d'acqua gestione ricadenti in 62 comuni appartenenti alla Citta Metropolitana di Firenze e alle Provincie di Prato, Pistoia, Siena. Arezzo e Pisa. Le Funzioni del Consorzio di Bonifica (art. 23, L.R. Toscana n. 79/2012 e s.m.i) sono molteplici, ma ai fini del presente articolo interessano le seguenti:

manutenzione ordinaria e gestione del reticolo di gestione, delle opere di bonifica e delle opere idrauliche di terza, quarta e quinta categoria;



Fig. 1: Carta amministrativa CB3MV

∞ pronto intervento, esercizio e vigilanza sulle opere di bonifica.

La programmazione pluriennale della manutenzione ordinaria dell'ente si basa sul Piano di Classifica (PdC) [4] che suddivide il reticolo idrografico in gestione in base alla periodicità e alla tipologia dell'intervento:

- Sfalci con numero di passaggi da 1 a 4 volte all'anno;
- ∞ **Diradamenti selettivi** con periodicità "2-5 anni", "5-10 anni" e "10-20 anni";
- ∞ Manutenzione incidentale su tutto il reticolo, intesa come l'insieme di interventi volti al ripristino e alla sistemazione delle opere e del reticolo a fronte del verificarsi di eventi dannosi di tipo imprevisto ed imprevedibile (cosiddetta "riparazione a guasto").

Dal PdC discende la pianificazione annuale denominata Piano Attività di Bonifica (PAB) [5], dove ogni anno vengono pianificati (numero di passaggi da eseguire) e localizzati sul reticolo regionale gli sfalci e i diradamenti selettivi.

Nello stesso PAB vengono inoltre stabilite le risorse finanziarie necessarie per tutti gli altri interventi di tipo imprevisto ed imprevedibile denominati "incidentali", dei quali è impossibile, per loro natura, individuarne a priori la localizzazione geografica.

Il CB3MV è un ente tecnico-operativo strutturato per progettare ed eseguire lavori internamente (Amministrazione Diretta) e mediante appalti, ed è finanziato dal contributo di bonifica e da risorse pubbliche.

L'ente è strutturato in più aree e più settori suddivisi per tipologia di lavoro; per esempio l'AREA MANUTENZIONE è suddivisa in:

- S-MAPR: Settore Manutenzione Programmata;
- ∞ S-MADI: Settore Manutenzione in Amministrazione Diretta;
- ∞ S-MAIN: Settore Manutenzione Incidentale;
- S-FOR: Settore Forestale.

Pertanto diversi settori potrebbero trovarsi ad eseguire contemporaneamente differenti interventi nel solito tratto di un corso d'acqua.

Al fine di poter programmare, gestire e monitorare i lavori in maniera efficace ed efficiente, l'ente ha ritenuto necessario dotarsi di una infrastruttura di dati spaziali condivisa tra i diversi settori consortili, la quale consenta inoltre di:

- pubblicare esternamente, tramite un portale WebGis, l'avanzamento dei lavori previsti nel PAB, permettendo alla cittadinanza e agli amministratori di visualizzarne l'andamento;
- 2) trasmettere, attraverso una procedura automatica con cadenza decadale, i dati aggiornati dei lavori ordinari e incidentali, ad un database centralizzato presso la Regione Toscana, alimentato anche dagli altri cinque Consorzi di Bonifica e resi visibili mediante un WebGis con accesso limitato ai soli tecnici regionali incaricati di effettuare controlli a campione sui lavori programmati.

2. Infrastruttura dei dati spaziali

L'infrastruttura dei dati spaziali è basata su un modello *three-tiers* [6] realizzata interamente con software Open Source; per far ciò nella rete del CB3MV è stata inserita una macchina virtuale con sistema operativo Debian GNU [7]. Nel livello più basso (*Data access layer*) della struttura a tre livelli i dati vettoriali ed alfanumerici sono



organizzati in un database PostgreSQL [8] dotato di estensione spaziale Postgis [9]. L'accesso diretto ai dati (tramite QGIS [10], psql [8] o pg_admin [11]) è riservato agli amministratori del database.

La modalità standard di inserimento e modifica dati per gli utenti finali (Presentation layer) avviene attraverso una interfaccia WebGis sviluppata con software Lizmap [12] o attraverso i servizi WMS [13] e WFS [14] accessibili in QGIS (Presentation layer). Il livello che permette di trasformare le richieste dell'utente in un linguaggio comprensibile al database e viceversa (Application layer) utilizza QGIS Server [10] che fornisce un'implementazione dei servizi basati sugli standard pubblicati dall'Open Geospatial Consortium (OGC) [15] (Figura 2).

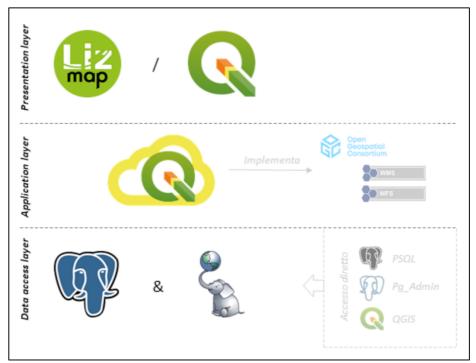


Fig. 2. Nella figura è schematizzata la struttura a tre livelli. L'utente finale, attraverso il WebGis realizzato con Lizmap, o attraverso i servizi WMS e WFS accessibili in QGIS (*Presentation layer*), effettua una richiesta (es. interrogazione di un punto della mappa) che QGIS Server (*Application layer*) traduce a PostgreSQL/Postgis (*Data access layer*) e restituisce la risposta all'utente in forma di mappa o di record di tabella.

La scelta di tali software è dovuta alla semplicità di utilizzo e di pubblicazione dei dati; una volta configurata l'infrastruttura è infatti sufficiente creare un progetto con QGIS Desktop che attinga i dati dal database centralizzato e configurare Lizmap attraverso uno specifico plugin di QGIS. Le scale di visualizzazione, i layer di base, gli utenti o gruppi di utenti che possono interagire con i dati vengono definiti attraverso il sopracitato plugin, tutto il resto viene gestito a livello di QGIS Desktop (es. legende, ordine di visualizzazione dei layer, campi da visualizzare/nascondere ecc.).

Successivamente, tramite protocollo sftp, il progetto di QGIS e il file di configurazione di Lizmap vengono trasferiti in apposite cartelle sul server, con conseguente ed automatica pubblicazione sul WebGis Lizmap.

QGIS Desktop e QGIS Server condividono le stesse librerie, questo permette una perfetta corrispondenza tra quanto realizzato con QGIS Desktop e quanto visualizzato in Lizmap (Figura 3).

Le regole e i controlli di inserimento dati, le procedure di elaborazione, i controlli sugli utenti, sui gruppi e sui loro rispettivi permessi, le procedure di allineamento dei dati nel database regionale ecc. sono realizzate a livello di CHECK, CONSTRAINT, TRIGGER e FUNZIONI in PostgreSQL.

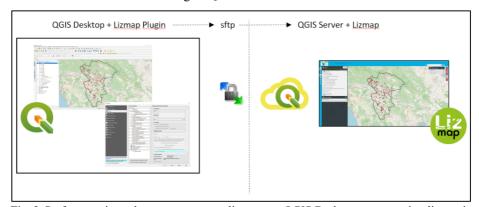


Fig. 3. Perfetta corrispondenza tra quanto realizzato con QGIS Desktop e quanto visualizzato in Lizmap WebGis

3. Metodologia

Il presente articolo descrive il sistema di gestione e monitoraggio dei lavori sia programmati (sfalci e diradamenti selettivi) che incidentali (tipo imprevisto ed imprevedibile).

La gestione degli interventi programmati avviene tramite progetto Lizmap denominato "GAO", acronimo di "Gestione Attività Operativa", nel quale è individuata la reale localizzazione dell'intervento (es. argine destro, argine sinistro ecc.).

Gli interventi incidentali invece possono essere gestiti attraverso un progetto Lizmap denominato "Segnalazioni" o attraverso progetti QGIS accessibili ai soli utenti abilitati. I lavori devono inoltre essere trasferiti sui database della Regione Toscana mediante l'inserimento dell'informazione geolocalizzata e alfanumerica, seguendo standard predefiniti.

3.1. Sfalci e diradamenti selettivi

La catena di lavoro che porta alla pubblicazione del progetto degli interventi programmati riguardanti gli sfalci è piuttosto complessa. Infatti la Regione Toscana, per l'approvazione del PAB consortile, vuole che tutti i lavori siano proiettati sul reticolo idrografico, mentre il consorzio, a livello cartografico, riporta i propri lavori dove vengono realmente eseguiti (esempio argine, sponda ecc. che per semplicità

vengono da qui in avanti definiti come "**opera**"). Si rende pertanto necessario proiettare le opere sul reticolo idrografico; questo è possibile grazie ad una tabella link, che permette di creare una relazione tra un'opera e uno o più tratti (o parti di tratti) del reticolo. La sopra citata tabella è composta dall'identificativo univoco dell'opera, dall'identificativo univoco del tratto di reticolo e da due campi con valori "*float*" tra 0 e 1, che indicano la percentuale "da/a" del tratto di reticolo corrispondente. Ulteriore fonte di complicazione è data dal fatto che annualmente il reticolo idrografico viene aggiornato dai tecnici regionali, rendendo quindi necessario individuare le eventuali modifiche e variare di conseguenza la relativa tabella link (Figura 4).

La procedura di proiezione è anche di fondamentale importanza per l'allineamento dei dati con il database regionale.

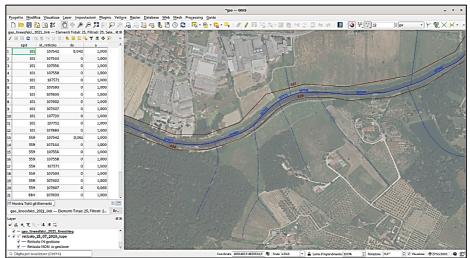


Fig. 4. Esempio di proiezione sul reticolo di un argine lavorato. Nell'immagine, in marrone tre argini con identificativi univoci "*sgid*" uguali a 101, 559 e 884 e in blu il reticolo idrografico con i vari identificativi dei diversi tratti. Nella parte sinistra dell'immagine la tabella che lega il "lavorato" con il reticolo e la percentuale del tratto interessato dalla proiezione. Nel caso specifico l'argine con "*sgid*" = 101 sarà legato agli stessi tratti del reticolo degli argini con "*sgid*" 559 e 884, mentre i tratti con "*sgid*" 559 e 884 sono separati (anche se contigue geometricamente) per le diverse modalità di sfalcio applicata.

La fase di allineamento tra il PAB, ovvero tra i tratti del reticolo idrografico, e ciò che è effettivamente lavorato dal Consorzio, viene denominata "Programmazione Attività Operativa" (PAO) e termina con un ulteriore controllo dei capi settore incaricati, che grazie all'aiuto dei tecnici del settore PROGR (Programmazione) gestori dell'archivio territoriale, raggruppano più tratti lavorati in funzione della tipologia di lavoro, della vicinanza, ecc. facilitando così l'immissione delle date di inizio e fine lavori.

Per quanto riguarda i diradamenti selettivi il PAO è di più facile realizzazione, in quanto il consorzio ritiene opportuno posizionare tali interventi direttamente sul reticolo idrografico, poiché fino a quando il tecnico incaricato non esegue il sopralluogo, non è possibile individuarne la precisa localizzazione. Viene comunque



realizzata la tabella link tra i diradamenti e i tratti del reticolo, poiché risulta necessaria per l'allineamento con il database regionale.

Una volta effettuati gli ultimi accertamenti il PAO diventa operativo e assume il nome di GAO. Il progetto QGIS viene quindi trasferito sul server e pubblicato su Lizmap, reso accessibile solo dalla rete interna del Consorzio (Figura 5).

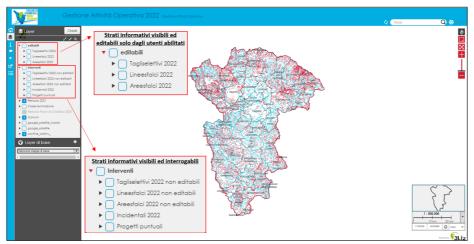


Fig. 5. Schermata principale del progetto GAO 2022 in Lizmap

I soli campi che possono essere modificati dai tecnici consortili sono le date di inizio e fine lavori, controllate a livello di CHECK in PostgreSQL (esempio la data di inizio lavori non può essere posteriore alla data di fine lavori, non è possibile immettere una data di inizio lavori di uno sfalcio successivo se prima non è stata inserita la data di fine lavori dello sfalcio precedente ecc.).

Per ogni settore coinvolto nella gestione dei lavori, sono stati creati uno o più gruppi di utenti, ciascuno con la possibilità di modificare le sole righe di propria competenza, mentre è data la possibilità di visualizzare ed interrogare i dati a tutto il personale del consorzio.

3.2. Incidentali

I lavori incidentali, per loro natura sono inseriti al momento della segnalazione e rappresentati spazialmente da punti, e sono caratterizzati da vari livelli di complessità (rimozione di alberi caduti, riparazione di argini, ripresa di scoscendimenti ecc.). La loro risoluzione interessa, spesso, più settori consortili. Questa complessità si riscontra anche nella gestione a livello di database, dove è stato necessario realizzare una serie di procedure TRIGGER che consentono di riorganizzare i permessi di scrittura della scheda in funzione del settore che al momento la sta gestendo.

Per questo motivo solo il capo settore può:

Aprire una nuova segnalazione, localizzando il punto di intervento (la cui posizione potrà essere modificata anche dopo aver salvato la scheda) e compilando alcuni campi obbligatori, quali data di registrazione, stato della segnalazione, che per quelle nuove è di default "Aperta" e tipologia codificata del problema.

- ∞ Cambiare tecnico di riferimento assegnando la segnalazione ad un tecnico del proprio settore, a se stesso oppure ad un altro caposettore, perdendo in questo ultimo caso i privilegi di scrittura;
- ∞ Chiudere la segnalazione inserendo la data di chiusura.

Da notare che le stesse procedure non permettono a nessun utente di cancellare una segnalazione o di riaprirla una volta chiusa. Quest'ultime operazioni possono essere eseguite solo dagli amministratori del sistema. A differenza del progetto sugli sfalci e diradamenti selettivi, il progetto "Segnalazioni" prevede l'accesso, l'immissione e modifica dei dati sia attraverso Lizmap che da progetti di QGIS dove l'accesso al database è univoco per ciascun utente.

L'utente accreditato in Lizmap o dotato del proprio progetto QGIS, dopo aver eseguito l'accesso inserendo le proprie credenziali, può editare solo ed esclusivamente le segnalazioni a lui assegnate dal proprio capo settore.

Al fine di facilitare la compilazione della scheda associata ad ogni segnalazione, sono state create delle maschere sia nel progetto Lizmap che nei singoli progetti QGIS personalizzati per ogni utente accreditato.

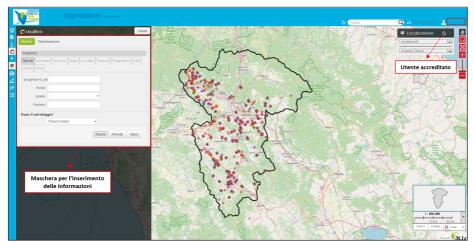


Fig. 6. Maschera per l'inserimento delle informazioni in Lizmap

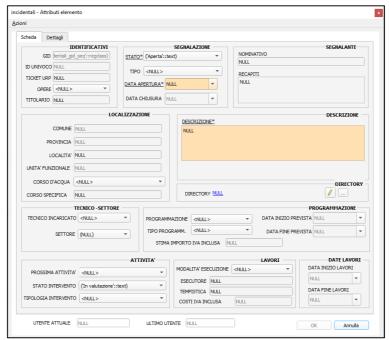


Fig. 7: Maschera per l'inserimento delle informazioni in QGIS

Un sistema asincrono di LISTEN/NOTIFY permette l'invio di email ai diversi soggetti interessati ogni volta che si verifica un cambiamento del settore o del tecnico incaricato.

Anche per i lavori incidentali i dati sono inseriti e allineati nel database regionale con cadenza decadale.

3.3. Allineamento al database regionale dei lavori del consorzio

La Regione Toscana richiede l'aggiornamento dei dati relativi agli sfalci, ai diradamenti selettivi e ai lavori incidentali presso il proprio database. A tal fine fornisce annualmente a ciascun consorzio di bonifica i progetti realizzati in QGIS per l'immissione dei dati che deve essere effettuata su base decadale. Tali progetti contengono layer pubblicati come servizi WFS relativi al reticolo idrografico insistente su ciascun comprensorio consortile e ai lavori previsti nei PAB. Per quanto riguarda gli sfalci e i diradamenti selettivi, l'operatore del consorzio deve inserire sia la parte geometrica ricalcando il reticolo con lo strumento "inseguitore di linea" o selezionando una serie di tratti del reticolo, copiandoli e incollandoli nell'apposita tabella dei lavori, sia come data di inizio e fine lavori. Complesse funzioni sviluppate ad hoc in SQL permettono di controllare che i dati geometrici inseriti siano sovrapposti esattamente al reticolo e prima di inserirli nell'archivio li spezza su ciascun tratto del reticolo.

Al fine di non duplicare il lavoro degli operatori dei consorzi, la Regione si è resa disponibile ad adottare soluzioni alternative nel caso in cui il consorzio avesse già un data base finalizzato al monitoraggio. Per questo motivo il CB3MV ha sviluppato una procedura automatica di immissione e allineamento dei dati che utilizza i Foreign Data Wrapper (FDW) [16], standard SQL per la gestione, all'interno di un database, di

oggetti residenti in database remoti. Attraverso i FDW la tabella dei lavori lineari presente nel database regionale e relativa al CB3MV, è stata collegata come FOREIGN TABLE nel database consortile. Sfruttando la proposizione RETURNING nella dichiarazione di INSERT INTO nella FOREIGN TABLE si ottiene l'identificativo univoco assegnato automaticamente a ciascun nuovo record della tabella del database regionale che non sarebbe altrimenti possibile conoscere. È ora realizzabile una tabella contenente i campi che permettono di mantenere l'allineamento tra i due database, ovvero: l'identificativo del database regionale, l'identificativo dell'opera lavorata, l'identificativo del tratto del reticolo (grazie alla tabella link precedentemente descritta) e le date di intervento. Una funzione SQL controlla che nell'archivio consortile non siano cambiati o eliminati, nel periodo intercorso tra due decadi, i dati presenti nella tabella di allineamento ed esegue eventualmente le necessarie modifiche sia alla tabella esterna che a quella di allineamento stessa (ad esempio un operatore potrebbe essersi accorto di avere inserito una data sbagliata, oppure di aver per errore inserito delle date in un tratto in realtà non lavorato). Infine la procedura si occupa di inserire i nuovi dati, anche in questo caso sia nella tabella esterna che in quella di allineamento. La funzione viene richiamata da uno script Python e schedulato a livello decadale che si occupa anche di inviare una email di riepilogo delle modifiche effettuate ai tecnici del settore PROGR.

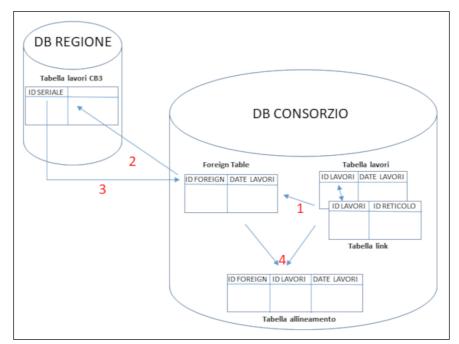


Fig. 8. Schema dell'allineamento dei due archivi per inserimento nuovi dati. I lavori prodotti dal consorzio (tabelle dei lavori legata alla tabella di proiezione dei lavori sul reticolo) vengono inseriti nella tabella esterna (1) che restituisce l'identificativo univoco per quel record ottenuto dalla tabella del database regionale (2) e (3). Una volta ottenuto questo identificativo i dati possono essere inseriti nella tabella di allineamento (4) così come spiegato approfonditamente nel testo.

4. WEBGIS pubblico

I dati dei lavori sono pubblicati all'esterno sempre attraverso Lizmap [17]. È stata creata una nuova macchina con una configurazione simile a quella già descritta, dove il focus è incentrato sulla sicurezza da attacchi esterni. Ad esempio è stato creato un utente PostgreSQL che si connette al database consortile, ma con accesso in sola lettura (SELECT) e solo per alcune tabelle. La connessione al database è possibile tramite pg_service [18] per cui le password di accesso al database nei progetti QGIS non sono salvate in chiaro. È stato creato un unico utente privo di accesso con shell, che può accedere alla macchina virtuale solo con protocollo sftp per poter aggiungere o eliminare i progetti di OGIS e i file di configurazione di Lizmap.

Attualmente l'utente anonimo può visualizzare e/o interrogare il solo progetto che riguarda l'evoluzione dei lavori (*Lavori in corso*), mentre il personale del Consorzio ha la possibilità di accedere al progetto denominato "Reperibilità", funzionale all'attività di pronto intervento, esercizio e vigilanza sulle opere di bonifica. L'applicativo Lizmap è "responsive", come mostrato nella figura 9.

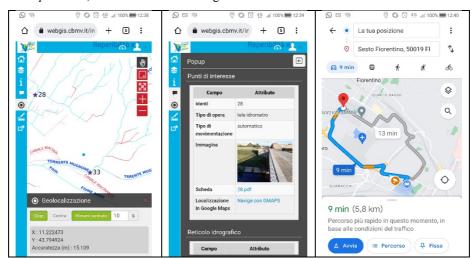


Fig. 9. Nell'immagine di sinistra il punto centrale di colore celeste rappresenta la localizzazione ottenuta da GPS. La figura centrale è invece l'informazione relativa al punto con identificativo 28, mentre l'ultima schermata è stata ottenuta in automatico cliccando sul link "*Naviga con GMAPS*" presente nelle info del punto della figura centrale. Il progetto a cui si fa riferimento è quello sulla reperibilità.

5. Risultati

Da ormai tre anni le procedure descritte funzionano a regime. Attualmente 9 settori per un totale di 42 utenti utilizzano ARTES su base giornaliera, consentendo il monitoraggio in tempo quasi-reale dei lavori previsti annualmente nel PAB, per uno sviluppo lineare di circa 2.500 km e mediamente 600 interventi incidentali annui.



Attraverso il WebGis pubblico qualsiasi cittadino che accede al sito https://webgis.cbmv.it/ può visualizzare la localizzazione dei lavori e vederne la progressione rispetto al programmato ed interrogare gli strati informativi.

Il personale del Consorzio può utilizzare il servizio di WebGis per reperire facilmente (anche tramite cellulare) informazioni utili allo svolgimento del servizio di piena durante eventi meteo eccezionali.

6. Riferimenti bibliografici

- 1. https://www.cbmv.it/, ultimo accesso 2022/05/22.
- 2. <a href="http://raccoltanormativa.consiglio.regione.toscana.it/articolo?urndoc=urn:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscana.it/articolo:nir:regione.toscan
- https://www.cbmv.it/amministrazione-trasparente/disposizioni-generali/atti-generali/173statuto, ultimo accesso 2022/05/22
- 4. https://www.cbmv.it/contributi-di-bonifica/piano-di-classifica, ultimo accesso 2022/05/22
- 5. https://www.cbmv.it/il-consorzio-cosa-fa/piano-attivita-di-bonifica, ultimo accesso 2022/05/22
- 6. https://en.wikipedia.org/wiki/Multitier_architecture, ultimo accesso 2022/05/22
- 7. https://www.debian.org, ultimo accesso 2022/05/22
- 8. https://www.postgresql.org/, ultimo accesso 2022/05/22
- 9. https://postgis.net/, ultimo accesso 2022/05/22
- 10. https://www.qgis.org/it/site/, ultimo accesso 2022/05/22
- 11. https://www.pgadmin.org/, ultimo accesso 2022/05/22
- 12. https://www.3liz.com/en/, ultimo accesso 2022/05/22
- 13. https://www.ogc.org/standards/wms, ultimo accesso 2022/05/22
- 14. https://www.ogc.org/standards/wfs, ultimo accesso 2022/05/22
- 15. https://www.ogc.org/, ultimo accesso 2022/05/22
- 16. https://wiki.postgresql.org/wiki/Foreign data wrappers, ultimo accesso 2022/05/22
- 17. https://webgis.cbmv.it/, ultimo accesso 2022/05/15
- 18. https://www.postgresql.org/docs/current/libpq-pgservice.html, ultimo accesso 2022/05/22

ASITA 2022