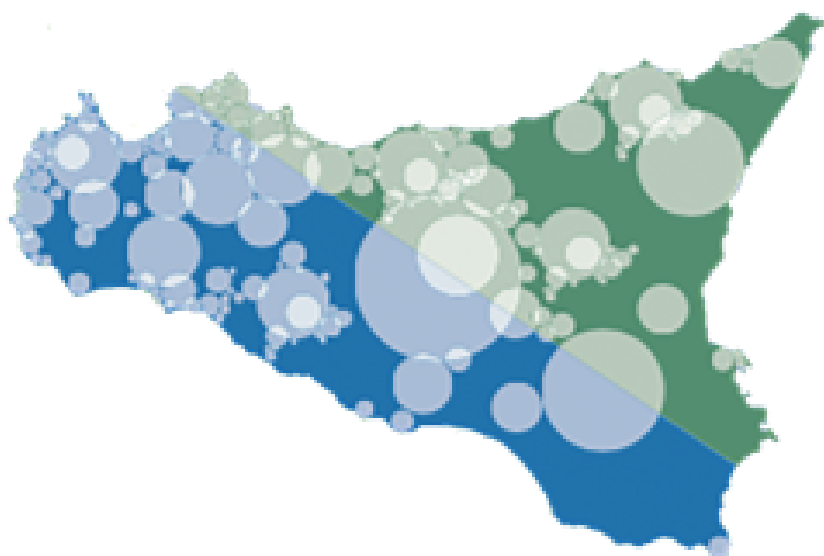




investiamo nel vostro futuro



P.O.N. RICERCA E COMPETITIVITÀ 2007-2013 – Azione II “Interventi di sostegno alla ricerca industriale”
Progetto di Ricerca PON01_02309 - MAGINOT Sistema Integrato per il Monitoraggio e la Tutela dell'Ambiente Urbano, Extraurbano e Marino”
Progetto di Ricerca PON01_02309/1 - CUP B34B14000430008



MAGINOT

*Sistema Integrato per il monitoraggio e la Tutela
dell'Ambiente Urbano, Extraurbano e Marino*

***Tool di analisi e rappresentazione dei dati a
supporto del sistema di early warning***

Premessa

Il sistema di analisi e presentazione dei dati, a supporto del sistema di early warning, ideato per la rete di sensori Maginot si avvale di studi statistici sulle singole componenti monitorate nei diversi punti di osservazione e sullo studio delle correlazioni delle stesse. Lo studio delle singole variabili è stato realizzato tramite l'analisi dei dati raccolti in un periodo di alcuni mesi in ambiente controllato al fine di modellare il comportamento di base delle variabili in condizioni "normali" e di "allarme". Sono stati ricavati, per ogni variabile, i valori di due soglie, di allarme e di pre-allarme, da utilizzare in comparazione ai valori acquisiti in tempo reale, tenendo conto della variabilità dei dati indotta dalla tecnologia utilizzata per il rilevamento. Gli esperimenti condotti in laboratorio hanno riprodotto diversi scenari di contaminazione delle acque da inquinanti, specialmente idrocarburi. Contestualmente sono stati verificati i valori di calibrazione dei sensori e ricavate le funzioni di mapping tra i valori grezzi forniti dai sensori e i valori espressi nelle misure relative al fenomeno fisico osservato.

Lo studio delle correlazioni tra diversi fenomeni ha permesso di definire l'insieme dei parametri interessati per ognuno dei fenomeni da monitorare e creare quindi degli scenari applicativi che consentissero di individuare comportamenti anomali negli andamenti dei valori rilevati.

Si è quindi adottata una rappresentazione tramite diagramma di tipo "radar" per monitorare visivamente l'andamento delle variabili facenti parte dei singoli insiemi correlati con ognuno dei fenomeni da monitorare. Tali diagrammi, frequentemente utilizzati in applicazioni di monitoraggio multi parametrico, come, ad esempio, il monitoraggio del quadro clinico dei pazienti nelle unità di terapia intensiva, consente di visualizzare in un unico grafico diversi parametri in modo tale da assumere una forma regolare, cioè ben proporzionata nella dimensione dei singoli raggi di ogni diagramma, in condizioni di normalità, per poi presentare una forma irregolare, cioè alcuni raggi più pronunciati di altri, in presenza di configurazioni di valori classificate come non normali.

L'infrastruttura tecnologica del sistema di visualizzazione

Lo studio di particolari scenari di rischio comporta l'esame di più parametri contemporaneamente. Per effettuare una rappresentazione dei dati in modalità aggregata, e consentire quindi un loro monitoraggio, si è utilizzata una tecnologia basata su D3.js (<https://d3js.org>).

D3.js è una libreria JavaScript per manipolare documenti basati su dati. D3 supporta la visualizzazione utilizzando HTML, SVG e CSS. L'enfasi di D3 sugli standard web offre tutte le

funzionalità dei browser moderni senza legarsi a un framework proprietario, combinando potenti componenti di visualizzazione e un approccio basato sui dati alla manipolazione del DOM (*Document Object Model*).

D3 consente di associare dati arbitrari a un modello DOM e quindi applicare trasformazioni guidate dai dati al documento. Ad esempio, è possibile utilizzare D3 per generare una tabella HTML da una matrice di numeri. In alternativa, utilizzare gli stessi dati per creare un grafico a barre SVG interattivo con transizioni e interazione fluide.

In particolare, si è utilizzata l'interfaccia di rappresentazione con tipologia “*radar*” che consente tenere sotto osservazione i parametri riguardandi un determinato fenomeno, fornendo anche una loro evoluzione temporale.

La rappresentazione

Il sistema può rappresentare l'andamento temporale aggregato di più parametri. Tale modalità di visualizzazione fornisce all'operatore la possibilità di monitorare l'andamento di fenomeni particolari utilizzando un unico quadro d'insieme di semplice lettura. In funzione dei fenomeni è quindi possibile definire quale raggruppamento di parametri siano ritenuti “sensibili” e quindi rilevanti.

Il file che realizza la rappresentazione è configurabile in funzione dello scenario da esaminare ed è inoltre capace di sovrapporre dati provenienti da più punti geografici. Si può realizzare in questo modo una comparazione dello stesso fenomeno riferendo la visualizzazione a diversi siti. Qualora si disponesse di punti di rilevazione diffusi, sarebbe quindi in grado di mostrare l'eventuale evoluzione sia temporale che in termini di diffusione spaziale.

La sezione di codice che deve essere adattata agli scenari che si intendono realizzare è riportata nel seguito:

```
idformat = d3.time.format("%d/%m/%y %H:%M"),  
odformat = d3.time.format("%H:%M %d/%m/%Y"),  
points = ["M01 - Meda 1", "M02 - Meda2"],  
labels = ["turbidity", "fDOM", "crudeOil", "refinedFuel", "PAH", "BTEX"],  
measures = ["turbidity", "fDOM", "crudeOil", "refinedFuel", "PAH", "BTEX"],
```

In particolare si ha che:

- *idformat* definisce il formato dell'istante di rilevazione dei fenomeni;
- *odformat* definisce il formato del tempo indicato nella visualizzazione;
- *points* definisce i punti di rilevazione;
- *labels* definisce l'elenco delle etichette utilizzate per la visualizzazione;

- **measures** definisce l'elenco delle etichette presenti nel flusso dei dati da rappresentare.

Una volta configurato il sistema di visualizzazione, si dovrà procedere con l'indicare la sorgente dei dati che restituirà un flusso nel formato descritto nel successivo paragrafo. Se, inoltre, la visualizzazione dovrà rappresentare l'andamento delle rilevazioni in tempo reale si dovrà definire la finestra temporale d'interesse per il fenomeno da monitorare.

La definizione della sorgente dei dati viene effettuata modificando opportunamente la chiamata:

```
d3.json(<url>, function(json)
```

Nel campo <url> si indicherà il servizio, collegato al sistema SOS ([Sensor Observation Service](#)) di raccolta dati, che provvederà a restituire le informazioni necessarie alla visualizzazione.

I dati

Il formato utilizzato dal sistema di visualizzazione si basa su JSON ([JavaScript Object Notation](#)).

Tale formato organizza i dati in blocchi. La struttura è del tipo:

```
[  
  [<data_osservazione_1>, <lista_osservazioni_1>],  
  [<data_osservazione_2>, <lista_osservazioni_2>],  
  ...  
  [<data_osservazione_n>, <lista_osservazioni_n>]  
]
```

La “data_osservazione_n” rappresenta l'istante di rilevazione nel formato definito nella variabile **idformat** del file di rappresentazione, la lista “lista_osservazioni_n” è un insieme di coppie **<etichetta>:<lista_valori>** che rappresentano, coerentemente a quanto dichiarato nel file di rappresentazione, i valori rilevati provenienti da una o più mede. Per ciascun parametro avremo quindi una ulteriore lista in saranno presenti delle coppie **<etichetta>:<valore>**. In particolare si avrà una etichetta che indica la meda ed il valore del parametro rilevato, poi saranno presenti tre etichette standard che rappresentano il valore massimo rilevato per quel valore nel periodo in esame (**ma**), il valore medio (**me**) ed il valore minimo (**mi**). Il valore massimo ed il valore minimo determinano la risoluzione della rappresentazione del singolo paramentro. Il valore medio si può valorizzare con la soglia di allarme per il relativo parametro.

Esempio di risposta, attualmente visualizzata come scenario di prova dal portale, che rappresenta i dati provenienti dalla meda "M01" nei vari istanti di rilevazione e per l'insieme dei parametri da rappresentare:

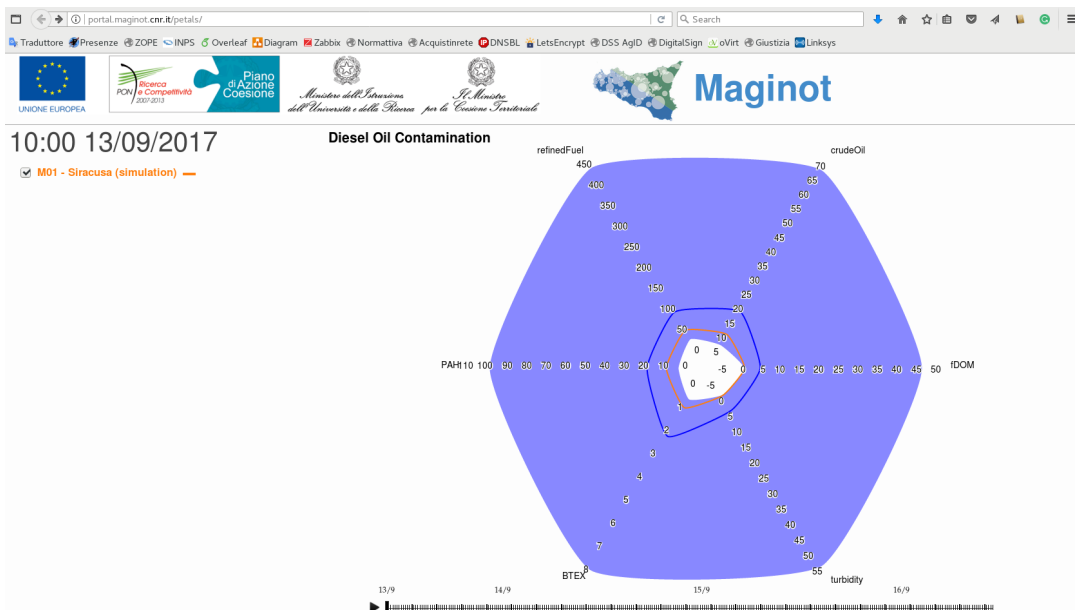
```
[
[ "13/9/17 10:00",
{
  "turbidity":{
    "M01":-1.64,
    "ma":53.5,
    "me":3.166347644,
    "mi":-1.78
  },
  "fDOM":{
    "M01":-0.374363714,
    "ma":45.09977159,
    "me":3.645881912,
    "mi":-0.490495256
  },
  "crudeOil":{
    "M01":10.94920275,
    "ma":68.32807056,
    "me":18.97173093,
    "mi":7.197053158
  },
  "refinedFuel":{
    "M01":50.76125342,
    "ma":444.1778067,
    "me":95.3683806,
    "mi":29.41649545
  },
  "PAH":{
    "M01":10.99488749,
    "ma":101.5907594,
    "me":20.86892128,
    "mi":4.786941356
  },
  "BTEX":{
    "M01":0.979953646,
    "ma":7.973885835,
    "me":2.218421555,
    "mi":0.626691091
  }
}],
[ "13/9/17 10:15",
{
  "turbidity":{
    "M01":-1.6,
    "ma":53.5,
    "me":3.166347644,
    "mi":-1.78
  },
  "fDOM":{
    "M01":-0.006011245,
    "ma":45.09977159,
    "me":3.645881912,
    "mi":-0.490495256
  },
  "crudeOil":{
    "M01":8.505015363,
    "ma":68.32807056,
    "me":18.97173093,
    "mi":7.197053158
  },
  "refinedFuel":{
    "M01":45.68626612,
    "ma":444.1778067,
    "me":95.3683806,
    "mi":29.41649545
  },
  "PAH":{
    "M01":10.71799803,
    "ma":101.5907594,
    "me":20.86892128,
    "mi":4.786941356
  },
  "BTEX":{
    "M01":0.927046675,
    "ma":7.973885835,
    "me":2.218421555,
```

```

    "mi":0.626691091
  }
}},
...
[ "16/9/17 11:00",
{
  "turbidity":{
    "M01":-1.77,
    "ma":53.5,
    "me":3.166347644,
    "mi":-1.78
  },
  "fDOM":{
    "M01":-0.34641144,
    "ma":45.09977159,
    "me":3.645881912,
    "mi":-0.490495256
  },
  "crudeOil":{
    "M01":9.014664326,
    "ma":68.32807056,
    "me":18.97173093,
    "mi":7.197053158
  },
  "refinedFuel":{
    "M01":35.2652085,
    "ma":444.1778067,
    "me":95.3683806,
    "mi":29.41649545
  },
  "PAH":{
    "M01":5.670645527,
    "ma":101.5907594,
    "me":20.86892128,
    "mi":4.786941356
  },
  "BTEX":{
    "M01":0.943835355,
    "ma":7.973885835,
    "me":2.218421555,
    "mi":0.626691091
  }
}
}}
]

```

L'insieme dei dati restituiti dal servizio è connesso allo scenario esaminato. Risulta comunque possibile definire il periodo d'osservazione e di rappresentazione in fase di richiesta.



Il sistema SOS

Tutti i dati provenienti dalle stazioni di rilevamento sono convogliati ed immagazzinati in un sistema web-based che implementa il servizio SOS di 52°North (<https://52north.org/>). Tali dati sono strutturati secondo la logica delle serie temporali riferite a un particolare fenomeno osservato per ciascuna stazione di rilevamento. Per consentire l'interrogazione e la successiva visualizzazione sono state individuate delle opportune chiamate al servizio utilizzando le API v1.

Determinazione delle stazioni di rilevamento presenti sul sistema:

- richiesta

<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/stations/>

- risposta JSON

```
[
  {
    "properties": {
      "id": 13016,
      "label": "Augusta"
    },
    "geometry": {
      "coordinates": [15.209632, 37.174172, "NaN"],
      "type": "Point"
    },
    "type": "Feature"
  },
  {
    "properties": {
      "id": 13034,
      "label": "Granitola"
    },
    "geometry": {
      "coordinates": [12.629785, 37.554496, "NaN"],
      "type": "Point"
    },
    "type": "Feature"
  },
  {
    "properties": {
      "id": 13022,
      "label": "Siracusa"
    },
    "geometry": {
      "coordinates": [15.29031, 37.061623, "NaN"],
      "type": "Point"
    },
    "type": "Feature"
  },
  {
    "properties": {
      "id": 12983,
      "label": "Xifonia"
    },
    "geometry": {
      "coordinates": [15.2286666, 37.232833, "NaN"],
      "type": "Point"
    },
    "type": "Feature"
  }
]
```

Individuazione dei parametri disponibili in un particolare sito:

- richiesta (Augusta, id=13016)

<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/stations/13016>

- risposta JSON

```
{
  "properties": {
    "timeseries":
    {
```

```

"97638751643520707":{"service":{"id":"1","label":"My Timeseries Service."},
"offering":{"id":"5","label":"METEO"},
"feature":{"id":"13016","label":"Augusta"},
"procedure":{"id":"5","label":"METEO"},
"phenomenon":{"id":"13394","label":"atmospheric pressure"},
"category":{"id":"13394","label":"atmospheric pressure"}
},
"97638751643520719":{"service":{"id":"1","label":"My Timeseries Service."},
"offering":{"id":"5","label":"METEO"},
"feature":{"id":"13016","label":"Augusta"},
"procedure":{"id":"5","label":"METEO"},
"phenomenon":{"id":"47","label":"dew point"},
"category":{"id":"47","label":"dew point"}
},
...
"97638751643520695":{"service":{"id":"1","label":"My Timeseries Service."},
"offering":{"id":"8","label":"EXO2"},
"feature":{"id":"13016","label":"Augusta"},
"procedure":{"id":"8","label":"EXO2"},
"phenomenon":{"id":"17","label":"fDOM"},
"category":{"id":"17","label":"fDOM"}
},
"97638751643520740":{"service":{"id":"1","label":"My Timeseries Service."},
"offering":{"id":"5","label":"METEO"},
"feature":{"id":"13016","label":"Augusta"},
"procedure":{"id":"5","label":"METEO"},
"phenomenon":{"id":"13415","label":"air temperature"},
"category":{"id":"13415","label":"air temperature"}
},
"97638751643520692":{"service":{"id":"1","label":"My Timeseries Service."},
"offering":{"id":"8","label":"EXO2"},
"feature":{"id":"13016","label":"Augusta"},
"procedure":{"id":"8","label":"EXO2"},
"phenomenon":{"id":"13388","label":"acidity"},
"category":{"id":"13388","label":"acidity"}
}
},
"id":13016,"label":"Augusta"},
"geometry":{"coordinates":[15.209632,37.174172,"NaN"],
"type":"Point"},
"type":"Feature"}

```

Individuazione di un particolare fenomeno:

- richiesta (fDOM, id=17)

<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/phenomena/17/>

- risposta

```

{"id":"17","label":"fDOM","extras":["license"],"service":{"id":"1","label":"My Timeseries Service."}}

```

Corrispondente serie temporale:

- richiesta (timeseries=97638751643520695)

<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/timeseries/97638751643520695>

- risposta JSON

```

{
  "id": "97638751643520695",
  "label": "fDOM EXO2, Augusta",
  "extras": ["license"],
  "uom": "RFU",
  "station": {
    "properties": {
      "id": 13016,
      "label": "Augusta"
    },
    "geometry": {
      "coordinates": [15.209632, 37.174172, "NaN"],
      "type": "Point"
    },
    "type": "Feature"
  },
  "referenceValues": [],
  "firstValue": {
    "timestamp": 1525279033000,
    "value": 0.21
  },
  "lastValue": {
    "timestamp": 1525698917000,
    "value": 0.26
  }
}

```



```

"parameters": {"service": {"id": "1", "label": "My Timeseries Service."},
               "offering": {"id": "8", "label": "EXO2"},
               "feature": {"id": "13016", "label": "Augusta"},
               "procedure": {"id": "8", "label": "EXO2"},
               "phenomenon": {"id": "17", "label": "fDOM"},
               "category": {"id": "17", "label": "fDOM"}
            }
}

```

La risposta contiene il primo (*firstValue*) e l'ultimo (*lastValue*) valore ricevuto ed i relativi istanti di osservazione. In particolare il timestamp 1525279033000 corrisponde al 2 maggio 2018 alle ore 16:37:13 GMT+0, mentre il timestamp 1525698917000 corrisponde al 7 maggio 2018 alle ore 13:15:17 GMT+0.

E' possibile definire un intervallo temporale di interrogazione del SOS che consenta di reperire l'evoluzione di un particolare parametro.

Supponiamo di volere interrogare il sistema SOS riguardo il parametro fDOM nell'intervallo temporale 7 maggio 2018 dalle 10:00 GMT+0 alle 10:30 GMT+0 relativo alla stazione di rilevamento "Augusta". Avremo:

- richiesta

<http://earlywarning.muginot.cnr.it/sos/api/v1/timeseries/97638751643520695/getData?expanded=true×pan=2018-05-07T10:00:00%2B00:00%2F2018-05-07T10:30:00%2B00:00> (N.B.: %2B = + , %2F = /)

(<http://earlywarning.muginot.cnr.it/sos/api/v1/timeseries/97638751643520695/getData?timespan=2018-05-07T10:00Z%2F2018-05-07T10:30Z>)

<http://earlywarning.muginot.cnr.it/sos/api/v1/timeseries/97638751643520695/getData?expanded=true&format=highcharts×pan=PT5M%2F2018-05-07T10:02Z>

- risposta JSON

```

{
  "97638751643520695": {"values":
    [
      {"timestamp": 1525687212000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687270000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687330000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525687390000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687450000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525687512000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687571000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525687631000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687689000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525687750000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687809000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687868000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687928000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525687986000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525688046000, "value": 0.29},
      {"timestamp": 1525688107000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525688166000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525688225000, "value": 0.28},
      {"timestamp": 1525688284000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525688342000, "value": 0.25},
      {"timestamp": 1525688400000, "value": 0.26},
      {"timestamp": 1525688458000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525688517000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525688575000, "value": 0.27},
      {"timestamp": 1525688633000, "value": 0.28},
    ]
  }
}

```

```

{"timestamp":1525688697000,"value":0.27},
{"timestamp":1525688755000,"value":0.28},
{"timestamp":1525688814000,"value":0.27},
{"timestamp":1525688873000,"value":0.26},
{"timestamp":1525688931000,"value":0.27},
{"timestamp":1525688989000,"value":0.27}
]
}
}

```

L'insieme delle interfacce disponibili per l'interrogazione del sistema SOS in definitiva sono le seguenti:

- richiesta

<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/?expanded=true>

- risposta JSON

```

[
  "services": {
    "id": "services",
    "label": "Service Providers",
    "description": "A collection of service providers each offering timeseries data."
  },
  "categories": {
    "id": "categories",
    "label": "Categories",
    "description": "A collection of categories wherein the available timeseries data can be grouped."
  },
  "offerings": {
    "id": "offerings",
    "label": "Offerings.",
    "description": "A collection of offerings (organizing unit) to filter timeseries data."
  },
  "features": {
    "id": "features",
    "label": "Features.",
    "description": "A collection of features (organizing unit) to filter timeseries data."
  },
  "procedures": {
    "id": "procedures",
    "label": "Procedures.",
    "description": "A collection of procedures (organizing unit) to filter timeseries data."
  },
  "phenomena": {
    "id": "phenomena",
    "label": "Phenomena.",
    "description": "A collection of phenomena (organizing unit) to filter timeseries data."
  },
  "stations": {
    "id": "stations",
    "label": "Stations.",
    "description": "A collection of stations where measurements took/takes place."
  },
  "timeseries": {
    "id": "timeseries",
    "label": "Timeseries.",
    "description": "A collection of timeseries each representing a sequence of data values measured over time."
  }
]

```

Quindi si avranno le seguenti possibili chiamate:

<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/services/>
<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/stations/>
<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/timeseries/>
<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/categories/>
<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/offerings/>
<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/features/>

<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/procedures/>
<http://earlywarning.magnot.cnr.it/sos/api/v1/phenomena/>

Il servizio di reperimento dei dati

Il servizio preposto alla erogazione dei dati in formato JSON, compatibile con il sistema di visualizzazione, è stato realizzato seguendo il modello architetturale a “*microservice*”.

In base a questo modello, un servizio deve poter essere sviluppato e distribuito in maniera indipendente dagli altri e la comunicazione tra servizi è basata su HTTP tramite API RESTful, passando i dati in formato JSON.

Un *microservice* è generalmente trattato in modo asincrono, innescato da un evento come una chiamata ad una API o un inserimento di un dato in coda.

La separazione dei componenti sicuramente crea un ambiente più efficace per il build e il mantenimento di applicazioni altamente scalabili. I servizi che si sviluppano e distribuiscono in modo indipendente sono più facili da mantenere, correggere e aggiornare, portando a funzionalità più agili per rispondere ai cambiamenti ambientali odierni.

Ulteriori vantaggi di tale architettura sono:

- Eliminazione di singoli punti di guasto: la separazione dei componenti di un’applicazione rende molto meno probabile che un bug o un problema si rifletta sull’intero sistema. Eventuali servizi “difettosi” possono essere isolati singolarmente, riparati e rimessi in funzione senza necessariamente interrompere le funzionalità dell’intera applicazione.
- Orchestrazione più “snella”: l’automazione dei processi (build, test , deploy) può essere gestita molto più facilmente avendo servizi “snelli”. Gli ambienti possono più facilmente rimanere coerenti e allineati tra sviluppo, collaudo e produzione e sono in generale necessarie meno configurazioni.
- Iterazioni più veloci: il codice risulta più semplice da capire per gli sviluppatori i quali si possono concentrare su compiti specifici senza impattare sul resto dell’applicazione e senza la necessità di doversi coordinare con gli altri programmatori. Eventuali aggiornamenti riguardano quello specifico servizio e il processo di distribuzione risulta quindi semplificato. Un architettura a microservizi rende fattibile il continuous delivery.
- Scalabilità efficace: la scalabilità a livello di servizio individuale diventa più conveniente e può essere fatta “su richiesta” (on demand) in maniera “elastica”. Inoltre, ogni servizio può

essere distribuito su hardware che è più adatto alle esigenze specifiche del servizio in termini di risorse. Questo è molto diverso rispetto a quando si utilizza un'architettura monolitica in cui i componenti vengono distribuiti tutti insieme con lo stesso tipo di risorse, tipicamente “abbondanti” per adattarsi a tutte le esigenze del sistema.

- Versionamento: le API possono essere versionate in modo più efficace in quanto i singoli servizi possono seguire il proprio schema. Major release possono essere fatte a livello di applicazione, mentre i servizi possono essere aggiornati su richiesta.
- Flessibilità del linguaggio di sviluppo: l'architettura a microservice elimina ogni impegno a lungo termine sullo stack tecnologico. In linea di principio, quando si sviluppa un nuovo servizio gli sviluppatori sono liberi di scegliere qualsiasi linguaggio di programmazione e framework magari i più adatti per quel servizio. Naturalmente, in molte organizzazioni ha senso limitare le scelte, ma il punto chiave è che non si è vincolati da decisioni prese in passato. Inoltre, poiché i servizi sono di piccole dimensioni, diventa pratico riscrivere usando linguaggi e tecnologie migliori. Significa anche che se un servizio si dovesse riscrivere per un qualche motivo non è necessario “buttare via” l'intera applicazione, diversamente da quando quando si utilizza un'architettura monolitica, dove le scelte tecnologiche iniziali pesano molto e limitano la possibilità di utilizzare diversi linguaggi e strutture per sviluppi futuri.

Nel caso specifico, il servizio è stato implementato utilizzando la piattaforma open-source Node.js (<https://nodejs.org/en/>), che permette di eseguire applicazioni scritte in JavaScript al di fuori del browser. Per questo motivo, Node.js incorpora al suo interno il motore JavaScript V8, realizzato da Google e usato anche all'interno del browser Chrome. In particolare, il servizio, una volta attivato, risponde a richieste HTTP asincrone fornendo, allo stato attuale, i dati della simulazione in formato JSON utile per la loro visualizzazione radar. In funzione degli scenari di monitoraggio successivamente individuati, il servizio opportunamente configurato fornirà, invece, tutti raggruppamenti di dati ricavabili dalle interrogazioni in tempo reale del servizio SOS necessari al controllo e alla valutazione dei rischi specifici.