

Il prototipo ITIS Water Watch (ITISWW)

“Un dispositivo sperimentale per il monitoraggio dei corsi d'acqua per la sicurezza del territorio e per salvare vite umane”

Il prototipo ITISWW è un dispositivo realizzato nell'ambito di un progetto coordinato da un gruppo di alunni e docenti del Polo Tecnologico Imperiese per la partecipazione al “Premio Rotary Club del ponente ligure Fiorenzo Squarciafichi per il Ponente e la sua sicurezza (Water Watch)”, basato sul lavoro originario WaterWatch 1.1 reperibile all'indirizzo: <http://www.rotaryimperia.it/?page=waterwatch>.



Progettazione del sistema

L'obiettivo è stato migliorare il sistema di riferimento indicato implementando nuove funzionalità atte a ridurre, tramite il suo utilizzo sul territorio, il rischio di danni a persone e cose in seguito ad alluvioni.

Nostro obiettivo parallelo è stato anche ridurre, per quanto possibile, i costi di realizzazione del prototipo rispetto al riferimento. L'attuale mercato di componentistica DIY (Do-It-Yourself) per schede di prototipazione rapida offre numerosi soluzioni al problema, che abbiamo valutato in base non solo al costo ma anche all'affidabilità.

Nel dettaglio il nostro sistema ITISWW è composto da:

- una scheda Arduino Mega, che ha sostituito la Arduino UNO del riferimento in quanto erano necessari ulteriori pin di interrupt, e per la maggior memoria a disposizione per il software;
- una scheda YUN Shield per la connessione Wi-Fi, inserita per 2 motivi principali: la YUN Shield consente di caricare gli sketch software di Arduino tramite una connessione Wi-Fi locale creata dalla scheda stessa, il che permette di poter aggiornare il software (ad esempio per migliorie o correzione di bug) senza dover accedere fisicamente al prototipo, che potrebbe trovarsi installato in aree non sempre facilmente accessibili, come ad esempio il parapetto di un ponte o un palo a bordo fiume; inoltre tramite la YUN shield si può sfruttare come connessione una rete LAN con connessione a internet eventualmente presente sul territorio, superando i limiti di copertura e di fruizione della rete GSM, soprattutto in occasione di eventi meteo avversi che peggiorano la qualità della comunicazione dati, risparmiando inoltre sui costi per l'acquisto di SIM dati con relativi contratti;
- un sensore a ultrasuoni (sonar) con misura massima di 7 metri, che abbate il costo del sonar di riferimento in maniera considerevole, per la misura delle variazioni dell'altezza dell'acqua del corso d'acqua monitorato;
- un sensore combinato di umidità e temperatura, per la raccolta di dati ambientali;
- un sensore di pioggia, utilizzato per incrementare la frequenza delle misurazioni in caso di evento piovoso in corso;
- un pluviometro, per misurare la quantità di pioggia caduta nell'area di utilizzo del prototipo;
- un pannello solare a batterie: per questo componente per i quali non è stata individuata una miglioria si è scelto un pannello a basso costo e prestazioni per i soli fini dimostrativi e per il contenimento dei costi del prototipo, comunque in grado di fornire una sufficiente alimentazione al sistema;

- un sistema di segnalazione audio-visiva del verificarsi di condizioni di allerta, simulato al momento da due semplici LED (uno rosso e uno giallo) e un buzzer (che simula una sirena), che potrebbe in futuro essere ampliato e perfezionato in modo da fornire una segnalazione sul posto alle persone sullo stato del corso d'acqua (si rimanda al paragrafo dedicato al funzionamento per una sua descrizione completa);
- una “scatola” dimostrativa stampata con una stampante 3D contenente il sistema, che rappresenta idealmente come potrebbe essere realizzata, ovviamente su misura, una scatola stagna per la produzione di sistemi ITISWW da installare sul territorio. All'interno della scatola è allocata una scheda realizzata in laboratorio per collegare i vari componenti in maniera fissa. Le foto presenti in questa documentazione sono relative al sistema montato in laboratorio su breadboard durante le fasi di realizzazione e testing.

Ogni dispositivo ITISWW ha le seguenti funzionalità:

- ha un codice numerico univoco di identificazione, e una descrizione testuale della zona in cui è installato, ad esempio “1234” e “Imperia - Ponte Impero”
- pubblica i dati ambientali raccolti su un database open su internet;
- invia comunicazioni via mail agli operatori che si occupano del monitoraggio indicando l'avvio della centralina e eventuali problemi di basso livello di batteria;
- permette agli operatori di interrogare il dispositivo via SMS (con GSM Shield attivata) per farsi restituire gli ultimi valori rilevati dai sensori;
- comunica sui social network e su Telegram dedicati avvisi relativi a eventi piovosi in corso, situazioni di allerta, situazioni di cessato allerta;
- ha 2 intervalli di rilevazione dei valori dei sensori, in condizioni di normalità e in condizioni di allerta.

Abbiamo individuato 3 tipologie di allerta:

1. “Allerta 1” - evento piovoso in corso: se il sensore di pioggia si attiva il dispositivo invia un semplice avviso sui social network e su Telegram, intensificazione delle rilevazioni;
2. “Allerta 2 – gialla” - il sonar rileva che è stato superato il valore di sicurezza: se il corso d'acqua supera un valore di attenzione impostato in fase di configurazione il dispositivo invia un avviso sui social network e su Telegram, si accende il LED giallo fisso sul dispositivo per segnalare visivamente alle persone di fare attenzione; vengono intensificate le rilevazioni;
3. “Allerta 3 – rossa” - il sonar rileva che è stato superato il valore di pericolo: se il corso d'acqua supera un valore di pericolo impostato in fase di configurazione il dispositivo invia un avviso sui social network e su Telegram, si accende il LED rosso fisso sul dispositivo per segnalare visivamente alle persone di fare attenzione, il buzzer (che simula una sirena) emette un suono fisso di durata impostata in configurazione che si continua a ripetere ad ogni rilevazione dei sensori che supera la soglia di pericolo; vengono intensificate le rilevazioni;

Per la ricezione degli allerta sono stati realizzati un canale Telegram pubblico, una pagina Facebook e un canale Twitter, collegati al dispositivo tramite i servizi del portale open IFTTT.com. Tali canali possono raccogliere dati da tutti i dispositivi, essendo chiari gli avvisi pubblicati poiché contengono la descrizione del dispositivo che li ha inviati. Pensando ad un utilizzo sul territorio si potrebbero creare pagine e canali suddivisi per zone, in modo che gli utenti possano seguire quelli che più gli interessano. E' sufficiente cambiare i parametri di connessione nel codice (API Key) e/o creare nuove interconnessioni tramite il Maker Channel del portale IFTTT.

Per la pubblicazione dei dati ambientali raccolti è stata creata una pagina sul portale open Thingspeak.com, che mostra i dati raccolti in tempo reale dal dispositivo "Demo". Per ogni dispositivo che si mette in funzione occorre aprire un canale Thingspeak ad esso dedicato.

Hardware

Qui una descrizione dell'Hardware utilizzato per costruire ITISWW:

COMPONENTE	LINK	COSTO
Arduino GSM Shield 2	https://goo.gl/ZzO1h7	€ 71,50 + IVA
Arduino Yun Shield	https://goo.gl/nLSsKV	€ 43,90 + IVA
Arduino Mega	https://goo.gl/poi8SO	€ 35,00 + IVA
Pluviometro (MISOL 1 PCS)	https://goo.gl/Mo3AGB	€ 17,25 IVA incl.
Sensore Temperatura e Umidità (DHT11)	https://goo.gl/1f6dRz	€ 3,45 IVA incl.
Sensore di Pioggia YL-37 38 FC	https://goo.gl/8sRytN	€ 5,99 IVA incl.
Sonar SF-SR02	https://goo.gl/l9mAak	€ 7,99 IVA incl.
Pannello solare 3.7V 3W	https://goo.gl/Rx7wkA	€ 34,58 IVA incl.
Vari: 2 Led, 1 Buzzer, cavi, colla, scatola, viti, PCB		Circa 15,00 €
Totale prototipo		€ 267,75 IVA incl.

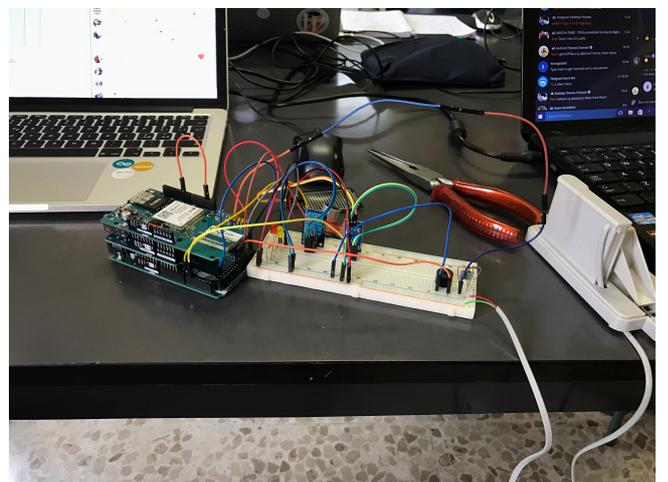
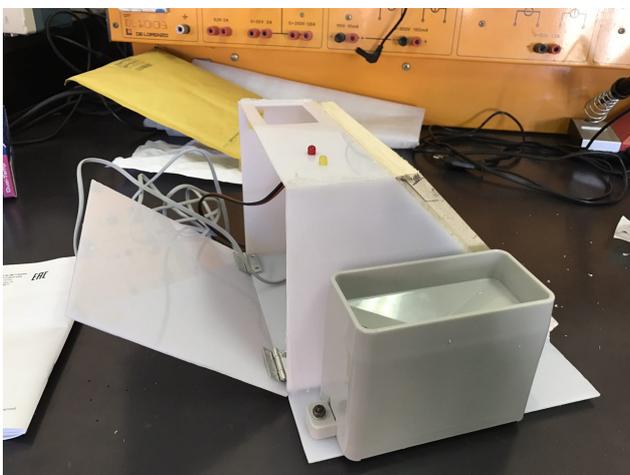
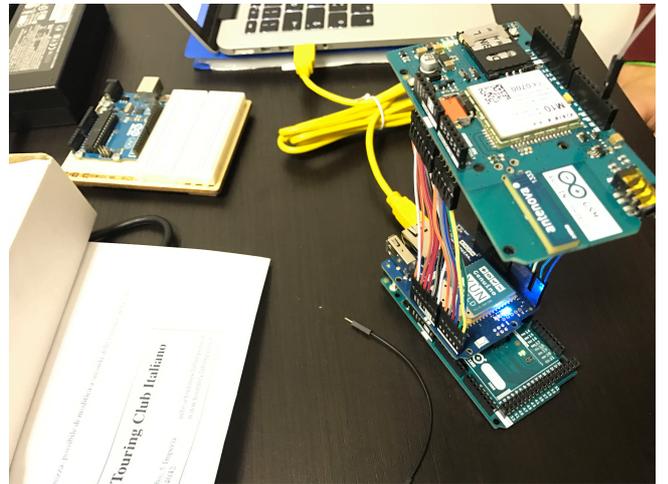
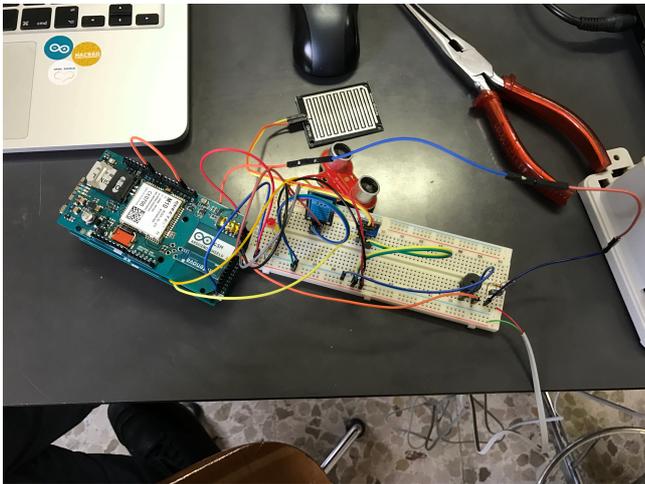
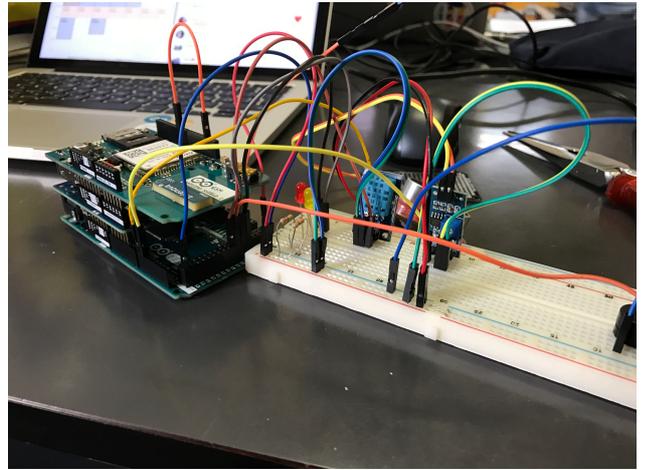
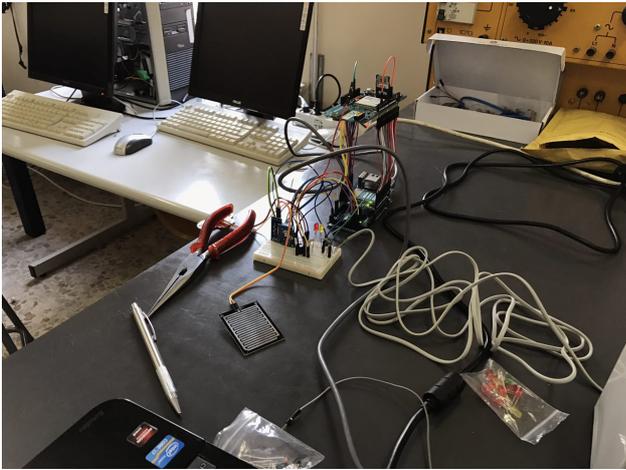
Come indicato nel paragrafo precedente, per un prototipo da installare "sul campo" bisogna prevedere dei costi superiori dovuti alla sostituzione del pannello solare dimostrativo attuale e alla realizzazione di una scatola adeguata per ospitare il prototipo all'esterno. Indicativamente abbiamo stimato tali costi in:

Pannello solare con batteria al piombo: 70,00 €

Realizzazione scatola stagna con progetto open replicabile tramite stampa 3D : 40,00 €

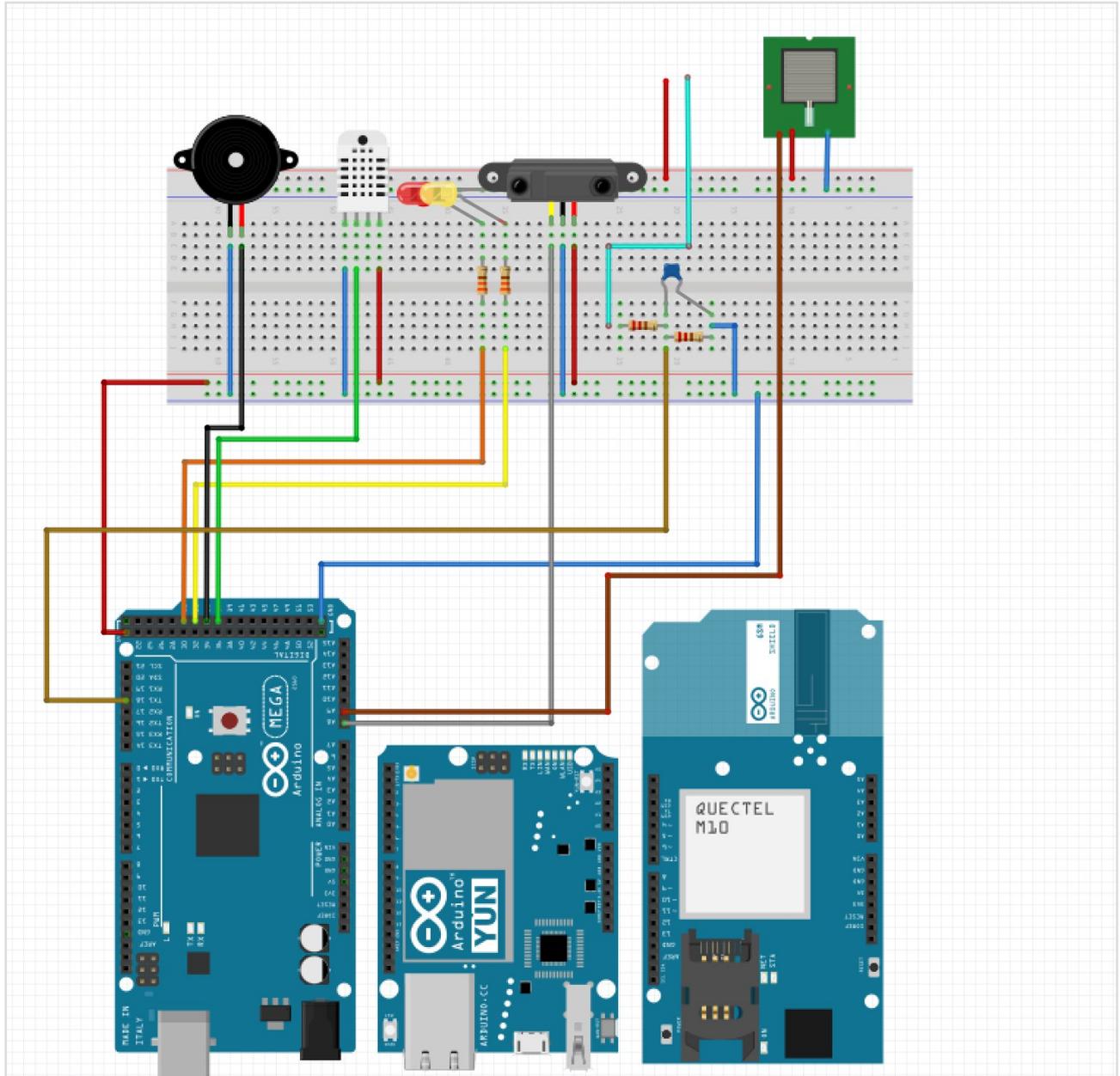
Al momento il pannello solare è installato con una angolazione di 45°, e il dispositivo è pensato per essere installato sopra un corso d'acqua, ad esempio tramite un palo o sfruttando un parapetto di un ponte. Il sensore a ultrasuoni è diretto verso il basso, posizionato sul fondo della scatola, e ha dato risultati affidabili durante i test.

Di seguito alcune schermate della fasi di progettazione e di testing che hanno portato alla realizzazione del prototipo:



Schema di collegamento

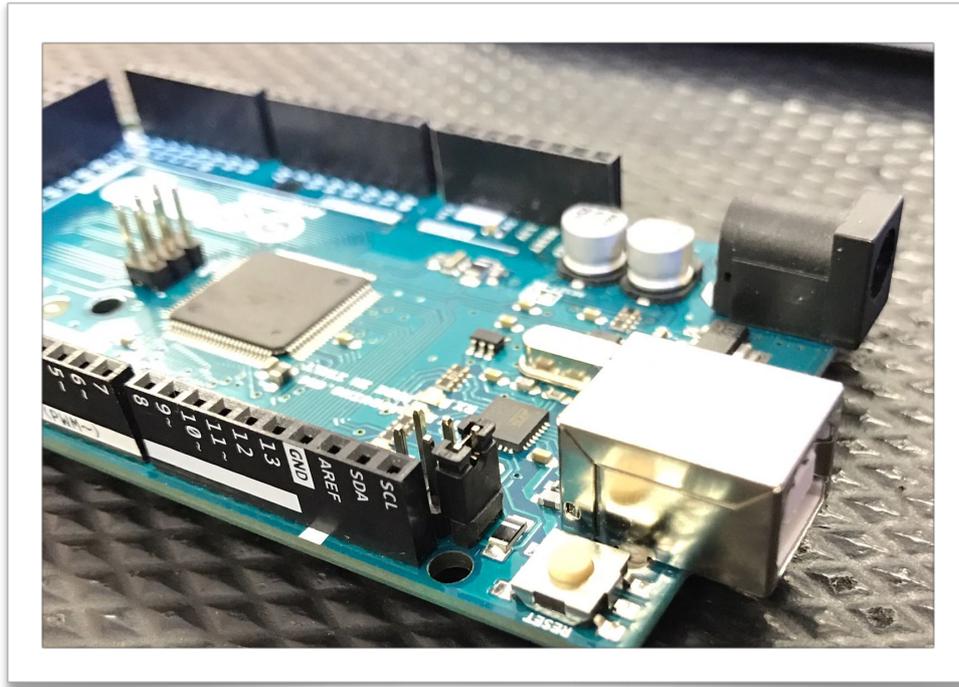
Di seguito lo schema di collegamento:



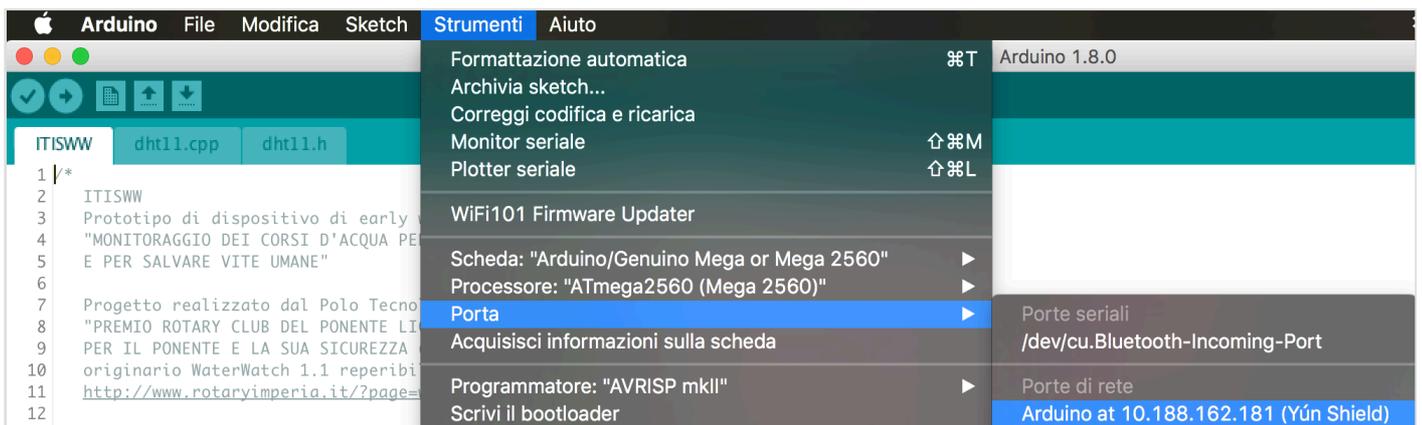
Schema di montaggio

STEP 1:

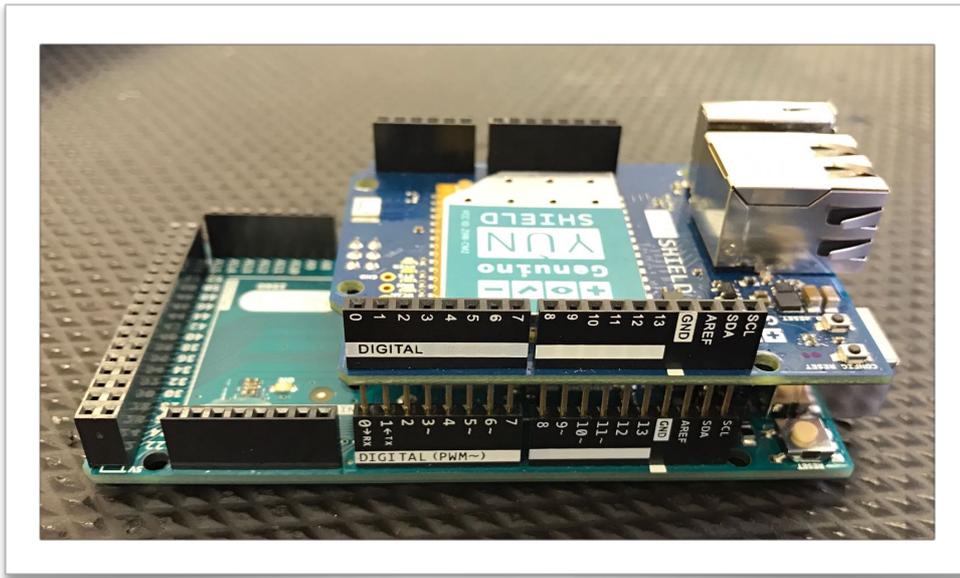
Inserire un ponticello su Arduino Mega come in figura che permette la comunicazione tra la Yun Shield con l'Arduino Mega. **Il piedino non va inserito se si vuole utilizzare la scheda GSM Shield come interfaccia di comunicazione con Internet.**



Attenzione: Quando si utilizza il ponticello sopra descritto lo sketch può essere caricato nell'Arduino solo tramite la porta Wi-Fi dedicata.



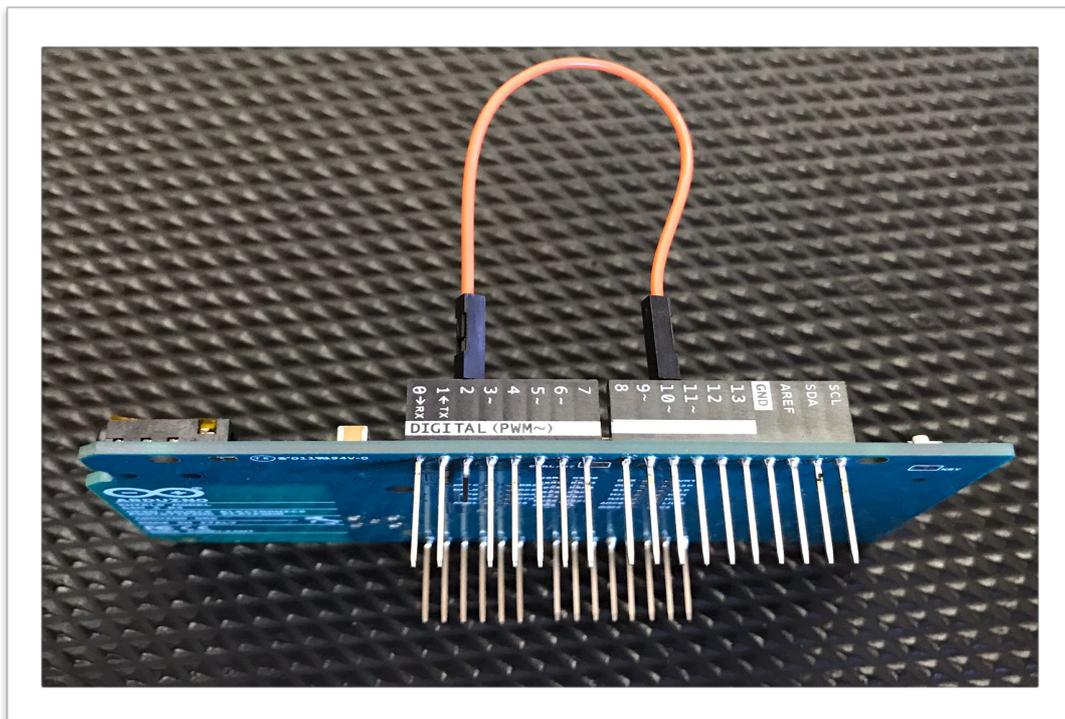
Successivamente collegare Arduino Mega con Yun Shield come nella foto sottostante:



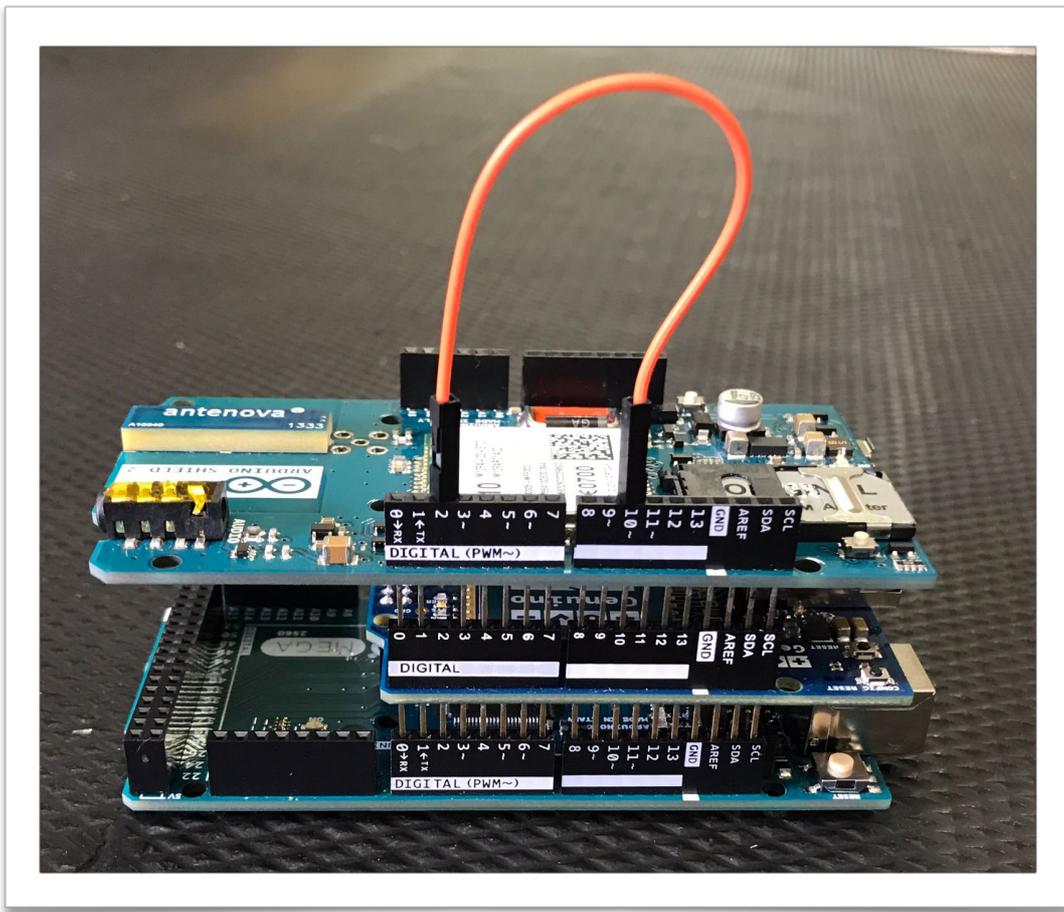
Step 2:

Piegare con una pinza il piedino 2 della scheda GSM Shield 2.

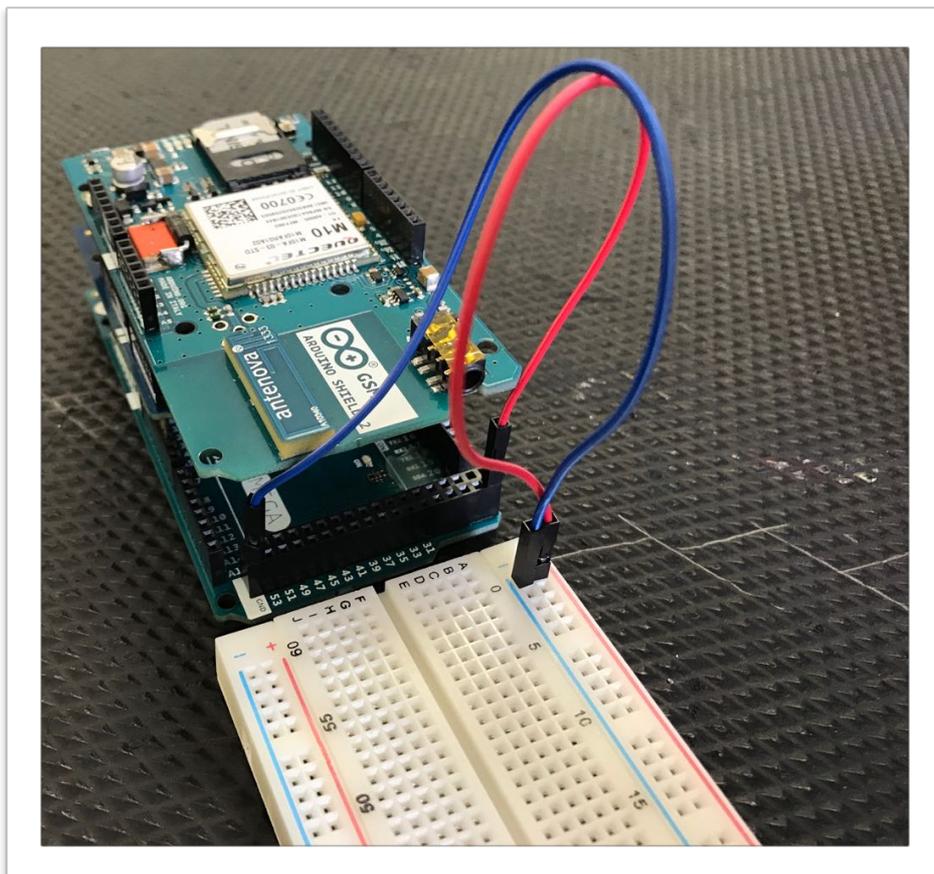
Collegare un ponticello sul piedino 2 e 10 se si utilizza Arduino Mega.



Collegare il blocco sopra assemblato con la scheda come nella foto sottostante:

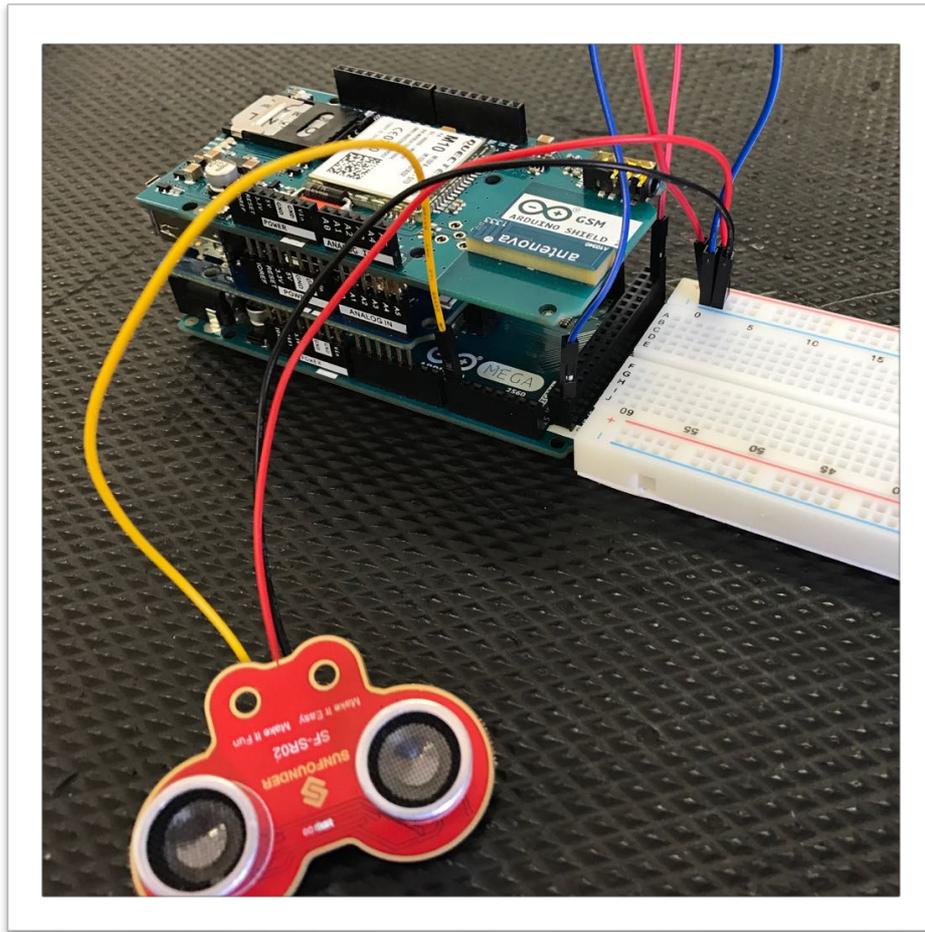


STEP 3:
Collegare i 5V e GND alla breadboard.



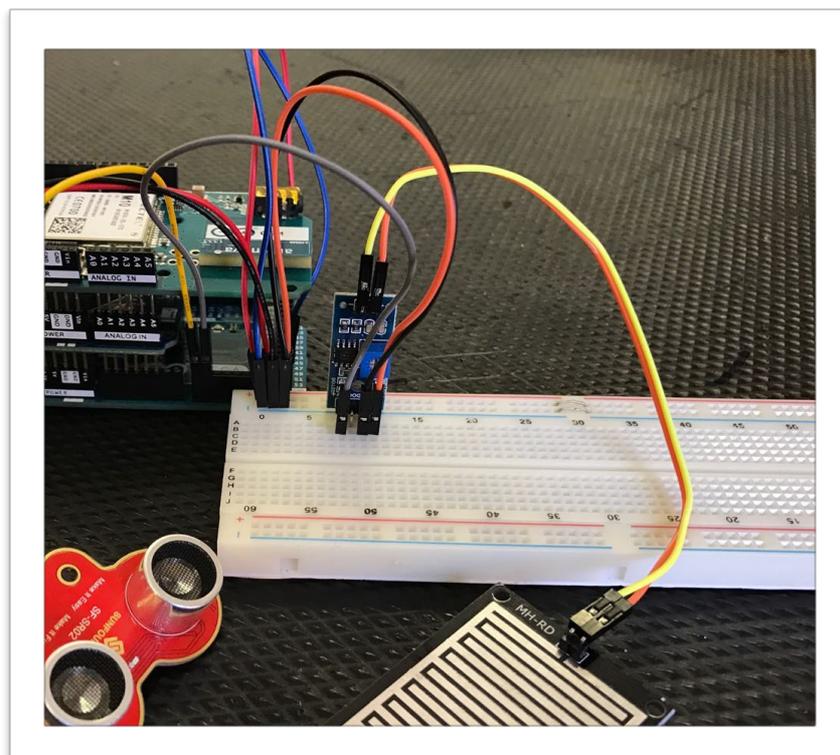
STEP 4:

Collegare il sonar: un piedino a massa, uno a Vcc (5V) e il piedino SIG al piedino A8 del Arduino Mega.



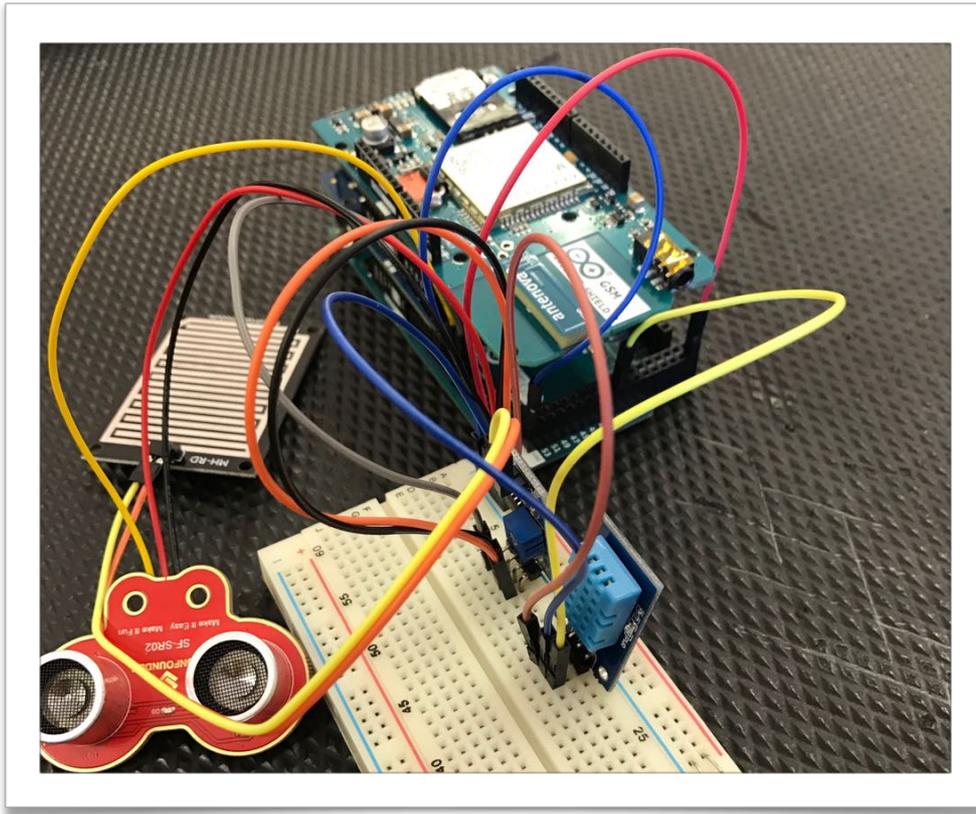
STEP 5:

Collegare sensore di pioggia: Vcc a 5V, Gnd a massa e il piedino AO al piedino A9 dell'Arduino.



STEP 6:

Collegare il sensore DHT11 (temperatura e umidità). Vcc a 5V, Gnd a Massa e DOUT al 37.

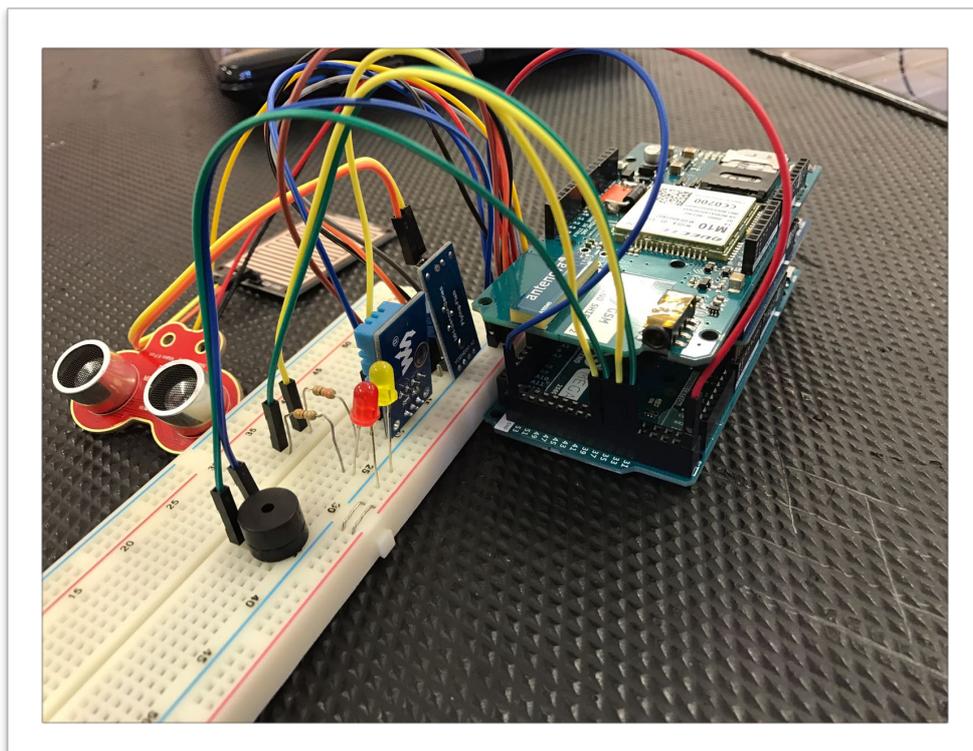


STEP 7:

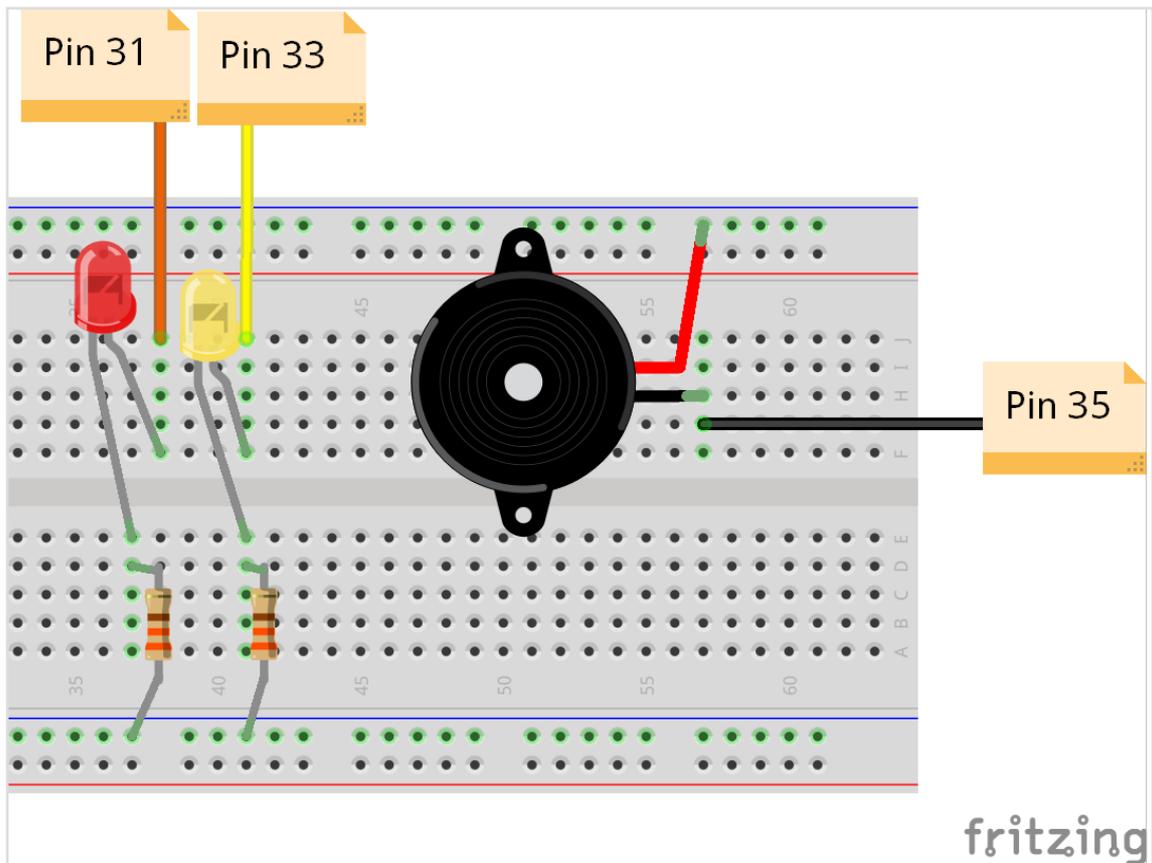
Collegare il buzzer al piedino 35 e i 2 led seguiti da 2 resistenze da 330 Ω dato che vengono alimentati con 5 V.

Led Rosso: Pin 31

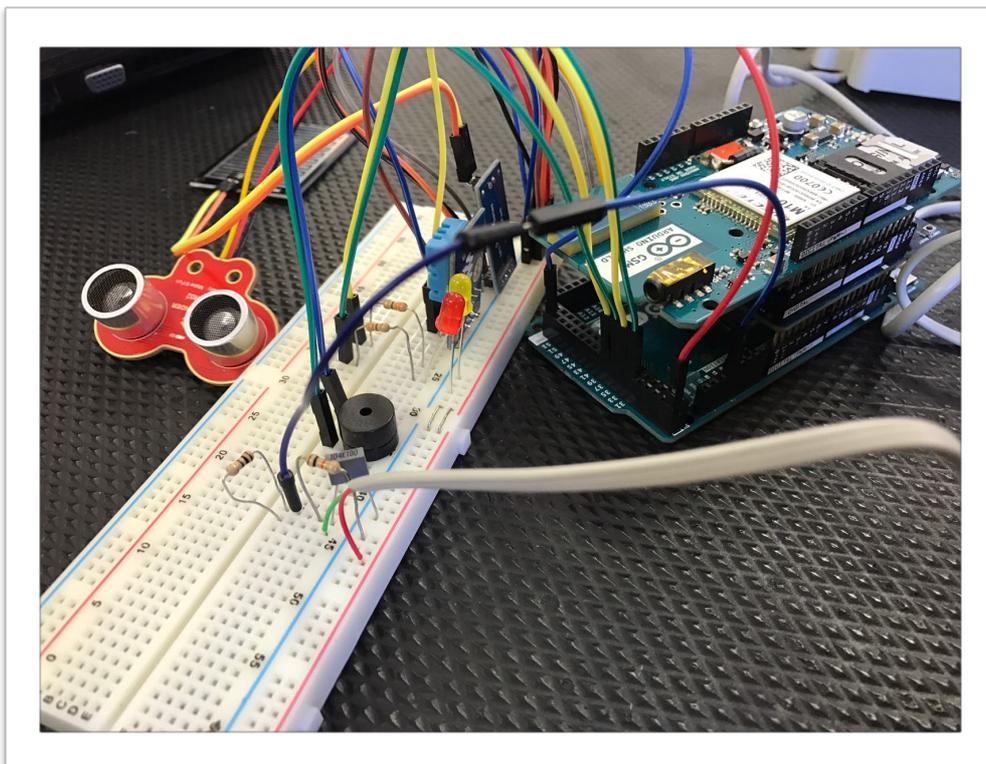
Led Giallo Pin 33



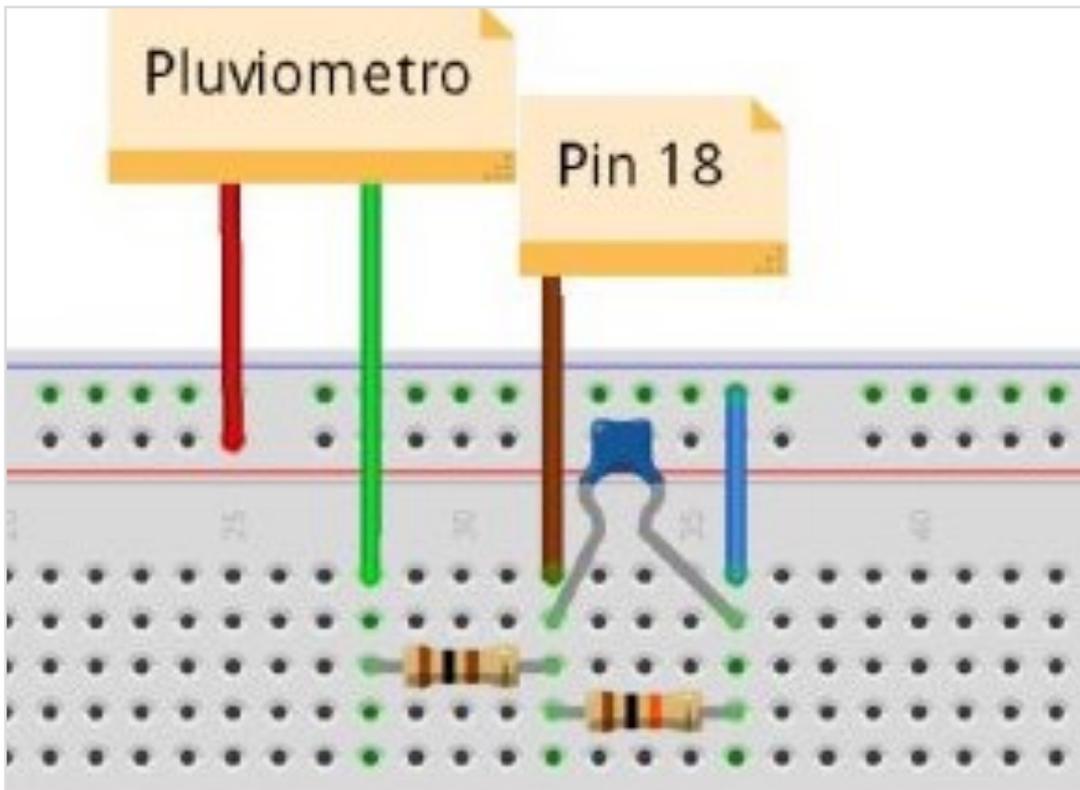
Ecco lo schema elettrico:



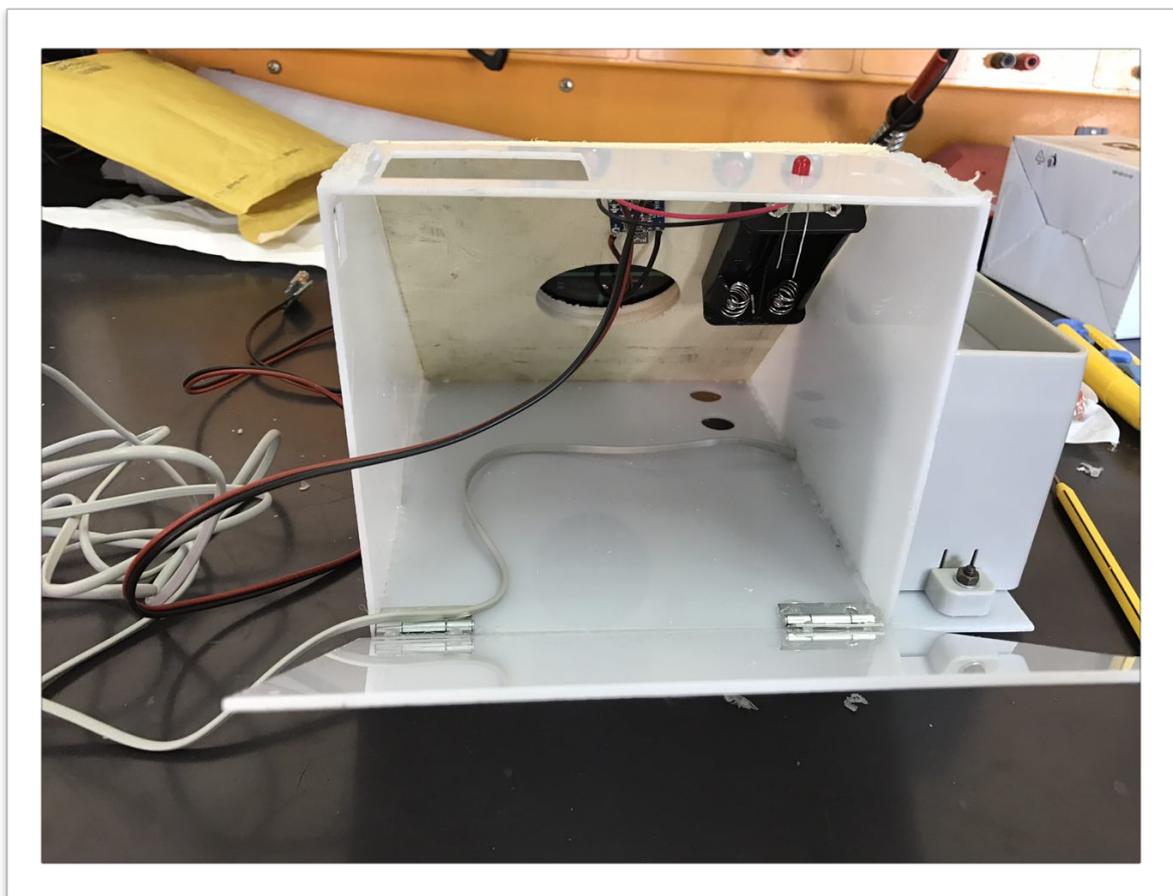
STEP 8:
Collegare il pluviometro al piedino 18.

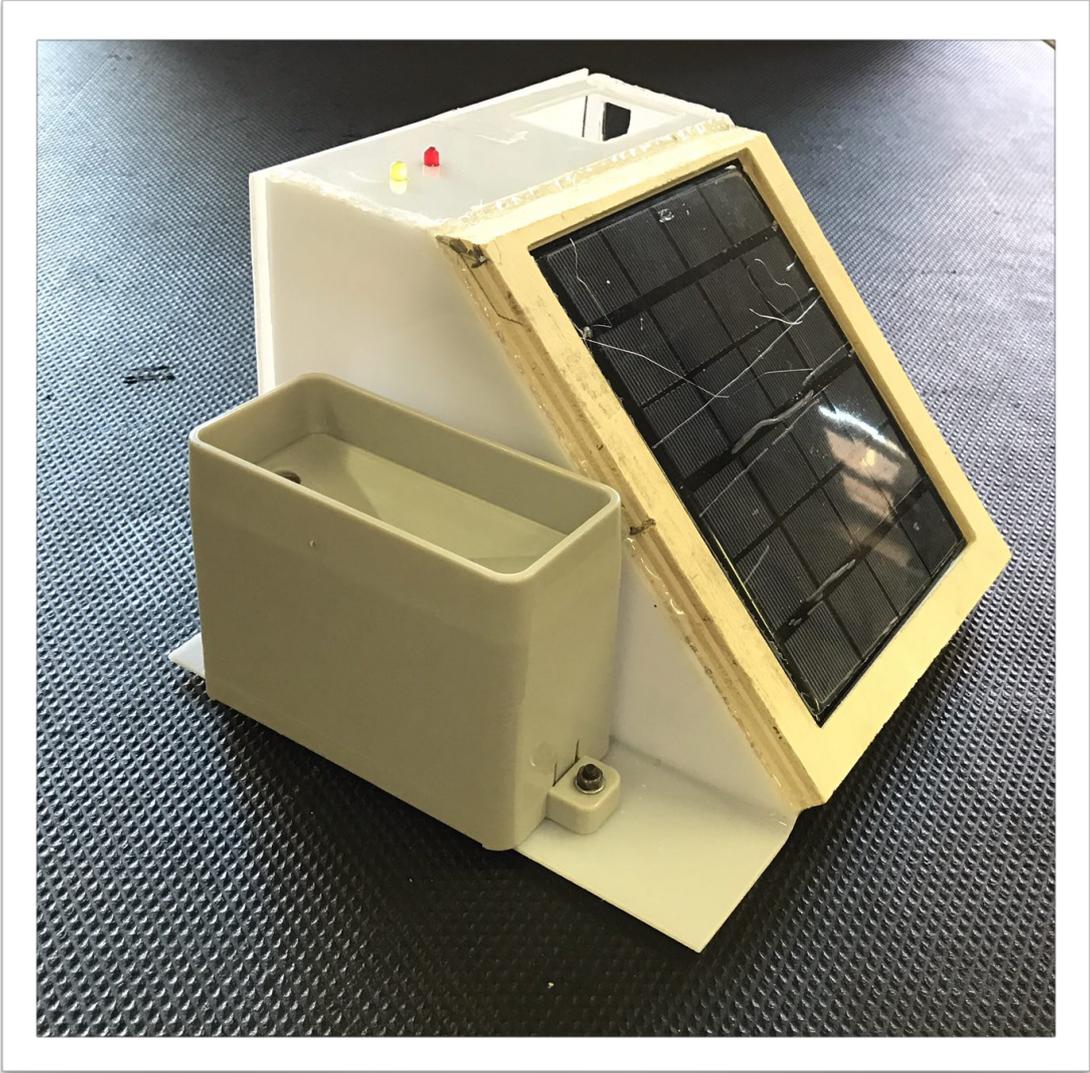


Ecco lo schema elettrico:



Scatola dimostrativa contenente il prototipo





Funzionamento

Il codice del sistema ITISWW è stato progettato nel seguente modo:

- un blocco dedicato alle configurazioni del sistema:
 - PIN di collegamento con i sensori
 - scelta del tipo di connessione (GSM o Wi-Fi)
 - chiavi API di Thingspeak e IFTTT per la pubblicazione online dei risultati e degli allerta
 - codice numerico di identificazione del dispositivo
 - identificativo testuale del dispositivo
 - parametri di configurazione SIM GSM
 - configurazione dei parametri di allerta
 - configurazione degli intervalli di rilevazione
 - configurazione della durata del suono della sirena in condizioni di allerta
- un blocco standard con le funzioni di Arduino setup() e loop()
- un blocco con tutte le funzioni realizzate
- oltre alle librerie per le schede GSM e Wi-Fi è stata utilizzata una sola libreria esterna per il sensore di temperatura e umidità DHT11

Se è attiva la GSM Shield la configurazione Wi-Fi viene ignorata direttamente nel codice.

L'interazione con il servizio IFTTT per la pubblicazione dei messaggi e invio di mail avviene tramite appositi messaggi, attualmente configurati in: BATTERY, AVVIO, ALLERTA0, ALLERTA1, ALLERTA2, ALLERTA3.

Il sistema ha il seguente funzionamento sintetizzato:

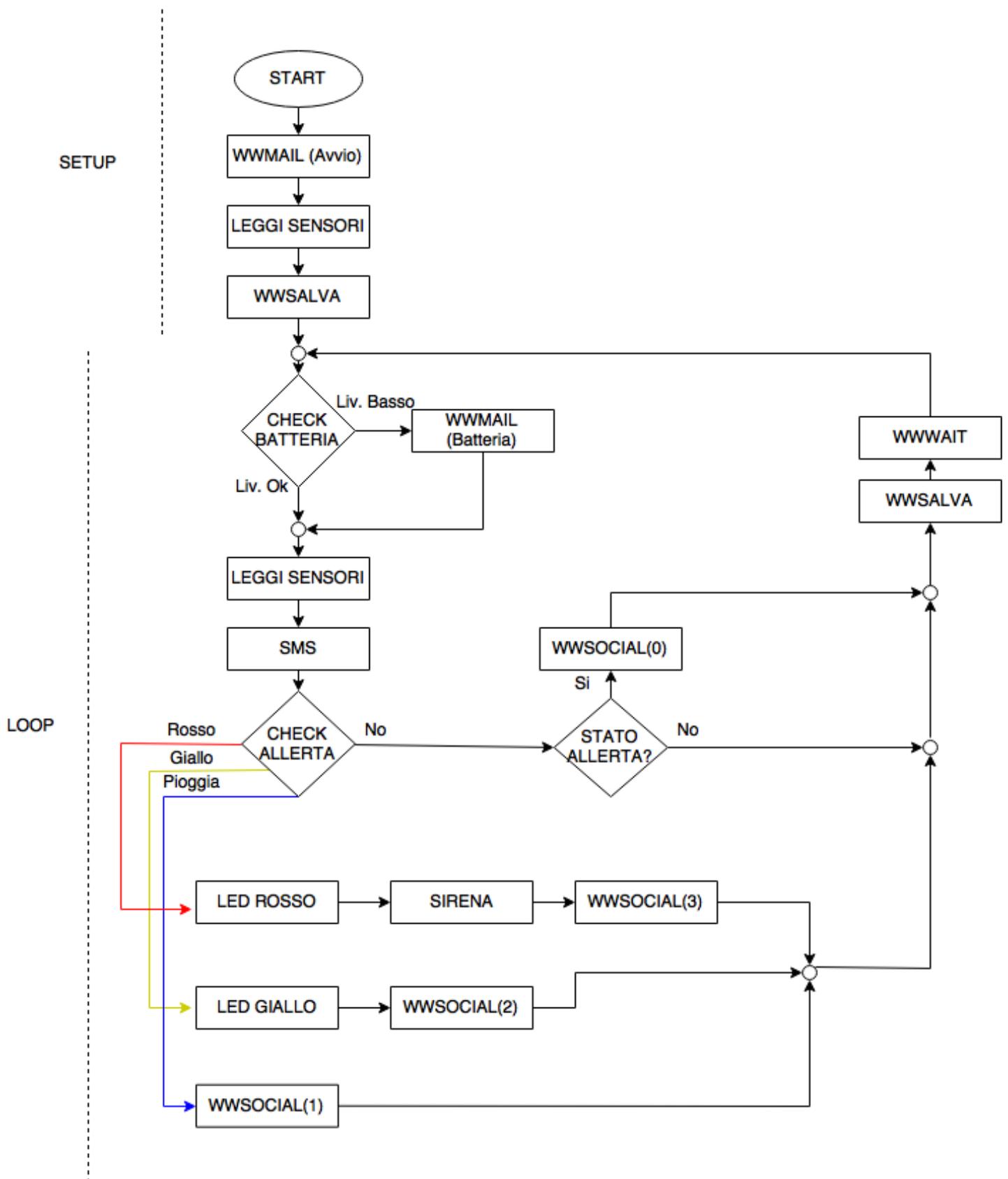
SETUP()

- **AVVIO:** vengono effettuate le impostazioni iniziali, dopodichè viene inviata una mail all'operatore di avviso avvio del dispositivo;
- **LETTURA SENSORI** e salvataggio online su Thingspeak;

LOOP()

- **CONTROLLO BATTERIA:** in caso di livello batteria basso viene inviata una mail all'operatore di avviso;
- **LETTURA SENSORI** e salvataggio online su Thingspeak;
- **CONTROLLO SMS:** se presente una richiesta SMS invia i dati all'operatore sul telefono che ne ha fatto richiesta;
- **CONTROLLO CONDIZIONI DI ALLERTA:** relative azioni da intraprendere sui social, Telegram.
- **ATTESA:** temporizzazione impostata nel sistema per ridurre le rilevazioni in condizioni di normalità del meteo e delle condizioni del corso d'acqua;

Nel diagramma di flusso seguente viene rappresentato schematizzato il funzionamento:



Test e risultati

Durante i test di laboratorio il dispositivo è stato impostato con codice “1234” e chiamato “Demo”. Le rilevazioni avvenivano con frequenza di 30 secondi in stato di normalità, 15 secondi in stato di allerta (per velocizzare i test). La distanza del sonar misurata di attenzione è stata impostata in 100 cm e la soglia di allarme in 30 cm. La rilevazione dell’acqua è stata simulata con un semplice secchio. Di seguito alcune schermate:

Situazione di normalità:

In questa situazione vengono semplicemente inviati i dati a Thingspeak:

I Mie Canali

New Channel

Nome	Creato
 ITISWW	2017-02-10
Private Public Settings API Keys Data Import / Export	

ITISWW

ID Canale: 225666
Author: [itiswaterwatch](#)
Access: Public

Prototipo monitoraggio corsi d'acqua

[Private View](#) [Public View](#) [Channel Settings](#) [Chiavi API](#) [Data Import / Export](#)

[+ Add Visualizations](#)

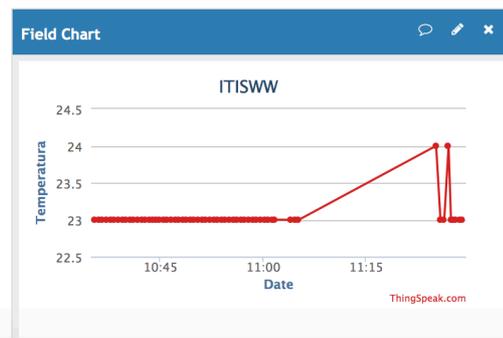
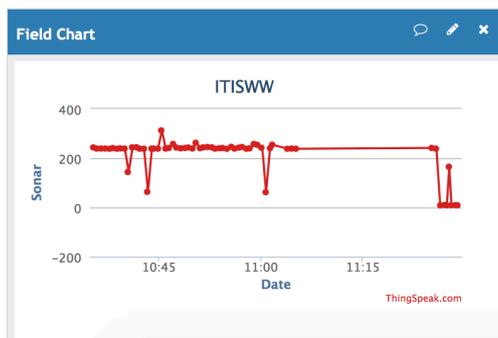
[Data Export](#)

[MATLAB Analysis](#)

[MATLAB Visualization](#)

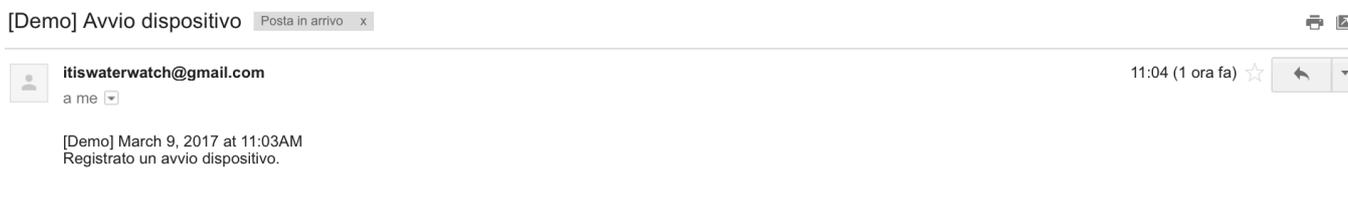
Channel Stats

Creato: [27 days ago](#)
Updated: [about an hour ago](#)
Last entry: [about an hour ago](#)
Entries: 369



Avvio dispositivo:

ogni volta che il sistema si avvia o riavvia viene inviata una mail all'operatore, la mail contiene nell'oggetto e nel corpo la descrizione identificativa del dispositivo (nei nostri test "Demo").



Livello batteria basso:

l'operatore viene avvisato via mail che il livello di batteria del dispositivo è basso, la mail contiene nell'oggetto e nel corpo la descrizione identificativa del dispositivo (nei nostri test "Demo").



Richiesta valori via SMS:

nell'utilizzo con GSM Shield l'operatore può inviare una richiesta valori al dispositivo tramite SMS, conoscendo il codice identificativo del sistema e il numero di cellulare della SIM installata.

N.B. nella schemata la batteria indica 0 poiché durante i test di laboratorio abbiamo spesso utilizzato l'alimentazione da linea non avendo possibilità di ricaricare sempre la batteria da pannello.



Evento piovoso in corso:

quando il sensore di pioggia rileva un evento piovoso in corso vengono inviati gli avvisi sui social e su Telegram:



ITIS Water Watch

Publicato da IFTTT [?] · 3 marzo alle ore 11:19 · 🌐



[Demo] March 3, 2017 at 11:19AM: Evento piovoso in corso.

Metti in evidenza il post

👍 Mi piace

💬 Commenta

➦ Condividi



Soglia di attenzione superata:

quando il sonar rileva una condizione di allerta da soglia di attenzione superata vengono inviati gli avvisi sui social e su Telegram:



ITIS Water Watch

Publicato da IFTTT [?] · 1 h · 🌐



[Demo] March 9, 2017 at 11:01AM: Allerta Gialla - Livello attenzione superato. ATTENZIONE.

Metti in evidenza il post

👍 Mi piace

💬 Commenta

➦ Condividi



Soglia di pericolo superata:

quando il sonar rileva una condizione di allerta da soglia di pericolo superata vengono inviati gli avvisi sui social e su Telegram:



ITIS Water Watch

Pubblicato da IFTTT [?] · 57 minuti fa · 🌐

[Demo] March 9, 2017 at 11:27AM: Allerta Rossa - Livello sicurezza superato. PERICOLO.

Metti in evidenza il post

👍 Mi piace

💬 Commenta

➦ Condividi



Allerta cessato:

quando cessano le condizioni di allerta o gli eventi piovosi viene notificato sui social e su Telegram:



ITIS Water Watch

Pubblicato da IFTTT [?] · 1 h · 🌐

[Demo] March 9, 2017 at 11:01AM: Livelli di sicurezza nella norma, nessun evento piovoso in corso.

Metti in evidenza il post

👍 Mi piace

💬 Commenta

➦ Condividi



Di seguito alcuni screenshot dei canali utilizzati durante i test:

PAGINA FACEBOOK PUBBLICA

The screenshot displays the public Facebook page for 'ITIS Water Watch'. The page header includes the Facebook logo, the name 'ITIS Water Watch', and a search bar. Below the header are navigation tabs: 'Pagina', 'Messaggi', 'Notifiche', 'Insights', and 'Strumenti di pubblicazione'. The main content area features three posts, each with a profile picture (an eye icon above wavy lines), the name 'ITIS Water Watch', and the text 'Pubblicato da IFTTT [?] · 1 h · [privacy icon]'. The posts contain the following text:

- Post 1: "[Demo] March 9, 2017 at 11:01AM: Livelli di sicurezza nella norma, nessun evento piovoso in corso."
- Post 2: "[Demo] March 9, 2017 at 11:01AM: Allerta Gialla - Livello attenzione superato. ATTENZIONE."
- Post 3: "[Demo] March 9, 2017 at 10:44AM: Livelli di sicurezza nella norma, nessun evento piovoso in corso."

Each post includes a 'Metti in evidenza il post' button and interaction options: 'Mi piace', 'Commenta', and 'Condividi'. The left sidebar contains the page name 'ITIS Water Watch', the creation date 'Crea @nomeutente della Pagina', and a navigation menu with 'Home', 'Post', 'Video', 'Foto', 'Informazioni', and 'Persone a cui piace'. A 'Promote' button is also visible at the bottom of the sidebar.

PROFILO TWITTER PUBBLICO



Water Watch
@ITISWaterWatch

TWEET **107**

FOLLOWER **2**

- Tendenze · Modifica
- #9marzo
2.566 Tweet
 - #inQuesto
2.318 Tweet
 - #NANKURUNAISA
 - #flattax
1.322 Tweet
 - #OMPAY17
 - #MyDay
 - #JuveMilan
1.995 Tweet
 - #AssinformDATI2017
 - #RemuntadaBarca

- Che c'è di nuovo?
-  **Water Watch** @ITISWaterWatch · 50 min
[Demo] March 9, 2017 at 11:28AM: Allerta Rossa - Livello sicurezza superato. PERICOLO.
 -  **Water Watch** @ITISWaterWatch · 51 min
[Demo] March 9, 2017 at 11:28AM: Livelli di sicurezza nella norma, nessun evento piovoso in corso.
 -  **Water Watch** @ITISWaterWatch · 52 min
[Demo] March 9, 2017 at 11:27AM: Allerta Rossa - Livello sicurezza superato. PERICOLO.
 -  **Water Watch** @ITISWaterWatch · 1 h
[Demo] March 9, 2017 at 11:01AM: Livelli di sicurezza nella norma, nessun evento piovoso in corso.
 -  **Water Watch** @ITISWaterWatch · 1 h
[Demo] March 9, 2017 at 11:01AM: Allerta Gialla - Livello attenzione superato. ATTENZIONE.

CANALE TELEGRAM PUBBLICO

The screenshot shows the profile page of the Telegram channel 'ITIS Water Watch'. At the top, there is a blue header with a back arrow, a profile picture of an eye over waves, and the channel name 'ITIS Water Watch' with the subtitle 'canale pubblico'. Below the header, there is a camera icon for adding media. The main content area contains an information icon followed by the text: 'Canale dimostrativo Water Watch per le allerta del livello dei corsi d'acqua'. Below this, the channel's handle '@waterwatch' and its t.me link 't.me/waterwatch' are displayed. At the bottom, there is a menu with four items: 'Notifiche' (No), 'Media condivisi' (0), 'Membri' (7), and 'Amministratori' (5).

The screenshot shows a chat history for the 'ITIS Water Watch' channel. The header includes a back arrow, the channel profile picture, the name 'ITIS Water Wat...', and '7 membri'. The chat contains several messages, all starting with '[Demo] March 3, 2017 at'. The messages report on water level safety: '11:53AM: Livelli di sicurezza nella norma, nessun evento piovoso in corso.', '11:54AM: Allerta Gialla - Livello attenzione superato.', '12:32PM: Allerta Rossa - Livello sicurezza superato. PERICOLO.', and '12:33PM: Livelli di sicurezza nella norma, nessun evento piovoso in corso.'. Each message has a view count of 11 and a timestamp. At the bottom, there is a 'Post' button with a smiley face icon, and icons for notifications, attachments, and voice recording.

Con l'utilizzo tramite rete Wi-Fi il funzionamento è stato complessivamente stabile e affidabile. Sono stati riscontrati invece saltuari problemi di perdita di connessione temporanea con la rete dati GSM, pertanto è stato inserito nel codice un sistema che simula il reset software per riconnettere la scheda, che avviene dopo 3 tentativi falliti di comunicazione nell'invio di allerta e aggiornamenti dati.

La precisione del sonar è stata elevata, tuttavia per questioni di sicurezza abbiamo considerato di escludere la rilevazione tra i 6 e i 7 metri, limite costruttivo del sensore.

Sviluppi futuri

Per ovviare alla perdita di dati dovuta alle eventuali mancate comunicazioni GSM/Wi-Fi e al reset è possibile utilizzare il supporto alle memorie USB della YUN Shield per memorizzarvi tutti i dati raccolti, ma andrà prevista una modalità di “svuotamento” in caso di raggiungimento della capacità massima della memoria.

Sfruttando il Maker Channel di IFTTT per l'interazione con numerosi servizi internet (Facebook, Twitter, Telegram, Gmail ad esempio che abbiamo utilizzato) abbiamo previsto come sviluppo futuro, che sarà portato avanti durante questo Anno Scolastico dal Laboratorio di TPSIT dell'ITIS, anche la possibilità di utilizzare un semplice modulo camera CMOS (costo di circa 20,00 €) per acquisire una foto della situazione del corso d'acqua sia su richiesta dell'operatore, sia per la pubblicazione sui social e su Telegram al verificarsi degli allerta. Dato il riscaldamento dovuto ai componenti e al calore dei mesi più caldi, trovandosi il dispositivo installato a contatto con i raggi solari per utilizzare il pannello, si è pensato inoltre di integrare una piccola ventola nella scatola che si attiva al superamento di una temperatura interna elevata, verificata tramite un ulteriore sensore di temperatura (costo di circa 10,00 €).

Crediti

Realizzazione del prototipo:

Giacomo Galletti - Studente 5B ITIS ind. Informatica e TLC

Andrea Ruo - Studente 5B ITIS ind. Informatica e TLC

Referente progetto: Ing. Simone Zanella - Docente TPSIT

Contributi: Giuseppe Murzio, ITP Itis, per la stampa 3D e il montaggio della scatola, Lino Addiego, ITP Itis, per la saldatura del pannello solare e la stampa della scheda PCB, Romano Calcagno, Tecnico di Laboratorio ITIS, per supporto nella realizzazione della scatola, FabLab Imperia, per supporto nella stampa 3D della scatola.



Link

ITIS Imperia: <http://www.polotecnologicoimperiese.gov.it/>

(dove sarà pubblicato tutto il materiale, il codice e la documentazione con licenza open)

Pagina Facebook: <https://goo.gl/fKXoU8>

Canale Twitter: <https://goo.gl/G0L6AS>

Canale Telegram: <https://telegram.me/waterwatch>

Canale Thingspeak “Demo”: <https://thingspeak.com/channels/225666>