



DEPARTMENT OF ENVIRONMENT,
LANDSCAPE AND URBAN QUALITY



PROGETTO BEST INTERREG V-A GRECIA-ITALIA 2014/2020

Monitoraggio delle aree

- M01-03 -

Università degli Studi dell'Aquila - Dipartimento di
Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale
(DICEAA), Laboratorio di Idraulica Ambientale e
Marittima (Liam)

Politecnico di Bari - Dipartimento di Ingegneria Civile,
Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica
(DICATEch)



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DELL'AQUILA



DICEAA
Dipartimento di Ingegneria
Civile, Edile-Architettura
e Ambientale



Macro-attività	Rapporto	Revisione	Data
M01	03	R03	31 luglio 2022

GRUPPO DI LAVORO

Capo progetto

Prof. Marcello Di Risio, PhD

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (LIAM)*

Componenti esperti

Prof. Daniela Malcangio, PhD

Politecnico di Bari

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica (DICATECh)

Ing. Daniele Celli, PhD

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (LIAM)*

Collaborazione scientifica

Ing. Maria Francesca Bruno, PhD

Politecnico di Bari

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica (DICATECh)

Ing. Matteo Gianluca Molfetta, PhD

Politecnico di Bari

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica (DICATECh)

Ing. Davide Pasquali, PhD

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (LIAM)*

Ing. Luigi Pratola, PhD

Politecnico di Bari

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica (DICATECh)

Ing. Piera Fischione, PhD

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (LIAM)*

Ing. Ludovico Cipollone

Università dell'Aquila

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Architettura e Ambientale (DICEAA)
Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (LIAM)*

SOMMARIO

1. Premesse.....	2
2. Metodologie di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio	4
3. Definizione del sistema di archiviazione, elaborazione e restituzione dei dati rilevati.....	5
4. Piattaforma WEB GIS per la consultazione dei dati	8
5. Algoritmi di analisi.....	20
6. Documentazione tecnica e manualistica di supporto al sistema di monitoraggio	22
7. Piano di manutenzione del sistema di monitoraggio progettato e della relativa strumentazione individuata	23
7.1. Manutenzione preventiva programmata	24
7.2. Manutenzione straordinaria	27
APPENDICE A.....	29
APPENDICE B.....	34

1. PREMESSE

Il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale (DICEAA) dell'Università degli Studi dell'Aquila, per il tramite del suo Laboratorio di Idraulica Ambientale e Marittima (LIAM) e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica (DICATECh) del Politecnico di Bari, costituenti una RTI (nel seguito indicati come UNIVAQ-POLIBA), sono stati selezionati dal Dipartimento Mobilità, Qualità Urbana, Opere Pubbliche, Ecologia e Paesaggio della Regione Puglia (d'ora in avanti definito come "Committente") in qualità di affidatari del servizio di *"Analisi della dinamica evolutiva del litorale nei tratti di costa dell'area dell'azione pilota 1 ed implementazione di sistemi di smart monitoring nell'ambito del progetto BEST Interreg V-A Grecia-Italia 2014/2020"*.

Le attività hanno avuto inizio in data 31/03/2021 con la procedura di avvio dell'esecuzione del contratto in via d'urgenza.

Il servizio si inserisce nella più ampia implementazione del progetto BEST *"Addressing joint Agro and Aqua-Biodiversity pressures Enhancing SuSTainable Rural Development"* finanziato dal Programma INTERREG V-A Grecia-Italia 2014/2020. Il progetto, nella sua globalità, ha l'obiettivo di tutelare il patrimonio naturale e culturale, ripristinare la biodiversità e gli habitat naturali rurali e costieri, coinvolgere gli attori locali in progetti transfrontalieri e azioni pilota comuni anche attraverso l'utilizzo di nuove tecnologie a basso impatto ambientale, con l'obiettivo finale di migliorare la qualità della vita dei cittadini delle regioni interessate.

A partire dall'analisi dello stato delle conoscenze, il servizio mira pertanto alla valutazione della dinamica evolutiva dei litorali coinvolti e al monitoraggio delle aree oggetto di intervento (Parco Naturale Regionale delle Dune Costiere, Parco Regionale del Mar Piccolo di Taranto e aree del territorio regionale interessate dagli effetti della Xylella).

Le attività affidate a UNIVAQ-POLIBA riguardano due aspetti fondamentali, mutuamente correlati:

- monitoraggio delle aree (macro-attività M-01);
- analisi della dinamica evolutiva dei litorali (macro-attività M-02).

Questa relazione si riferisce alla macro-attività relativa al monitoraggio delle aree ed alla progettazione della rete di monitoraggio (M-01), con particolare riferimento a quanto previsto dall'art. 4 punto a) dell'Addendum al contratto, ovvero *"elaborati descrittivi e grafici relativi alle attività di progettazione della rete di monitoraggio di cui all'art. 1 punto 4 lett. c) e d) del contratto"*.

Questa pagina è intenzionalmente lasciata in bianco

2. METODOLOGIE DI CONTROLLO DI QUALITÀ, VALIDAZIONE, ANALISI ED ELABORAZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

La Rete di Monitoraggio finalizzata alla preservazione della biodiversità nelle aree oggetto di indagine è composta fondamentalmente da:

1. un insieme di sensori distribuiti per il monitoraggio di parametri biotici e abiotici (per un totale di 27 punti di misura e 75 stazioni di monitoraggio);
2. una rete di trasmissione dei dati al server (basato sull'utilizzo della rete);
3. un punto/server per la raccolta dei dati (immagini, video e dati relativi ai parametri ambientali);
4. un insieme di risorse computazionali con prestazioni medio-elevate residente del server di raccolta dei dati al fine di effettuare l'archiviazione dei dati, la verifica della consistenza dei dati, la gestione dei malfunzionamenti delle stazioni, le analisi di correlazione dei dati, l'elaborazione dei dati, il monitoraggio della biodiversità, ecc.

A favore di sintesi, le informazioni acquisite dalle stazioni che costituiscono la rete sono costituite da:

- immagini;
- valori numerici;
- tracce audio.

La tipologia di dato dipende dalla tipologia di stazione, funzione del parametro biotico o abiotico oggetto di indagine (uccelli, mammiferi, insetti, rettili, flora, meteo, acqua, suolo). La tabella 2-1 sintetizza la tipologia di dato associata ad ogni tipologia di stazione.

Tabella 2-1: Tipologia di dato associata alla tipologia di stazione.

Tipologia di stazione	Tipologia di dato
Monitoraggio uccelli	Immagini Traccia audio
Monitoraggio mammiferi	Immagini Traccia audio
Monitoraggio flora	Immagini Traccia audio Valori numerici
Monitoraggio subacqueo	Immagini
Monitoraggio subacqueo con misura parametri acqua	Immagini Valori numerici
Monitoraggio subacqueo con misura parametri acqua e idrofono	Immagini Traccia audio Valori numerici
Monitoraggio meteo	Valori numerici
Monitoraggio insetti o rettili	Immagini Valori numerici

In corrispondenza di ogni punto di misura è prevista l'installazione di più tipologie di stazioni. In linea generale, le informazioni acquisite in corrispondenza di ogni punto di misura da ogni stazione devono essere inviate al *server* remoto di archiviazione dei dati (gestita da un sistema di gestione su circuito integrato indipendente, che ne assicura la necessaria ridondanza).

Con l'obiettivo di limitare i costi relativi alle utenze per il trasferimento tramite rete mobile, una stazione (per ogni punto di misura) fungerà da *access point* alla rete di trasmissione per tutte le altre stazioni installate nello stesso punto di misura. Ogni stazione sarà a sua volta equipaggiata con un sistema di gestione su circuito integrato sul quale verrà installato il *software* necessario (i) ad acquisire le informazioni dai sensori, (ii) a trasmettere le informazioni al server di acquisizione e (iii) a monitorare il corretto funzionamento della stazione. Si veda l'Appendice A riportata al termine del presente documento.

Ogni dato "grezzo" verrà processato con opportuni algoritmi o analisi statistiche (appositamente sviluppati nell'ambito delle attività del progetto), a seconda della tipologia di dato, perché possa sintetizzare le informazioni sul rilevamento dei parametri ambientali e biotici rilevati.

3. DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI ARCHIVIAZIONE, ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI RILEVATI

I dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio e trasferiti al *repository* centralizzato, verranno organizzati in cartelle differenti (tramite l'accurata definizione di un vero e proprio *file system* dedicato) a seconda della tipologia di stazione di monitoraggio (uccelli, mammiferi, insetti, rettili, flora, meteo, acqua, suolo). Verranno dunque definite delle sottocategorie funzionali (gerarchia dei dati); successivamente per le informazioni traducibili in tabelle con dati (ad e. MS-Excel, file '.dbf, file '.csv, altri database) sarà definita la struttura delle tabelle stesse (nomi dei campi, tipo dei campi, dominio dei dati, ecc.).

Sarà possibile accedere sia ai dati "grezzi", rilevati con specifici tempi di campionamento, in apposite cartelle, sia ai dati elaborati (i) con algoritmi per le specie animali, e (ii) mediante analisi statistiche per i parametri ambientali. In estrema sintesi, la memoria necessaria al breve termine per l'archiviazione delle sole immagini e delle tracce audio si stima in circa 300 GiB/giorno, mentre la memoria necessaria al lungo termine in circa 1 TiB/anno (tabella 3-1). I dati numerici (trasmessi in formato ASCII ovvero in formato binario) sono da ritenersi di entità trascurabile.

La banca dati della rete di monitoraggio avrà i seguenti requisiti funzionali:

- sarà scalabile;
- sarà sempre possibile in fase di analisi, o costruzione di report, in base al territorio analizzato, selezionare tutti i dati disponibili ad esso correlati;
- la componente spaziale dei dataset sarà dotata di indicizzazione spaziale;
- avrà una struttura dati appositamente progettate e implementate per la gestione dei metadati;
- consentirà l'aggiornamento automatico dei dati;

- supporterà l'acquisizione di strutture dati che possono cambiare nel tempo con modalità a basso impatto sul sistema, cioè supportabili a livello di configurazioni senza necessità di modifiche al software (di acquisizione, di memorizzazione, di analisi o di reporting);
- dovrà prevedere una logica di memorizzazione del dato acquisito attuando una storicizzazione con attribuzione di una versione a livello di dato/tabella/flusso;
- dovrà essere soggetta a procedure di *backup* (completo, ovvero incrementale) che potrà fare riferimento anche al *cloud-hosting*.

Tabella 3-1: Stima della richiesta di memoria per i dati acquisiti dalla rete di monitoraggio

Tipologia Stazione	Numero di stazioni	Numero di immagini giornaliere	Numero di immagini conservate nel breve termine	Durata oraria delle tracce audio giornaliere	Stima dell'entità giornaliera (GiB)
Monitoraggio Uccelli	21	17280	1728	24	15.12
Monitoraggio Mammiferi	19	86400	8640	24	68.52
Monitoraggio Flora	6	4	4	24	1.78
Monitoraggio rettili	15	86400	8640	0	68.52
Monitoraggio insetti	15	86400	8640	0	68.52
Monitoraggio video subacqueo	7	86400	8640	0	68.52
				TOTALE	290.96
				TOTALE PREGIATO	2.91

Le rilevazioni ottenute dalle varie stazioni di misura e trasferite al *repository* centralizzato verranno processate perché possano dare informazioni utili all'analisi della biodiversità. Nello specifico, i dati rilevati verranno organizzati in cartelle differenti (tramite l'accurata definizione di un vero e proprio *file system* dedicato) a seconda della tipologia di stazione di monitoraggio (uccelli, mammiferi, insetti, rettili, flora, meteo, acqua, suolo). Sarà possibile accedere sia ai dati "grezzi", rilevati con specifici tempi di campionamento, in apposite cartelle, sia ai dati elaborati (i) con algoritmi per le specie animali, e (ii) mediante analisi statistiche per i parametri ambientali.

La consultazione e visualizzazione dei dati elaborati avverrà mediante cruscotti già prefigurati predisposti in fase di implementazione del sistema in accordo con la Stazione Appaltante. La schermata video di accesso iniziale al sistema sarà costituita da un Portale. Una volta che l'utente si sarà loggato nel Portale questo presenterà l'elenco dei cruscotti disponibili per l'utente raggruppati per aree tematiche nonché altre informazioni di interesse (documenti, report analisi statistiche, ecc.).

Oltre alla possibilità di report disponibili a richiesta degli utenti, il sistema produrrà una serie di report con cadenza giornaliera che riguarderanno il funzionamento della rete (per la gestione della sua manutenzione) e il risultato delle analisi (per la disponibilità dei dati storici delle analisi).

Trattandosi di una rete di monitoraggio di tipo *smart*, ovvero che permette l'acquisizione e la catalogazione automatica di dati e la successiva elaborazione automatica, a mezzo di algoritmi implementati nel sistema nella prima fase di attivazione, la verifica della sua funzionalità avverrà attraverso il confronto con schede di monitoraggio compilate da parte di un operatore specializzato (vedasi APPENDICE B). L'elaborazione automatica dei dati rilevati può essere interpretata come la compilazione delle schede di monitoraggio da parte di un operatore virtuale costituito dall'algoritmo stesso. Le suddette schede di monitoraggio avranno i seguenti requisiti minimi per la componente biotica:

- ✓ Definizione dell'unità di campionamento:
 - l'unità di campionamento attraverso le videocamere/microfoni/idrofoni è rappresentata dalla visione/ascolto/registrazione in continuo;
 - le coordinate geografiche del campionamento sono da riferirsi alle coordinate geografiche di posizionamento della videocamera/microfono/idrofono considerati;
 - direzione e ampiezza dell'inquadratura con parametri fissi (da determinare in base alle caratteristiche dello strumento, altezza dal suolo/profondità).
- ✓ Definizione dello sforzo di campionamento:
 - Il campionamento sarà effettuato considerando n° 6 fasce orarie nel corso di un'intera giornata di monitoraggio. Le fasce orarie sono le seguenti:
 - L'ora prima del sorgere del sole (alba)*;
 - L'ora successiva al sorgere del sole*
 - L'ora compresa dalle 11.30 alle 12.30;
 - L'ora prima del tramonto del sole*;
 - L'ora successiva al tramonto del sole;
 - L'ora compresa dalle 23.30 alle 00.30.

**Nota: gli orari del sorgere (alba) e tramontare del sole sono quelli indicati giornalmente nella sezione Effemeridi del sito dall'Aeronautica Militare Italiana (<https://clima.meteoam.it/Effemeridi.php>).*

Per i parametri ambientali abiotici (condizioni atmosferiche, parametri acqua, parametri suolo), non sono previste schede di monitoraggio. Le schede saranno sostituite da report che riporteranno l'andamento temporale dei parametri oggetto del monitoraggio a cui saranno affiancati i risultati delle analisi statistiche di sintesi (es. medie, valori massimi e minimi mensili).

Tali informazioni saranno cruciali per l'analisi di correlazione con i risultati del monitoraggio diretto della biodiversità e nella realizzazione del sistema di supporto alle decisioni e alla gestione dei risultati dei monitoraggi, per la quale verranno preferibilmente utilizzate tecnologie Open Source che ridurranno i costi successivi di gestione e manutenzione per l'Amministrazione e ridurranno il rischio di lock-in tecnologico.

4. PIATTAFORMA WEB GIS PER LA CONSULTAZIONE DEI DATI

I risultati delle analisi di sintesi verranno resi disponibili tramite un sistema di visualizzazione geospaziale che permetterà l'effettivo funzionamento del sistema di supporto alle decisioni.

La piattaforma è stata concepita con l'obiettivo di essere dinamica (ovvero aggiornata automaticamente dal sistema di gestione dei dati) e basata su un sistema interamente *open source*.

Nel dettaglio, la piattaforma è fornita come un sistema virtuale (in formato "vmdk") basato sulla distribuzione linux Ubuntu 22.04 sulla quale sono installate tutte le componenti necessarie al funzionamento dell'applicativo WebGis. I sistemisti che gestiscono il sistema informatico del Committente avranno l'unica incombenza di inserire l'indirizzo IP che permetta la fruizione dall'esterno della rete regionale.

La piattaforma è collegata al sistema di monitoraggio tramite la condivisione di una cartella che permetterà la visualizzazione all'utente delle seguenti informazioni:

- 1) le ultime immagini acquisite dalle stazioni dotate di una videocamera (in formato "jpg");
- 2) le ultime schede di monitoraggio (in formato "pdf");
- 3) i risultati delle ultime analisi (in formato "pdf");
- 4) il rapporto di sintesi delle analisi recenti (in formato "pdf");
- 5) eventuali allarmi di malfunzionamento delle stazioni.

Inoltre, la piattaforma permette di consultare i risultati dei monitoraggi effettuati sul litorale del Parco delle Dune Costiere (analisi sedimentologiche e rilievi topografici e batimetrici).

In estrema sintesi, la piattaforma WebGis è costituita da un supporto topologico (le cosiddette "features") in corrispondenza delle quali l'utente potrà consultare le ultime e più aggiornate informazioni.

Il sistema è costituito da tre componenti principali:

- il sistema operativo (distribuzione Ubuntu Desktop 22.04);
- un server (Apache2)
- un mapserver (QGIS server 3.22).

Nel seguito, si descrive la procedura di installazione del server e del mapserver. Si sottolinea che tali informazioni sono da ritenersi utili per eventuali gestori del sistema che, comunque, viene fornito come sistema virtuale (in formato "vmdk"). Il sistema può essere utilizzato sia con l'applicativo "Virtual Box" oppure, in alternativa, con l'applicativo "VMware".

Le prime operazioni da effettuare si riferiscono all'installazione del mapserver.

A tal fine è necessaria l'installazione dei "pacchetti" necessari:

```
sudo apt install gnupg software-properties-common net-tools plocate
```

Successivamente è necessario installare le chiavi di sicurezza per l'installazione del pacchetto di applicativi "QGIS" e "QGISserver".

```
wget -qO - https://qgis.org/downloads/qgis-2021.gpg.key | sudo gpg --no-default-keyring --keyring gnupg-ring:/etc/apt/trusted.gpg.d/qgis-archive.gpg --import
```

Il risultato dell'ultimo comando dovrebbero essere come il seguente:

```
gpg: chiave '/etc/apt/trusted.gpg.d/qgis-archive.gpg' creata  
gpg: chiave 46B5721DBBD2996A: 1 firma non controllata a causa di una chiave mancante  
gpg: directory '/root/.gnupg' creata  
gpg: /root/.gnupg/trustdb.gpg: creato il trustdb  
gpg: chiave 46B5721DBBD2996A: chiave pubblica "QGIS Archive Automatic Signing Key (2021) <qgis-developer@lists.osgeo.org>" importata  
gpg: Numero totale esaminato: 1  
gpg:      importate: 1  
gpg: non è stata trovata alcuna chiave completamente affidabile
```

A causa dell'ultimo messaggio, è necessario aggiungere la chiave alla lista di quelle fidate:

```
sudo chmod a+r /etc/apt/trusted.gpg.d/qgis-archive.gpg
```

A questo punto è necessario aggiungere alla lista dei repository, quello relativo al QGIS. Pertanto, è necessario integrare il file /etc/apt/sources.list con le seguenti due linee

```
deb https://qgis.org/debian-ltr jammy main  
deb-src https://qgis.org/ubuntu-ltr jammy main
```

Seguono le istruzioni necessarie all'installazione degli applicativi necessari:

```
sudo apt install qgis  
sudo apt install qgis-plugin-grass  
sudo apt install qgis-server --no-install-recommends --no-install-suggests
```

Al fine di controllare la buona riuscita dell'installazione, è possibile lanciare la seguente istruzione:

```
/usr/lib/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi
```

Se l'installazione è andata a buon fine, la risposta del sistema è la seguente:

```
Warning: Ignoring XDG_SESSION_TYPE=wayland on Gnome. Use QT_QPA_PLATFORM=wayland to run on Wayland anyway.
```

```
Warning 1: Unable to find driver ECW to unload from GDAL_SKIP environment variable.
```

```
Warning 1: Unable to find driver ECW to unload from GDAL_SKIP environment variable.
```

```
Warning 1: Unable to find driver JP2ECW to unload from GDAL_SKIP environment variable.
```

```
"Loading native module /usr/lib/qgis/server/libdummy.so"
```

```
"Loading native module /usr/lib/qgis/server/liblandingpage.so"
```

```
"Loading native module /usr/lib/qgis/server/libwcs.so"
```

```
"Loading native module /usr/lib/qgis/server/libwfs.so"
```

```
"Loading native module /usr/lib/qgis/server/libwfs3.so"
```

```
"Loading native module /usr/lib/qgis/server/libwms.so"
```

```
"Loading native module /usr/lib/qgis/server/libwmts.so"
```

```
<string>:1: DeprecationWarning: setapi() is deprecated
```

```
Content-Length: 0
```

```
Location: http:/index.json
```

```
Server: QGIS FCGI server - QGIS version 3.22.6-Białowieża
```

```
Status: 302
```

Successivamente, è necessaria l'installazione e la preparazione del server apache. Si sottolinea che quanto segue non pone attenzione alla sicurezza del sistema. Tale aspetto è lasciato alla competenza dei sistemisti informatici del Committente.

Il server apache può installarsi con le seguenti istruzioni:

```
sudo apt install apache2
```

```
sudo apt install libapache2-mod-fcgid
```

Il server virtuale relativo al WebGis si ottiene con la creazione del file <alias_qgis_server>.conf da installare nella cartella /etc/apache2/sites-available

In questo caso l'alias del qgis_server è: **qgis.best**; pertanto, il nome del file è "qgis.best.info"

Il contenuto del file è il seguente:

```
<VirtualHost *:80>
  ServerAdmin webmaster@localhost
  ServerName qgis.best

  DocumentRoot /var/www/html

  # Apache logs (different than QGIS Server log)
  ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/qgis.best.error.log
  CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/qgis.best.access.log combined

  # Longer timeout for WPS... default = 40
  FcgidIOTimeout 120

  FcgidInitialEnv LC_ALL "en_US.UTF-8"
  FcgidInitialEnv PYTHONIOENCODING UTF-8
  FcgidInitialEnv LANG "en_US.UTF-8"

  # QGIS log
  FcgidInitialEnv QGIS_SERVER_LOG_STDERR 1
  FcgidInitialEnv QGIS_SERVER_LOG_LEVEL 0

  # QGIS display
  FcgidInitialEnv DISPLAY ":99"

  # default QGIS project
  SetEnv QGIS_PROJECT_FILE /home/qgis/projects/world.qgs

  # QGIS_AUTH_DB_DIR_PATH must lead to a directory writeable by the Server's FCGI process user
  FcgidInitialEnv QGIS_AUTH_DB_DIR_PATH "/home/qgis/qgisserverdb/"
  FcgidInitialEnv QGIS_AUTH_PASSWORD_FILE "/home/qgis/qgisserverdb/qgis-auth.db"

  # Set pg access via pg_service file
```

```
SetEnv PGSERVICEFILE /home/qgis/.pg_service.conf
FcgidInitialEnv PGPASSFILE "/home/qgis/.pgpass"

# if qgis-server is installed from packages in debian based distros this is usually /usr/lib/cgi-bin/
# run "locate qgis_mapserv.fcgi" if you don't know where qgis_mapserv.fcgi is
ScriptAlias /cgi-bin/ /usr/lib/cgi-bin/
<Directory "/usr/lib/cgi-bin/">
    AllowOverride None
    Options +ExecCGI -MultiViews -SymLinksIfOwnerMatch
    Require all granted
</Directory>

<IfModule mod_fcgid.c>
    FcgidMaxRequestLen 26214400
    FcgidConnectTimeout 60
</IfModule>

</VirtualHost>
```

L'applicativo QGISserver necessita di una serie di cartelle, create con le istruzioni seguenti:

```
sudo mkdir -p /var/log/qgis/
chown www-data:www-data /var/log/qgis
sudo mkdir -p /home/qgis/qgisserverdb
sudo chown www-data:www-data /home/qgis/qgisserverdb
```

Il server virtuale (ovvero un modulo di apache2) deve essere abilitato, tramite le seguenti istruzioni:

```
sudo a2enmod fcgid
sudo a2ensite qgis.best
```

Al fine di rendere effettive le modifiche, è necessario riavviare il server apache:

```
systemctl restart apache2
```

Per poter raggiungere il WebGis dal browser del sistema, è necessario aggiungere nel file `/etc/hosts` il puntatore al server.

```
# Replace 127.0.0.1 with the IP of your server.  
sudo sh -c "echo '127.0.0.1 qgis.best' >> /etc/hosts"
```

A questo punto, è necessaria l'installazione di FastCGI wrapper:

```
sudo apt install spawn-fcgi
```

e di un X server:

```
sudo apt install xvfb
```

È necessaria, inoltre, la creazione del servizio di X Server tramite il file `/etc/systemd/system/xvfb.service` che deve avere il contenuto seguente:

```
[Unit]
```

```
Description=X Virtual Frame Buffer Service
```

```
After=network.target
```

```
[Service]
```

```
ExecStart=/usr/bin/Xvfb :99 -screen 0 1024x768x24 -ac +extension GLX +render -noreset
```

```
[Install]
```

```
WantedBy=multi-user.target
```

Il servizio deve essere abilitato e avviato:

```
systemctl enable --now xvfb.service
```

```
systemctl status xvfb.service
```

Il sistema può essere dunque testato raggiungendo il seguente indirizzo tramite browser:

```
http://qgis.best/cgi-bin/qgis_mapserv.fcgi?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities
```

Il risultato dovrebbe essere la visualizzazione di un file xml (QGIS Server Demo)

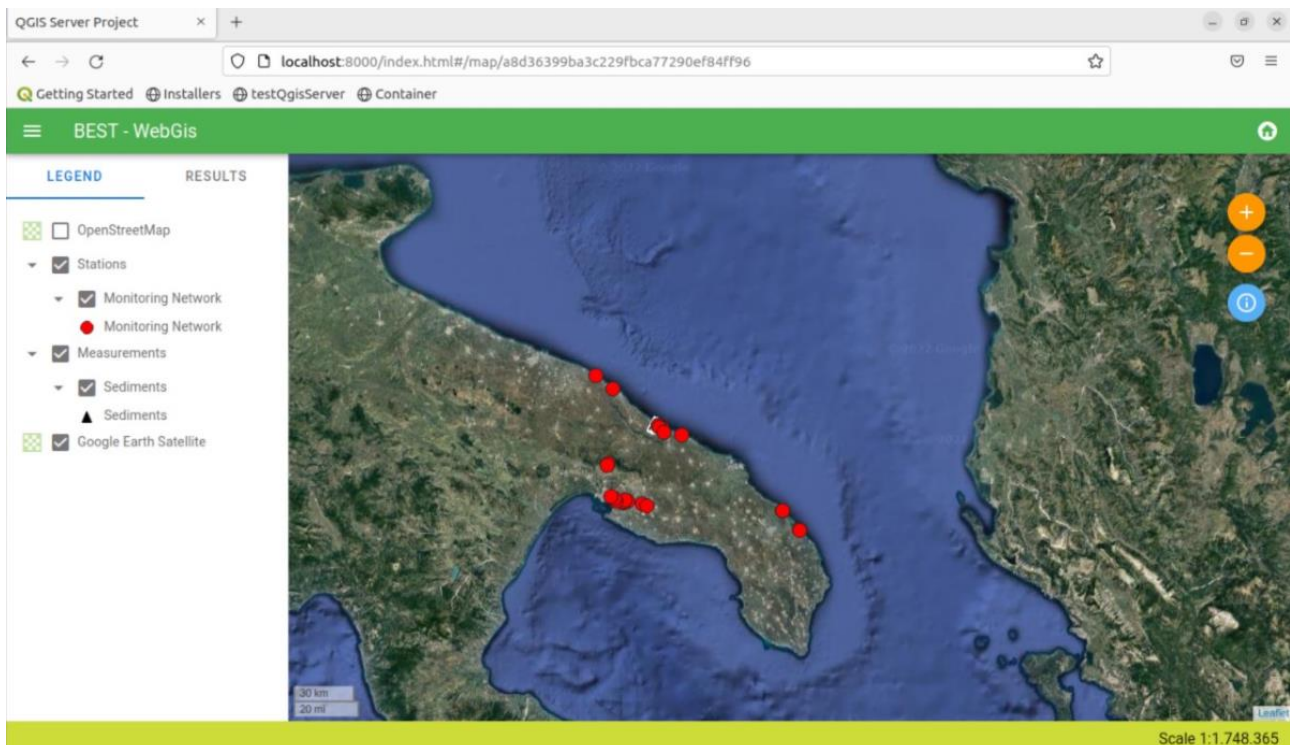
A questo punto, il sistema è pronto per poter visualizzare un WebGis creato con l'applicativo QGIS.

Il sistema fornito in allegato permette di navigare la versione preliminare del WebGis digitando l'indirizzo

<http://localhost:8000>

utilizzando il browser installato nel sistema (attualmente Firefox). Aprendo il browser, la pagina è impostata come pagina iniziale.

Nelle pagine seguenti sono mostrate alcune schermate del WebGis, dal funzionamento altamente intuitivo, che può essere sperimentato utilizzando direttamente il sistema virtuale fornito in allegato.





QGIS Server Project

localhost:8000/index.html#/map/a8d36399ba3c229fbc77290ef84ff96

Getting Started Installers testQgisServer Container

BEST - WebGis

LEGEND RESULTS

Google Earth Satellite

BEST_MONITORING.0

COORDINATA	40.80516
COORDINA_1	17.53903
PUNTO	1A

Scale 1:13.651

QGIS Server Project

localhost:8000/index.html#/map/a8d36399ba3c229fbc77290ef84ff96

Getting Started Installers testQgisServer Container

BEST - WebGis

LEGEND RESULTS

Google Earth Satellite

prelievi.12

Easting	17.52242222
Macrolmage	
Microlmage	
Northing	40.81177775
PUNTO	20

Scale 1:13.651

Più nel dettaglio, la piattaforma WebGIS ha un menù contestuale diviso in tre sezioni principali:

- Cartografia di base: contiene le mappe utili alla navigazione delle informazioni
- Monitoraggio in tempo reale: contiene i risultati del monitoraggio in tempo reale ottenuto sulla base della rete
- Misure: contiene i risultati del monitoraggio effettuato durante le attività del progetto (es. misure sedimentologiche, misure della linea di riva)

Per quanto riguarda la sezione “Monitoraggio in tempo reale”, essa contiene alcune sottosezioni, ognuna delle quali relative ad una tipologia di stazioni (es. monitoraggio ambientale, monitoraggio dell’avifauna, monitoraggio insetti, etc....).

Nelle figure seguenti vengono mostrate le possibilità di navigazione della piattaforma WebGIS in relazione a quanto descritto.





BEST - WebGis

LEGEND

- OpenStreetMap
- Real Time Monitoring
 - Whole Network
 - Whole Network
 - Birds monitoring
 - Birds monitoring
 - Plants monitoring
 - Plants monitoring
 - Mammals monitoring
 - Mammals monitoring
 - Reptiles monitoring
 - Reptiles monitoring
 - Insects monitoring
 - Insects monitoring
 - Meteo monitoring
 - Meteo monitoring
 - Underwater monitoring
 - Underwater monitoring
 - Measurements
 - Google Earth Satellite

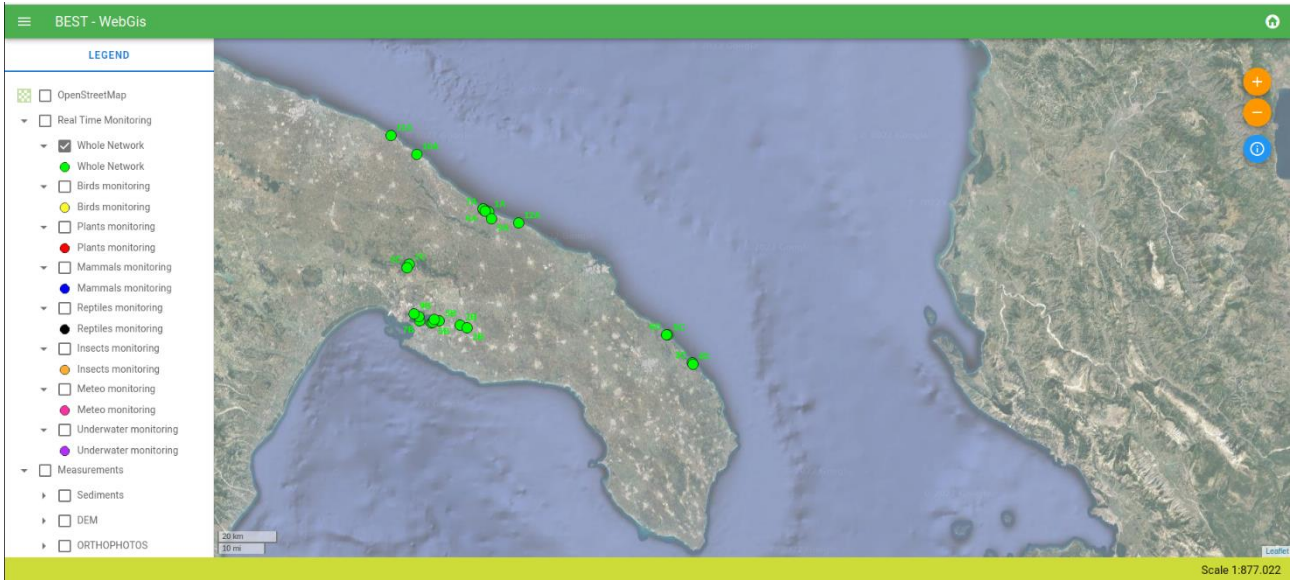
Scale 1:13.647

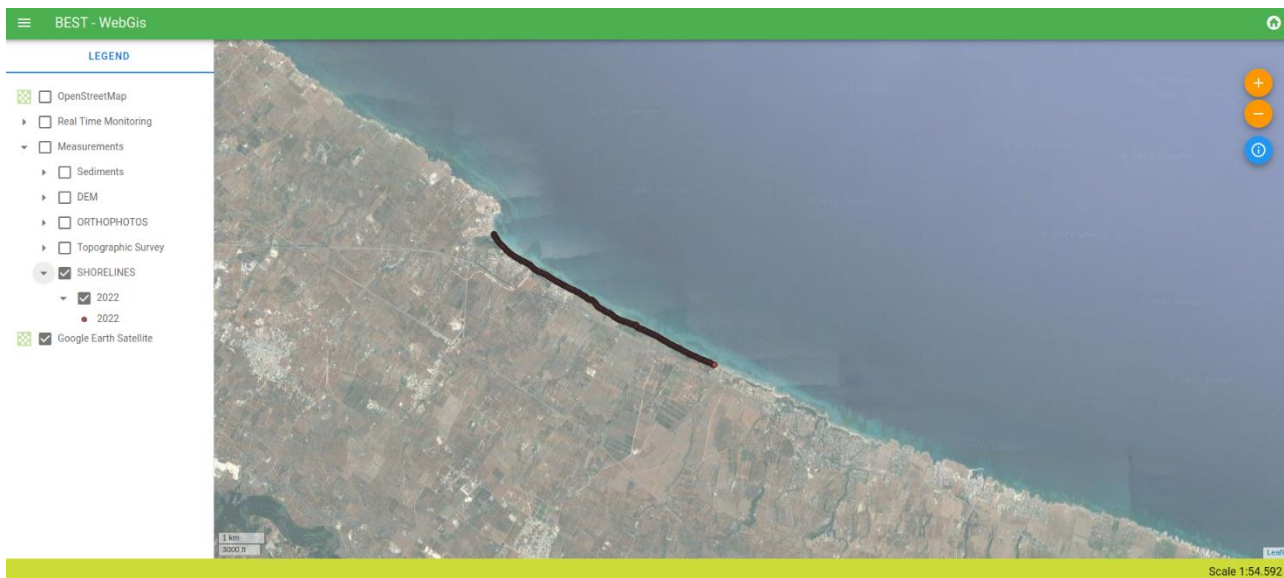
BEST - WebGis

LEGEND

- OpenStreetMap
- Real Time Monitoring
- Measurements
 - Sediments
 - DEM
 - ORTHOPHOTOS
 - Topographic Survey
 - SHORELINES
- Google Earth Satellite

Scale 1:13.647







5. PRIME INDICAZIONI SUGLI ALGORITMI DI ANALISI

Al fine di sintetizzare le informazioni acquisite dalle stazioni di misura, è necessario sottoporre le informazioni acquisite dai sensori ad appositi algoritmi di analisi. Tali algoritmi hanno finalità diverse a seconda della tipologia di stazione di misura (monitoraggio uccelli, monitoraggio mammiferi, monitoraggio flora, monitoraggio meteo, monitoraggio insetti, monitoraggio rettili).

Per quanto riguarda l'analisi delle immagini, gli algoritmi avranno due diverse finalità:

- Identificazione del passaggio di un elemento nell'inquadratura della fotocamera (monitoraggio uccelli, monitoraggio mammiferi, monitoraggio insetti, monitoraggio rettili);
- Identificazione delle caratteristiche degli elementi presenti nell'inquadratura della fotocamera (monitoraggio flora).

Con l'obiettivo di identificare il passaggio di un elemento nell'inquadratura della fotocamera, dall'insieme delle immagini acquisite dovranno essere estratte le sole immagini che contengono un elemento di interesse (un uccello, ovvero un mammifero, un insetto o un rettile). In tal caso il server sarà dotato di uno script (come già ampiamente sottolineato, scritto in Python e open source) in grado di identificare le immagini di interesse. Tale script, basato sull'utilizzo del modulo "OpenCV" (per l'analisi delle immagini) e del modulo "TensorFlow" (per l'utilizzo di tecniche di Machine Learning).

L'algoritmo avrà due finalità intermedie:

- estrazione delle immagini che contengono (almeno) un elemento di passaggio (es. un uccello, un mammifero, un insetto o un rettile);
- riconoscimento dell'elemento.

Nel dettaglio, le immagini trasferite da ogni stazione al server, saranno oggetto di un pre-processamento finalizzato ad individuare i fotogrammi che, potenzialmente, contengono un elemento di interesse per il monitoraggio (ovvero un uccello, un insetto, un mammifero, etc....). Tale pre-processamento avrà come primo risultato la diminuzione della quantità di immagini presenti sul server.

Tale prima selezione avverrà, tramite l'utilizzo del modulo "OpenCV", tramite il confronto della singola immagine con la media di alcune immagini precedenti. Tale tecnica, in linea generale, permette di riconoscere movimenti all'interno dell'immagine (*motion detection*). Tuttavia, dipendentemente dalla tipologia dell'inquadratura, eventuali variazioni nel contenuto dell'immagine possono non riferirsi agli oggetti da identificare. A mero titolo di esempio, è possibile riferirsi all'eventuale movimento delle nubi nelle inquadrature che comprendono tratti di cielo, ovvero il movimento degli alberi nelle inquadrature che comprendo la flora pur se finalizzate al riconoscimento di altri obiettivi (es. uccelli).

Al fine di selezionare, tra le immagini in cui si è riconosciuto un movimento, quelle che contengono specifici elementi (oggetto del monitoraggio) tali immagini saranno analizzati tramite tecniche di Machine Learning. In estrema sintesi, tali tecniche permettono di effettuare operazioni complesse a valle di un processo di addestramento (della rete neurale). Tale addestramento è basato su un processo iterativo applicato a casi, in questo frangente particolare, applicato a immagini di cui si conoscono già le caratteristiche. L'addestramento della rete neurale verrà effettuato, per ogni stazione, utilizzando anche gli insiemi di informazioni nella comunità scientifica (es. <https://research.google/tools/datasets/>).

La rete addestrata potrà essere poi utilizzata per il riconoscimento automatico degli elementi nelle immagini in cui è stato riconosciuto un movimento.

L'addestramento e l'applicazione delle reti neurali verrà effettuato utilizzando gli strumenti resi disponibili dalla piattaforma "TensorFlow" che, tra le altre cose, rende disponibile un'interfaccia per il linguaggio di scripting di Python. A tal proposito, si rammenta che tutto il sistema sarà basato sull'utilizzo di linguaggio di scripting (open source).

L'algoritmo sarà definito dopo l'installazione delle stazioni di misura poiché sarà basato sull'addestramento delle reti neurali (una per ogni stazione di misura) ottenuto con la prima serie di immagini acquisite dalla rete.

Per quanto concerne il monitoraggio della flora, le immagini verranno utilizzate per stimare il valore del cosiddetto parametro di vegetazione (Vegetation index). Tale parametro, nel caso di immagini RGB, è basato sulla formulazione proposta da Gitelson et al. (2002):

$$VI = \frac{R_{green} - R_{red}}{R_{green} + R_{red}}$$

nella quale R_{green} e R_{red} (valori di riflettanza nella banda del verde e del rosso) possono essere estratti direttamente dalle immagini acquisite. Il risultato, pertanto, è una nuova immagine che rappresenta la distribuzione spaziale (nel piano dell'immagine) del parametro di vegetazione. Tale distribuzione spaziale può essere quindi sintetizzata con le tecniche della statistica descrittiva per valutare l'evoluzione temporale dello stato di salute della vegetazione.

Per quanto riguarda le tracce audio, ogni traccia audio sarà analizzata con la tecnica dell'analisi "Wavelet". In tal modo, dopo una prima fase di addestramento dell'algoritmo, sarà possibile isolare gli intervalli durante i quali sono presenti suoni non riconducibili al rumore di fondo. Anche in questo caso, così come già illustrato per l'analisi delle immagini, verrà utilizzata la piattaforma "TensorFlow".

Per quanto riguarda le altre tipologie di informazioni, verranno effettuate analisi statistiche volte alla sintesi delle informazioni. In particolare, per quanto riguarda le informazioni desunte dalle stazioni meteorologiche, verranno ottenute secondo le indicazioni tecniche del WMO (World Meteorological Organization).

Si sottolinea, come già anticipato, che tutte le informazioni verranno rese disponibili (in modalità automatica) al sistema di archiviazione e visualizzazione (compreso il sistema WebGis).

6. DOCUMENTAZIONE TECNICA E MANUALISTICA DI SUPPORTO AL SISTEMA DI MONITORAGGIO

In questa fase preliminare di progettazione della rete di monitoraggio, tutto quanto descritto e definito nel presente Rapporto nonché nei Rapporti precedenti è di per sé di supporto al sistema ed alla sua implementazione e realizzazione. Si rimanda la documentazione tecnica e manualistica all'acquisto della strumentazione prevista per ogni stazione di monitoraggio ed alla sua messa in servizio.

Per ogni singola componente del sistema che verrà acquistata, saranno messi a disposizione di chi gestirà la rete di monitoraggio manuali in dotazione forniti dalle stesse aziende produttrici.

A seguito poi di un primo periodo di verifica della funzionalità di tutto il sistema, verrà fornito un manuale d'uso delle procedure per il post-processing dei dati acquisiti, affinché possano essere utilizzati per le finalità previste dal Progetto.



7. PIANO DI MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO PROGETTATO E DELLA RELATIVA STRUMENTAZIONE INDIVIDUATA

Il presente paragrafo è finalizzato a definire le azioni necessarie per la manutenzione della rete di monitoraggio e dei singoli elementi che la compongono, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, l'efficienza ed il valore economico. In realtà, le attività effettive necessarie per la manutenzione della rete scaturiranno dalle attività di monitoraggio stesse, come già evidenziato nei Rapporti precedenti. Tuttavia, in questa sede sono state avanzate delle previsioni utili alla redazione del documento specifico inerente agli aspetti manutentivi, da redigere nella fase progettuale esecutiva. Il documento così costituito sarà poi oggetto di ulteriori aggiornamenti e adeguamenti nel corso dell'esercizio dell'opera e delle sue componenti. Nello specifico, vanno previsti interventi di manutenzione preventiva programmata e di manutenzione straordinaria, così come verrà descritto nel prosieguo. A scelta del Committente, può anche considerarsi una manutenzione evolutiva, comprendente tutte le attività inerenti al costante aggiornamento delle componenti software/firmware dei sistemi all'ultima release disponibile sul mercato.

Ai suddetti interventi di manutenzione fisica delle stazioni di monitoraggio, si aggiungono i servizi di manutenzione di *software* applicativo, che dovranno prevedere (si faccia riferimento al paragrafo §5.5.3 del Rapporto "M01_01") diagnosi e rimozione delle cause e degli effetti degli eventuali malfunzionamenti delle applicazioni e dei programmi in esercizio. Tale attività andrà effettuata preferibilmente in modalità remota, ma potrebbe richiedere talvolta la visita in loco se accompagnata da malfunzionamenti della componente *hardware*.

Sono da considerarsi parte integrante della manutenzione della componente *software* le attività di presa in carico dei prodotti sviluppati e da rilasciare in esercizio, al fine di acquisire il *know-how* necessario al corretto svolgimento del servizio. A tal proposito si sottolinea che la rete verrà utilizzata in configurazione sperimentale per una durata non inferiore a sei mesi dalla data di installazione. Tale fase permetterà di verificare/modificare i parametri di acquisizione in vista del suo funzionamento operativo nel periodo successivo.

Alle attrezzature e apparecchiature delle stazioni fisse di monitoraggio, ai sistemi di misura, gli *hardware* ed i *software* per la gestione dell'intero sistema, si aggiungano tutti gli elementi accessori, anche se non esplicitamente menzionati, che concorrono al corretto funzionamento dell'insieme. Si dovrà altresì provvedere allo smaltimento dei rifiuti che derivano dalle attività stesse di manutenzione e riparazione.

Dovrà essere individuata la figura di un "gestore" del sistema che, verificando i risultati ottenuti durante il monitoraggio, decida di apportare le opere di manutenzione del caso (sia che siano quelle previste da progetto, sia quelle straordinarie). Tale gestore dovrà essere individuato nella Regione Puglia nella fase operativa della rete di monitoraggio. Si dovrà provvedere all'inserimento dei soggetti ai quali saranno conferite le competenze di manutenzione. L'inserimento dovrà avvenire a mezzo della presentazione, della condivisione e del trasferimento di ogni informazione, supporto o riferimento utile all'esecuzione del servizio di manutenzione. Dovranno essere designate per iscritto le persone fisiche, incaricate del trattamento, autorizzate a mantenere e/o utilizzare gli impianti e, nei casi in cui è indispensabile per gli scopi perseguiti, a visionare le registrazioni.

Il Gestore deve tenere traccia su un apposito registro (cartaceo/informatico) della tipologia di guasti, manutenzioni e interventi di ripristino effettuati, per ognuno dei punti precedenti. A consuntivo di fine anno il Gestore deve dare evidenza attraverso apposita relazione di sintesi che analizzi la natura degli eventi verificatisi, le relative cause, la frequenza degli eventi osservati e la tipologia di azioni correttive intraprese.

Il Piano di Manutenzione, pertanto, correla tra di loro la rete di monitoraggio, le fasi operative e la vita degli elementi del sistema, allo scopo di verificare i requisiti progettuali e la loro variazione durante la vita della rete. L'obiettivo delle operazioni di manutenzione è quello di garantire nel tempo il corretto funzionamento degli analizzatori per il monitoraggio in continuo della biodiversità e delle apparecchiature a supporto, e il mantenimento degli obiettivi di qualità dei dati.

7.1. MANUTENZIONE PREVENTIVA PROGRAMMATA

La manutenzione preventiva programmata è volta all'accertamento dello stato dei luoghi e al mantenimento in efficienza della rete di monitoraggio nel suo complesso e nel tempo. Gli interventi di manutenzione preventiva programmata (trimestrale) devono essere effettuati nei mesi di gennaio, marzo, giugno, settembre, a valle dei quali dovrà essere redatto un rapporto di sopralluogo con allegati fotografici. In particolare, il servizio deve comprendere interventi tecnici programmati durante i quali dovranno essere svolte le attività previste nei manuali d'uso degli strumenti e nelle procedure operative definite in questo documento. In Tabella 6-1 sono riportate le principali attività da eseguire, in base alla componentistica del sistema.

Tabella 6-1: Definizione degli interventi di manutenzione preventiva programmata e loro frequenza.

| Componente | Interventi di manutenzione preventiva programmata | Frequenza |
|---------------------------------------|--|-------------|
| Alimentazione (pannello fotovoltaico) | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Controllo inquadratura e messa a fuoco ed eventuale taratura • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Pulizia generale | Trimestrale |
| Apparati di trasmissione Wireless | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica connessioni • Verifica alimentazione elettrica • Eventuale aggiornamento firmware | Trimestrale |



| | | |
|---|---|-------------|
| | | |
| Apparati di rete
attivi/switch di
rete | <ul style="list-style-type: none"> • Verifica collegamento delle porte • Verifica alimentazione • Verifica connessioni di rete • Pulizia generale | Semestrale |
| | | |
| Sala Operativa | <ul style="list-style-type: none"> • Verifica funzionalità e impostazioni • Verifica salvataggio dati • Verifica qualità delle immagini in live e registrate • Eventuali aggiornamenti release • Pulizia generale | |
| | | |
| Strumentazione
- Stazione meteo | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Eventuale taratura (vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda) • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Verifica parti meccaniche • Eventuale aggiornamento firmware • Pulizia generale | Trimestrale |
| | | |
| Strumentazione
- Stazione
Monitoraggio
Insetti/rettili | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Controllo inquadratura e messa a fuoco delle videocamere ed eventuale taratura (vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda) • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Verifica parti meccaniche • Eventuale aggiornamento firmware • Pulizia generale | Trimestrale |
| | | |



| | | |
|---|---|--------------------|
| <p>Strumentazione
- Stazione
Monitoraggio
Flora</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Controllo inquadratura e messa a fuoco delle videocamere ed eventuale taratura (vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda) • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Verifica parti meccaniche • Eventuale aggiornamento firmware • Pulizia generale | <p>Trimestrale</p> |
| <p>Strumentazione
- Stazione
Monitoraggio
Uccelli</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Controllo inquadratura e messa a fuoco delle videocamere ed eventuale taratura (vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda) • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Verifica parti meccaniche • Eventuale aggiornamento firmware • Pulizia generale | <p>Trimestrale</p> |
| <p>Strumentazione
- Stazione
Monitoraggio
Mammiferi</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Controllo inquadratura e messa a fuoco delle videocamere ed eventuale taratura (vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda) • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Verifica parti meccaniche • Eventuale aggiornamento firmware • Pulizia generale | <p>Trimestrale</p> |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| <p>Strumentazione
- Stazione
Monitoraggio
Subacqueo</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Controllo inquadratura e messa a fuoco delle videocamere ed eventuale taratura (vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda) • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Verifica parti meccaniche • Eventuale aggiornamento firmware • Pulizia generale | <p>Trimestrale</p> |
| | | |
| <p>Strumentazione
– Soli Sensori</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo fissaggio • Verifica alimentazione elettrica • Eventuale taratura (vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda) • Verifica connessioni • Verifica stabilità del palo di sostegno • Verifica eventuali parti meccaniche • Pulizia generale | <p>Semestrale
(vedasi manuale tecnico fornito dall'azienda)</p> |
| | | |

7.2. MANUTENZIONE STRAORDINARIA

La manutenzione straordinaria concerne la rettifica o la sostituzione di parti della componentistica strumentale della rete di monitoraggio che manifestano malfunzionamenti. L'attività di manutenzione straordinaria sarà gestita dal sistema centralizzato di raccolta dati che, tra le altre cose (si faccia riferimento al paragrafo §5.5.3) potrà evidenziare eventuali malfunzionamenti delle stazioni. Gli interventi di manutenzione straordinaria devono essere effettuati a partire dalla richiesta automatica di intervento effettuata dal sistema.

Il Gestore deve procedere alla compilazione dell'elenco delle proprie procedure riportanti le azioni intraprese in caso di superamenti/eventi di guasto. I dati relativi agli interventi effettuati devono essere registrati su apposita modulistica. Vedasi la tabella 6-2 a titolo di esempio.

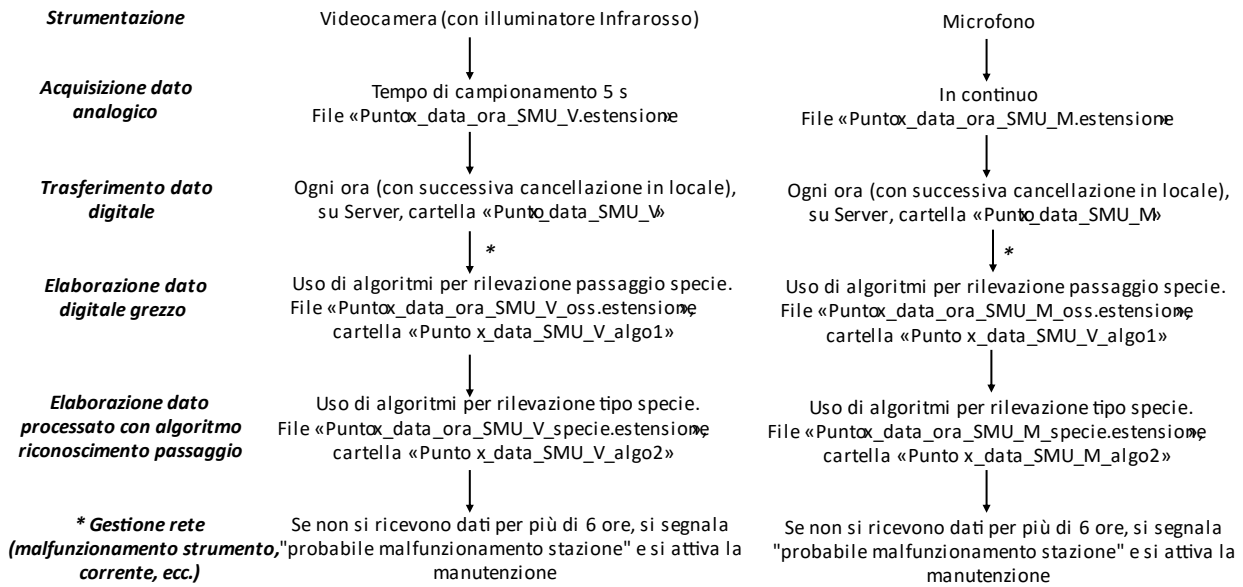
Tabella 6-2: Definizione degli interventi di manutenzione preventiva programmata e loro frequenza.

| RIFERIMENTO INTERNO | OGGETTO DELLA PROCEDURA | SCOPO E CONTENUTI |
|---------------------|-------------------------|-------------------|
| | | |
| | | |
| | | |

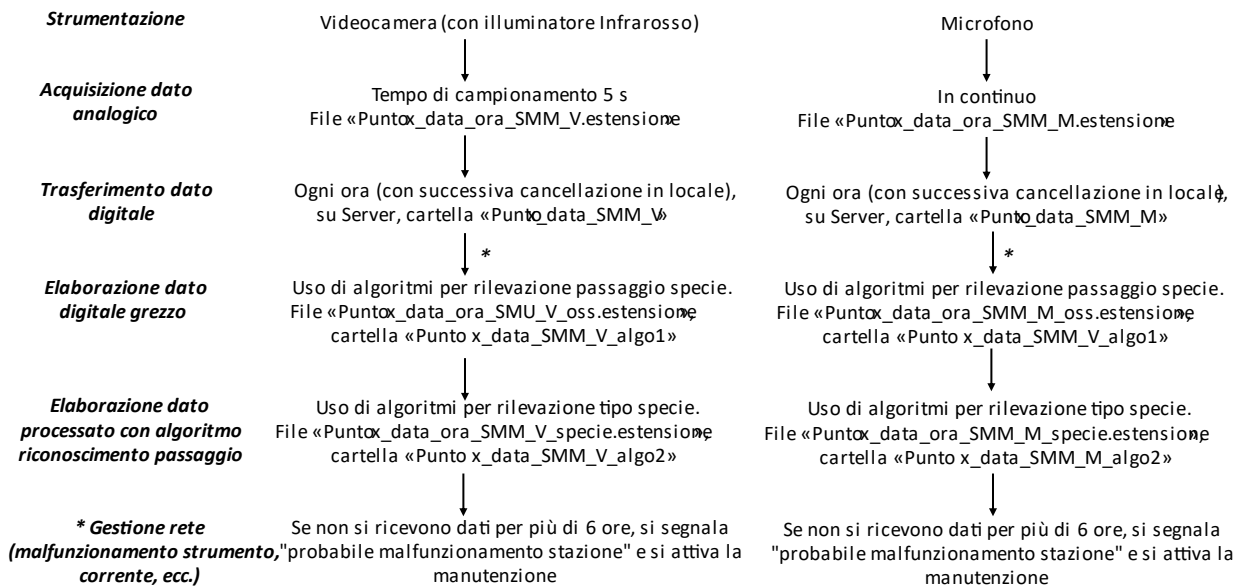
Si dovrà procedere alla verifica dello stato di conservazione, manutenzione e funzionalità esistente al momento di fine servizio di manutenzione. Si dovrà altresì provvedere allo smaltimento dei rifiuti che derivano dall'attività di manutenzione e riparazione. Un'apparecchiatura si considera non più riparabile quando (i) non sono più reperibili sul mercato i pezzi di ricambio, o (ii) il costo dei pezzi di ricambio supera l'80% del valore corrente di listino dell'apparecchiatura stessa. In tal caso essa diventa rifiuto da smaltire.

APPENDICE A

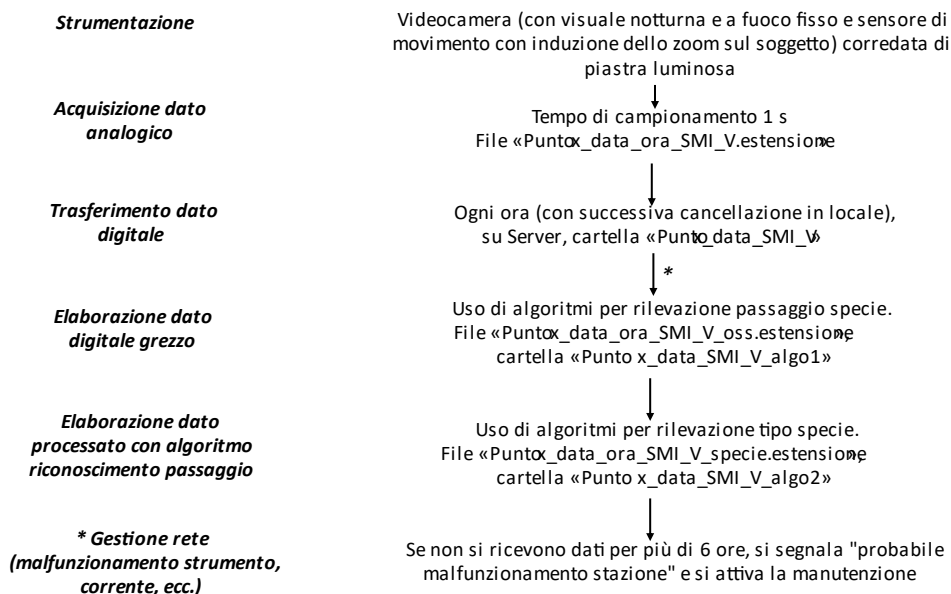
STAZIONE MONITORAGGIO UCCELLI (SMU)



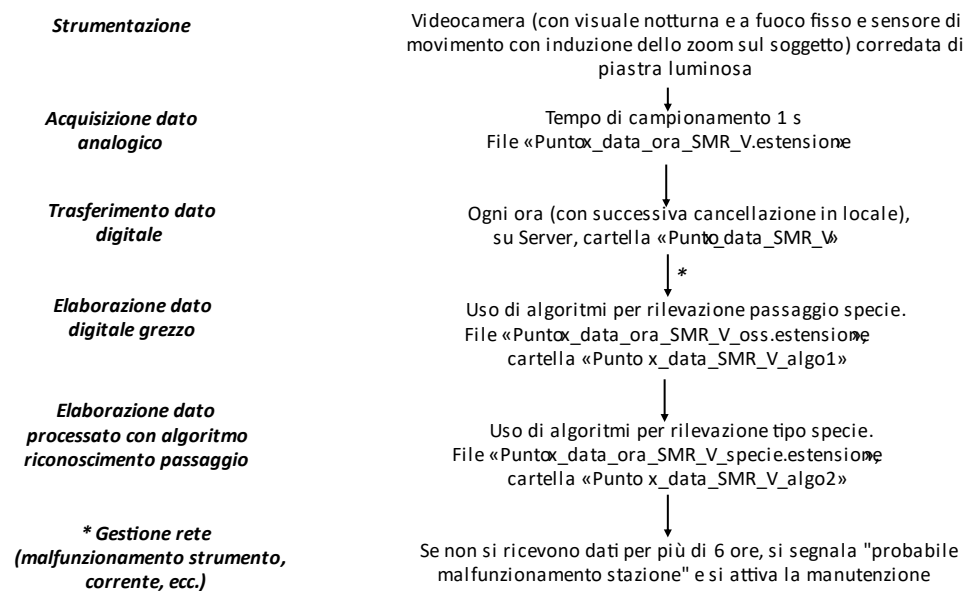
STAZIONE MONITORAGGIO MAMMIFERI (SMM)



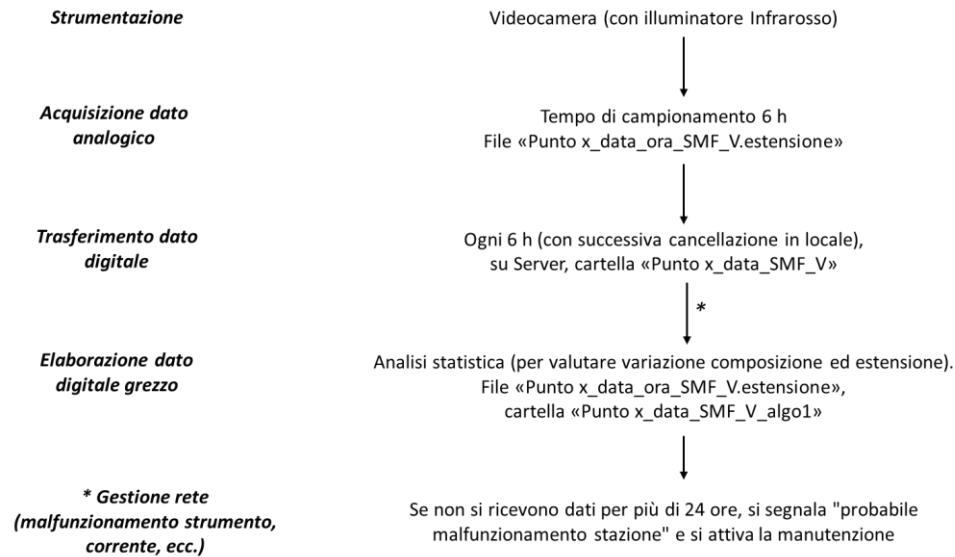
STAZIONE MONITORAGGIO INSETTI (SMI)



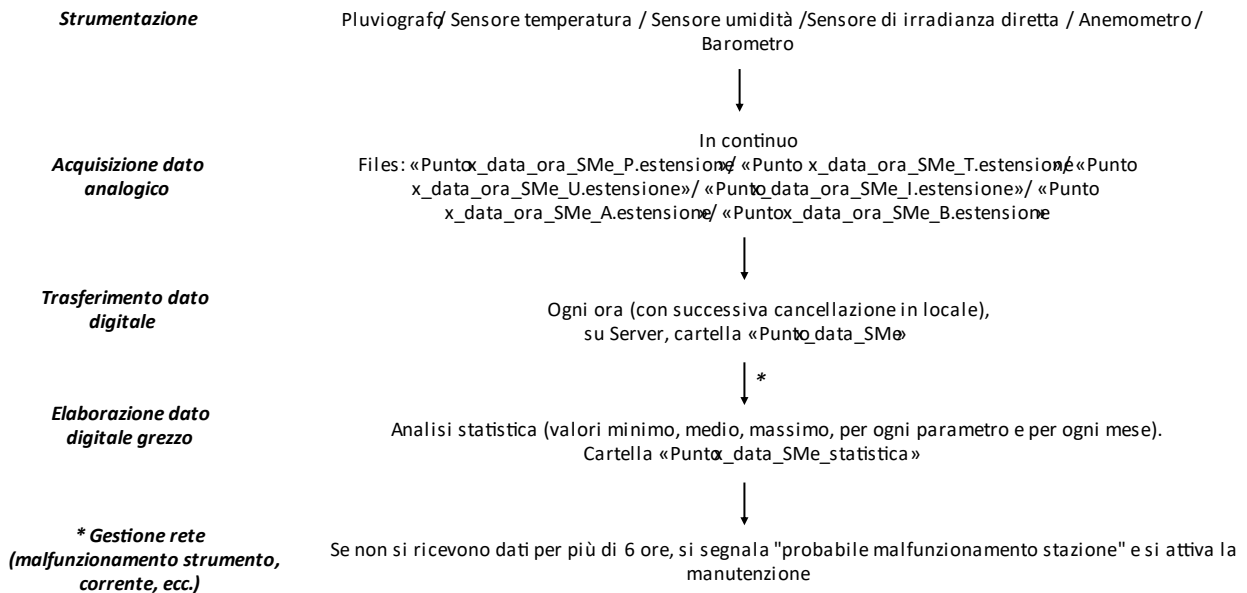
STAZIONE MONITORAGGIO RETTILI (SMR)



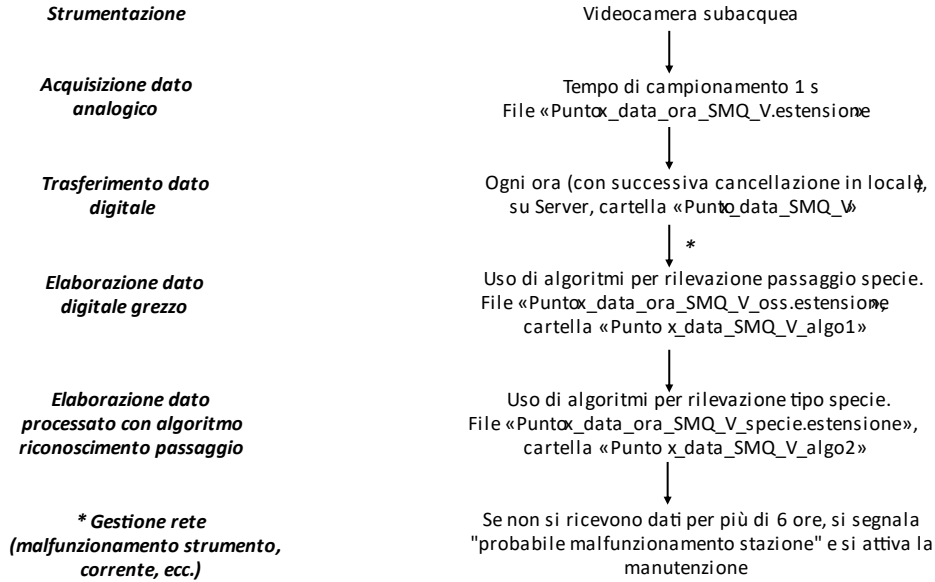
STAZIONE MONITORAGGIO FLORA (SMF)



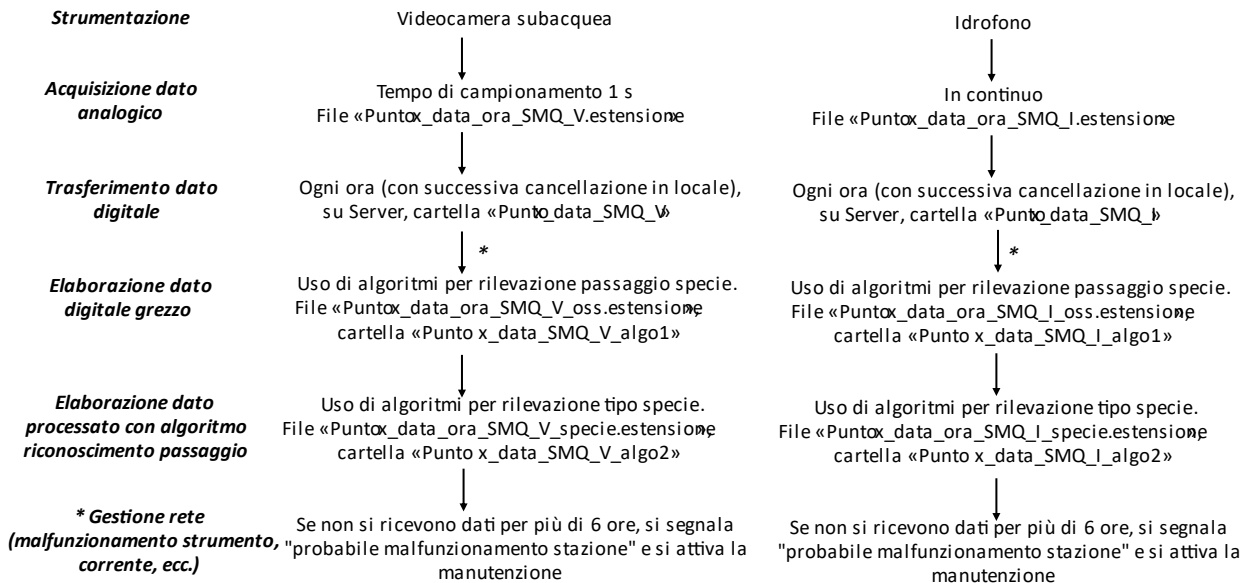
STAZIONE METEO (SMe)



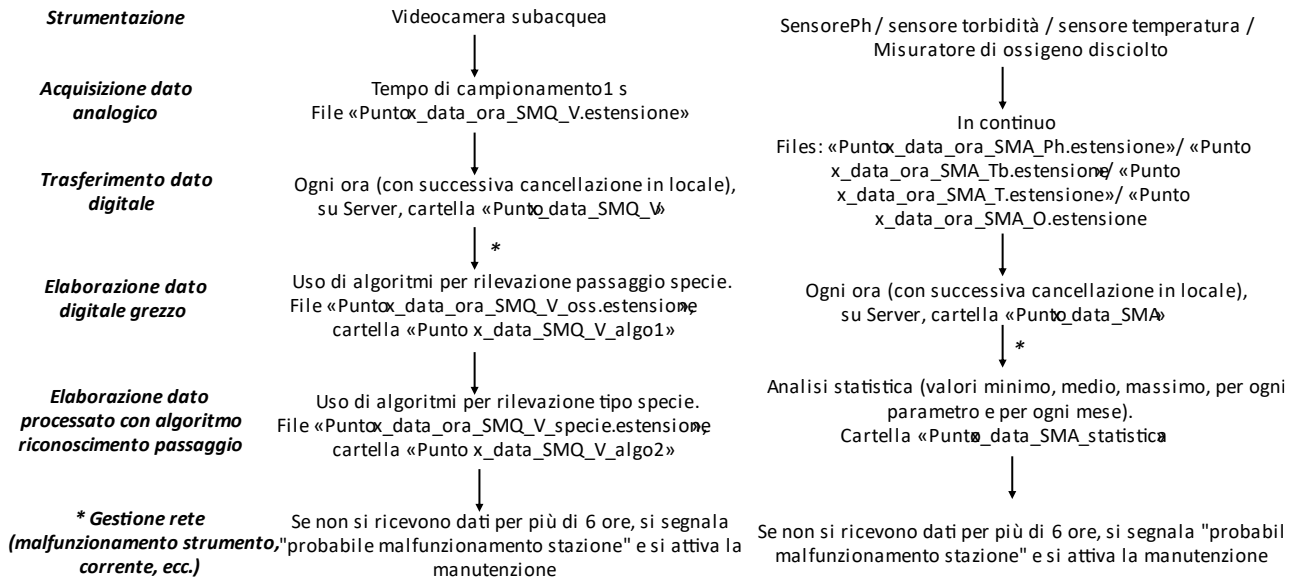
STAZIONE SUBACQUEA, TIPOLOGIA 1 (SMQ1)



STAZIONE SUBACQUEA, TIPOLOGIA 2 (SMQ2)



STAZIONE SUBACQUEA, TIPOLOGIA 3 (SMQ3)



APPENDICE B

SCHEDA DI MONITORAGGIO PER SPECIE ANIMALI (STAZIONE MONITORAGGIO UCCELLI, MAMMIFERI, INSETTI, RETTILI)

| Punto | Latitudine °N | Longitudine °E | Sensore | Dato output (formato) | Data | Ora | Specie | N° individui | Condizioni atmosferiche | Parametri acqua | Altre note |
|-------|---------------|----------------|---------|-----------------------|------|-----|--------|--------------|--|---|------------|
| | | | | | | | | | °C:
Atm:
%:
L/m ² :
Kn(NSWE):
W/m ² :
ore: | °C:
pH:
mg/L O ₂ :
NTU: | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

SCHEDA DI MONITORAGGIO PER SPECIE VEGETALI (STAZIONE MONITORAGGIO FLORA)

| Punto | Latitudine °N | Longitudine °E | Sensore | Data | Ora | Specie | N° Piante | Momento fenologico | Fiori | Frutti | Condizioni atmosferiche | Parametri acqua | Parametri suolo | Altre note |
|-------|---------------|----------------|---------|------|-----|--------|-----------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-----------------|-----------------|------------|
|-------|---------------|----------------|---------|------|-----|--------|-----------|--------------------|-------|--------|-------------------------|-----------------|-----------------|------------|

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|------------------|--|
| | | | | | | | | | | | °C:
Atm:
%:
L/m ² :
Kn(NSWE):
W/m ² :
ore: | °C:
pH:
mg/L O ₂ :
NTU: | °C:
%:
µS: | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | |

TABELLA GREEN LEAF INDEX – GLI

| Punto | Latitudine °N | Longitudine °E | Sensore | Data | Ora | Calcolo GLI |
|-------|---------------|----------------|---------|------|-----|-------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| ... | | | | | | |