

Nivel Secundario - Modalidad Técnica profesional (Ciclo Orientado)

# DAT.AR.ZI

## Dispositivo de Alertas Tempranas y Atenuador de Riesgos para Zonas Inundables

ÁREA TEMÁTICA - AMBIENTE NATURAL, SOCIAL Y TECNOLÓGICO

ET. N°36 D.E N°15 “Almirante Guillermo Brown” – 24 de agosto de 2015

### **Autores:**

Constanza Calcagno- 19 años- 24/07/1996  
D.U 39.671.000  
6to 1era- Especialidad Computación Ciclo Orientado

Miranda Peixer- 18 años- 04/10/1996  
D.U 39.912.638  
6to 1era- Especialidad Computación Ciclo Orientado

### **Docente a cargo:**

Maximiliano Urso  
D.U 31.735.366  
Profesor de Redes  
5to 3ra Especialidad Computación Ciclo Orientado

### **Colaboradores:**

Diego Trotta- 20 años -23/09/1994-6to 1era Especialidad Computación Ciclo Orientado  
Rol: Colaborador en la programación de Arduino, Web y Bases de Datos.

Carlos Ciganotto – Ingeniero Electrónico – Asesor Científico

**INDICE**

Resumen.....3

Introducción.....4

Desarrollo.....6

Resultados Obtenidos.....21

Discusión.....24

Conclusiones.....25

Bibliografía consultada.....26

Agradecimientos.....27

Luego de realizar trabajos sociales en el Barrio Mitre, ubicado en las cercanías de nuestra escuela en CABA, descubrimos que la gran problemática que tiene éste como otros barrios populares son las inundaciones. Hablando con los vecinos, nos enteramos que la inundación del 2/4/2013 no pudo prevenirse ya que ocurrió en la madrugada.

Analizando esta problemática social, se nos ocurrió desarrollar el DAT.AR.ZI. Este dispositivo cuenta con un sensor que detectará niveles de agua y enviará diferentes alertas a Defensa Civil mediante una placa WiFi y una conexión a internet. Además, cuando el agua llegue a determinado nivel, una bomba extractora se activará para disminuir la misma y de no ser posible, se cortará la electricidad y se activarán luces de emergencia que ayudarán a la evacuación. El costo del proyecto a nivel prototipo fue de \$2000, contamos con el apoyo de la cooperadora y directivos quienes se hicieron cargo de todos los gastos necesarios.

El deseo es que el DATARZI pueda ser implementado en todas las zonas que sea necesario, para mejorar la calidad de vida de los sectores más vulnerables.

DAT.AR.ZI comienza a mediados del 2015 luego de un constante trabajo social llevado a cabo por los integrantes del proyecto en el Barrio Mitre, ubicado en la localidad de Saavedra a pocas cuadras de la Escuela Técnica N° 36. El Barrio Mitre está compuesto de 16 manzanas y ubicado entre las calles Correa, Posta, Arias y Melián; limitando actualmente con el nuevo Shopping DOT.

Durante el año 2014, varios estudiantes de la Escuela asistieron junto a un docente, en el marco de una práctica de la materia Redes del quinto año de la especialidad Computación, a realizar la instalación de la Red de Datos en la nueva sala de Computación del Centro Comunitario del barrio. Luego de eso, varios de ellos continuaron asistiendo a colaborar con el barrio de distintas maneras: dando clases de computación para adultos, un taller de reparación de computadoras o asistiendo en espacios de recreación para niños.

A partir del contacto con los vecinos e integrantes del Centro Comunitario, se descubrió a lo largo de este año que la principal problemática que sufre este barrio popular son las inundaciones, como la más recientemente ocurrida en el año 2013. Varios factores se combinaron a las lluvias intensas para generar esta situación: El barrio se encuentra en una zona baja de la C.A.B.A., no tenía la suficiente infraestructura para soportar lluvias intensas, no se encontraban en óptimas condiciones de limpieza las tuberías de desagüe y la reciente instalación del Shopping DOT y la extracción del agua de los estacionamientos subterráneos, entre otros.

El principal antecedente que se tiene para justificar la decisión de implementar el presente proyecto fueron las inundaciones del 2 de abril del 2013, ya que los vecinos manifestaron que no pudieron evacuar a tiempo debido a que ocurrió durante la madrugada y no tuvieron forma de ser alertados.

Dada la formación técnica de los estudiantes y el docente que asisten permanentemente al barrio a colaborar voluntariamente, es que se decidió que mediante los contenidos vistos en la formación de los técnicos en computación sobre programación, redes y bases de datos, era posible implementar un dispositivo automático que permita monitorear, alertar y reaccionar de manera automática ante este tipo de fenómenos. Ahí surge la idea del DATARZI - Dispositivo de Alerta Temprana y Atenuador de Riesgos para Zonas Inundables.

Inicialmente, este dispositivo se ideó para que emita una señal sonora a los vecinos del Barrio de Saavedra, en caso de producirse una inundación. Al pasar el tiempo, se le fueron agregando las demás funciones, como ser la activación de una bomba de agua para que la expulse hacia zonas autorizadas, el corte del suministro de energía y la implementación de luces de emergencia en diferentes esquinas para evitar cortocircuitos y accidentes, hasta llegar a lo que actualmente es: un dispositivo de alerta temprana que no solamente realiza las funciones anteriormente mencionadas sino que también permite alertar, a través de una placa WiFi y una conexión a internet a centrales de monitoreo continuo de organismos como Defensa Civil, a la vez que permite generar informes y estadísticas

para que puedan atenuarse los riesgos y detectarse lo antes posible, para así mejorar la calidad de vida de las personas.

El objetivo del DATARZI es justamente alertar a los vecinos y a los organismos estatales competentes en tiempo real de manera de atenuar los riesgos y consecuencias cuando estas situaciones ocurran para así poder tomar las medidas necesarias y no sufrir nuevamente la terrible situación de una fuerte tormenta o de cualquier inundación causada por otro factor.

Desde este equipo de trabajo se cree que la implementación e instalación de este tipo de dispositivos en las zonas más vulnerables y propensas a inundaciones, ayudará de manera significativa a abordar la situación y reducir el impacto relacionado con estos fenómenos naturales.

### Investigación previa, consulta a especialistas:

A lo largo de la investigación previa y desarrollo del proyecto, se consultó con varios especialistas de diferentes disciplinas y orígenes, los cuales informaron y ayudaron a decidir diferentes cuestiones en relación al proyecto:

#### **1) Referentes del Centro Comunitario Barrio Mitre y vecinos del Barrio:**

Los mismos informaron cuáles habían sido las causas que se fueron dando para la gran inundación de abril de 2013, como ser la poca capacidad de los desagües del barrio ante una tormenta de semejante magnitud, el estado de mantenimiento de los mismos, el horario de madrugada en el que se produjo la tormenta, la reciente instalación del Shopping DOT y la extracción de agua hacia el arroyo Medrano, etc.

#### **2) Estudiantes avanzados de Carreras como Cs. De la Atmósfera y Oceanografía de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires:**

Una meteoróloga especializada en el tema comentó que no sólo el inconveniente eran las fuertes lluvias sino también el crecimiento del Arroyo Medrano, el cual sigue su curso bajo la Avenida Ruiz Huidobro y la Avenida García del Río, cercanas al barrio Mitre.

Oceanógrafos también informaron que hay otros factores que producen las inundaciones, sin que necesariamente haya tormentas como pueden ser crecidas de ríos o sudestadas. Incluso lluvias en otros países limítrofes que puedan traer más nivel de agua por los cursos de los principales ríos.

#### **3) Especialistas en Nanotecnología – Investigador de la Universidad Nacional de La Plata - INIFTA**

A partir del concurso impulsado por la Fundación Argentina de Nanotecnología, se pensó si este tipo de tecnología podía ser útil para el proyecto y para la problemática general. Surgió entonces la idea de averiguar sobre la utilidad, o no, que pudieran dar las pinturas hidrofóbicas. Se estableció comunicación con referentes de la fundación mencionada y luego con un investigador sobre pinturas hidrofóbicas, quien señaló la absoluta viabilidad y utilidad que puede tener este tipo de pinturas, para proteger diversos materiales como paredes, muebles, etc; y con esto reducir el deterioro ante el contacto con el agua.

#### **4) Ingenieros electrónicos, docentes de la escuela**

Varios docentes del establecimiento, con formación de ingenieros electrónicos, aportaron su conocimiento y experiencia sobre esa temática muy útil para el desarrollo del proyecto. De esta manera, se pudo liberar a los estudiantes de abordar y tener que realizar investigaciones sobre temáticas específicas que no son parte directa de su formación como técnicos en computación, siendo una gran ayuda que permitió reducir el tiempo significativamente.

## 5) Miembros de la Empresa AySA

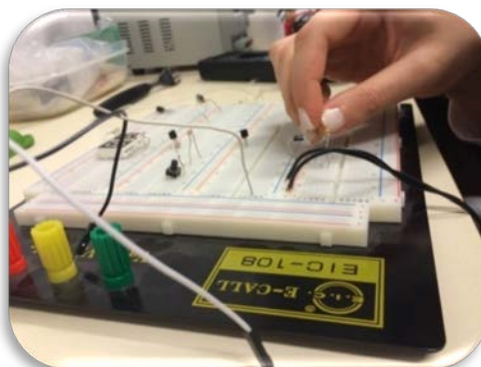
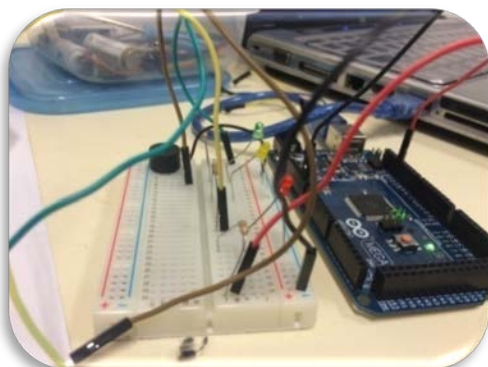
Se consultó a conocidos quienes trabajan actualmente en esta empresa, sobre la factibilidad y la utilidad en la implementación dispositivos similares al presentado en la presente propuesta. Si bien no se llegó a realizar las reuniones que estaban pactadas, se hizo llegar a los integrantes del proyecto materiales significativos como las curvas de nivel de la CABA (para evaluar los posibles lugares donde se puedan instalar los sensores) y planos de redes de desagües del Barrio Mitre; además del apoyo a este tipo de iniciativas educativas y técnicas por parte de esta empresa. Quedará para el futuro concretar las reuniones pautadas

## 6) Miembros del Laboratorio de Robótica y Sistemas Embebidos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires

Estos especialistas investigadores en robótica, aportaron sus conocimientos y sus instalaciones para poder desarrollar las placas electrónicas que fueron necesarias para la implementación del presente proyecto. De la misma forma, manifestaron su apoyo a la iniciativa.

### Comienzo del desarrollo

Luego de discutir la idea inicial sobre “Alarma sonora para inundaciones”; se decidió refinar la idea para llegar a un dispositivo más complejo que pueda reaccionar ante distintas mediciones y realizar diferentes acciones. Se definió que el vínculo entre estas dos etapas, estaría dada por la programación de una placa inteligente llamada Arduino. En particular se utilizará la versión Arduino Mega, por tener más capacidad y cantidad de entradas/salidas. La misma venía siendo utilizada en los talleres de robótica dictados en la escuela, junto con placas de ensayo y diferentes componentes y circuitos electrónicos provistos por el docente.



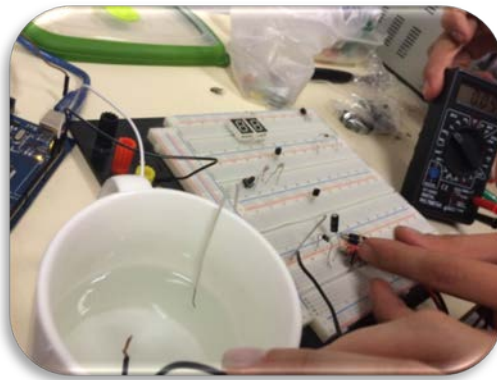
*Placa Arduino y Protoboard*

Con la idea en mente de realizar un dispositivo que permita sensar niveles de agua y actuar de distintas maneras ante estas mediciones, se comenzó por decidir cuál sería la mejor manera de medir niveles de agua.

### Elección del sensor de niveles de agua

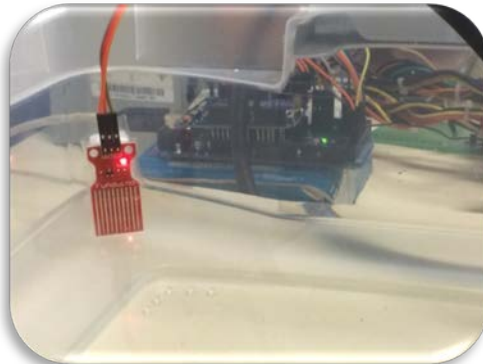
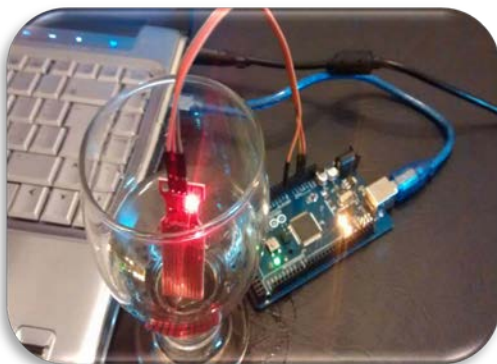
Inicialmente se halló por internet la existencia de un sensor de niveles de agua que es compatible con la placa Arduino, llamado Funduino. El problema inicial fue que dicho sensor sólo se encontraba a 400km de Buenos Aires, en la ciudad de Mar del Plata.

Se consultó con el asesor científico, Ingeniero en electrónica y docente del establecimiento y surgió otra posibilidad, a priori más económica, que era la de medir diferentes niveles de agua con dos transformadores de corriente alterna en la que se expondrían dos cables por cada nivel y se detectarían los niveles de agua cuando la misma cerrase los circuitos de cada uno de estos cables. Es decir, el agua funcionaría como llave. Se realizaron pruebas con este tipo de sensor, que luego fue descartado.



### *Sensor de niveles de agua con transformadores*

El problema que analizamos con esta segunda opción, es que debía incluir más complejidad en circuitos para medir la señal correctamente, además de que luego resultó ser más o menos del mismo precio que el sensor Funduino.

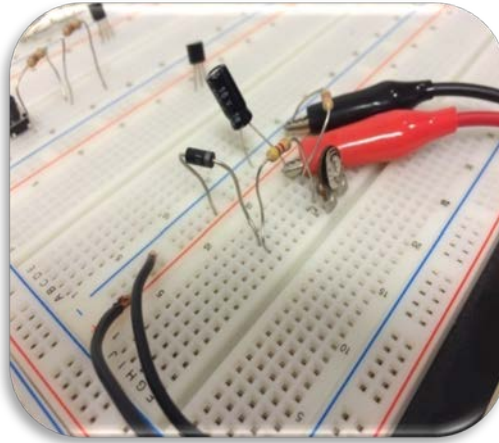


### *Sensor de niveles de agua Funduino*

Más allá de que por simpleza se adoptó la primer opción, no se descarta que la segunda opción para el sensado de niveles de agua, pueda ser utilizada a escala real en un futuro.



Para toda esta etapa de análisis de sensores y para la toma de decisiones, se reforzaron los conocimientos sobre la utilización de diferentes herramientas y materiales. Por ejemplo fuente de alimentación, protoboards y se utilizaron diferentes placas, cables, fuentes de computadoras para regular el voltaje del motor extractor de agua, medidores de corriente y voltaje, resistencias y un relé para cuando fue necesario un cambio en la intensidad, ya que no todos los dispositivos manejaban el mismo voltaje; por ejemplo los motores y la placa Arduino.



#### Desarrollo de la maqueta/prototipo:

Una vez elegido el sensor, se comenzaron a definir las escalas y presentación de la maqueta/prototipo que simulara ser una zona inundable. Se definieron las medidas para que sea en escala con el sensor elegido, se discutieron las posibilidades de que fueran una o varias casas para la maqueta/prototipo y se definió que la zona inundable sería representada por una sola casa con dimensiones proporcionales al sensor adoptado y se utilizaría un recipiente de vidrio o plástico para ser llenado de agua y simular una inundación.

Luego de discutir sobre los materiales y su resistencia al agua, la maqueta se realizó con materiales como pastapiedra en su interior y exterior-para evitar la filtración del agua-, pinturas acrílicas y barnices que asegurasen la resistencia de los materiales a todas las pruebas necesarias.



### Desarrollo del Algoritmo principal

Una vez que se obtuvo el sensor de niveles de agua, se comenzó con el desarrollo del algoritmo principal, que sería tan simple como medir los diferentes valores del sensor, y actuar en consecuencia.

Se definieron entonces cuatro niveles a sensar, que en la representación de la maqueta/prototipo, sería representada por, y trasladando a un ejemplo de lo que podrían ser medidas reales, quedarían:

#### **1<sup>er</sup> nivel – “Alerta Verde”:**

Desde la calle hasta el cordón de la vereda. (De 0 a 0,20 mts).

#### **2do nivel - “Alerta Amarillo”:**

Desde el cordón de la vereda al borde de la puerta. (0,20 a 0,5 mts)

#### **3<sup>er</sup> nivel - “Alerta Naranja”:**

Desde el borde de la puerta a la altura bajo los toma corrientes (0,5 a 1 metro).

#### **4to nivel - “Alerta Roja”:**

Más arriba de la altura bajo los tomacorrientes. (Mayor a 1 metro).

Por supuesto que se tomaron estos parámetros a modo de ejemplificación para demostrar las diferentes posibilidades de reaccionar, pero que en un futuro podrían tomarse otros parámetros.

El Pseudocódigo entonces del algoritmo principal, es el siguiente:

*Si nivelDeAgua es menor al CordonVereda:*

**=> Alerta Verde**

*Si nivelDeAgua es mayor al CordonVereda y menor al BordePuerta:*

**=> Alerta Amarillo**

*Si nivelDeAgua es mayor al BordePuerta y menor a LineaBajoTomaCorrientes:*

**=> Alerta Naranja**

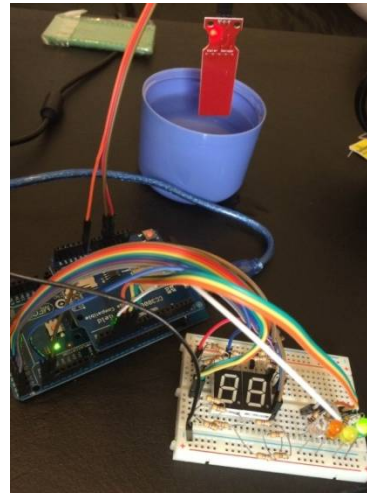
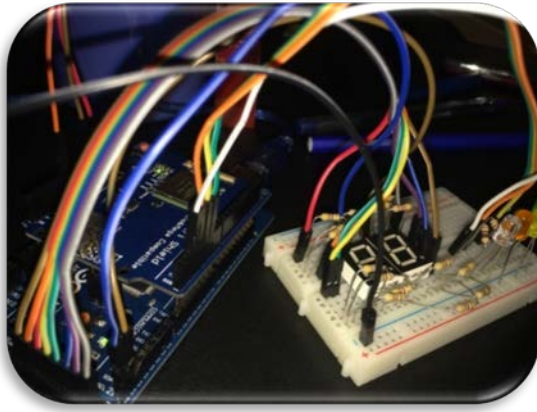
*Si nivelDeAgua es mayor a LineaBajoTomaCorrientes*

**=> Alerta Roja**

#### Definición de Actuadores para los niveles de alerta

Se discutieron las diferentes maneras de poder demostrar algunas de las múltiples posibilidades de actuar ante diferentes niveles de sensado de agua. Se definió utilizar los siguientes:

- Indicaciones lumínicas que indiquen estados de Alerta. (Leds Verde, Amarillo, Naranja y Rojo)
- Indicadores sonoros para demostrar Alertas. (Campanilla o Buzzer).
- Displays numéricos para indicar nivel de agua. (Dos Displays 7 segmentos para expresar niveles a escala, en Metros).
- Bomba de extracción de agua. (Motor para sapito lavaparabrisas de 12 voltios).
- Conexión con base de datos a través de módulo WiFi para Arduino. (Shield Wifi conectado a un Router por WiFi para insertar registro base de datos en servidor).



*Uso de diferentes actuadores. (Leds, displays 7 segmentos, buzzer, etc)*

### Definición de comportamientos reactivos

Una vez elegidos los actuadores, se definió que las formas de reaccionar ante cada nivel de alerta, serían:

#### **Nivel de Alerta Verde:**

- Se prenderá una luz verde
- Se mostrará por un Display el número "00" indicando nivel bajo o nulo de agua.
- Se mantendrá apagada la señal sonora de alarma.
- Se mantendrá apagada la bomba de extracción de agua.
- Se registrará en la base de datos un estado de Alerta Verde.
- Se mantendrá encendida la luz amarilla sobre la casa, indicando presencia de energía eléctrica.

#### **Nivel de Alerta Amarillo:**

- Se prenderá una luz Amarilla.
- Se mostrará por un Display el número "0.2" indicando que el nivel de agua ha subido al menos 0,2 mts.
- Se encenderá la señal sonora de alarma con baja frecuencia. (una vez por segundo)
- Se mantendrá apagada la bomba de extracción de agua.

-Se registrará en la base de datos un estado de Alerta Amarilla.

-Se mantendrá encendida la luz amarilla sobre la casa, indicando presencia de energía eléctrica.

### **Nivel de Alerta Naranja:**

-Se prenderá una luz Naranja.

-Se mostrará por un Display el número "0.5" indicando que el nivel de agua ha subido al menos 0,5 mts.

-Se encenderá la señal sonora de alarma con frecuencia intensa. (dos veces por segundo).

-Se encenderá la bomba de extracción de agua.

-Se registrará en la base de datos un estado de Alerta Naranja.

-Se mantendrá encendida la luz amarilla sobre la casa, indicando presencia de energía eléctrica.

### **Nivel de Alerta Roja:**

-Se prenderá una luz Roja.

-Se mostrará por un Display el número "1.0" indicando que el nivel de agua ha subido al menos 1 mts.

-Se encenderá la señal sonora de alarma con sonido continuo.

-Se mantendrá encendida la bomba de extracción de agua.

-Se registrará en la base de datos un estado de Alerta Roja.

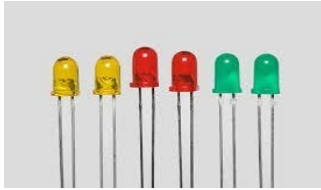
-Se cortará la energía eléctrica (simbolizando en el apagado de un led amarillo sobre la puerta de la casa en la maqueta).

-Se encenderán luces de emergencia con baterías (simbolizando en el encendido de dos leds blancos sobre la puerta de la casa en la maqueta).

## Programación de la placa para la activación de los actuadores

La placa Arduino es programada bajo un lenguaje de programación sencillo, llamado *Processing*. La misma permite programar diversos comportamientos y relacionar entradas y salidas. Se muestran los ejemplos de sencillo código de cómo se utilizó dicho lenguaje para la activación/desactivación de los diferentes actuadores:

### **Leds:**



Para las distintas señales lumínicas de alerta, se eligieron diferentes entrada/salidas de la Placa Arduino y se escribieron tres etapas, con un código muy sencillo. Se muestra uno a modo de ejemplo:

```
//Definición de entrada/salida a utilizar

#define LED_ROJO 53

//Configuración como salida

pinMode(LED_ROJO,OUTPUT);

//Prendido/apagado de la señal lumínica

digitalWrite(LED_ROJO,HIGH);

digitalWrite(LED_ROJO,LOW);
```

### **Campanilla/Buzzer:**



De la misma manera que los leds, el buzzer/campanilla se definió, configuró y activó/desactivó de la siguiente manera:

```
#define BUZZER 49

pinMode(LED_ROJO, OUTPUT);

digitalWrite(LED_ROJO, HIGH);

digitalWrite(LED_ROJO, LOW);
```

Para lograr que el mismo se prenda de manera intermitente en los alertas Amarillo y Naranja, se utilizaron ciclos con un contador:

```
//Prendo buzzer de manera leve

if(contadorDeCiclos>=4 && contadorDeCiclos<=5){

    digitalWrite(BUZZER, HIGH);

}

if(contadorDeCiclos>5){

    digitalWrite(BUZZER, LOW);

    contadorDeCiclos=0;

}

contador++;
```

### Displays 7 Segmentos:



Para mostrar una representación de la altura del agua a escala, se utilizaron dos displays 7 segmentos, de manera de poder mostrar cada uno de los valores definidos en los cuatro niveles de alerta.

La complejidad que existe en la utilización de dos Displays al mismo tiempo redunda en que si se desean utilizar los mismos cables para

alimentar de datos a ambos displays, habrá que prender de manera intermitente y rápida a cada uno de ellos. De otra manera, no se podrán utilizar ambos displays al mismo tiempo, o se requerirán demasiados cables (al menos 9 por cada display). Estas técnicas de prendido y apagado rápido y por turnos en estos displays se la conoce como “Multiplexado”.

Para abordar este tema, se recurrió a librerías ya desarrolladas para el uso de Displays 7 segmentos con Arduino, y se adaptó y configuró en base a las necesidades propias. Parte del código utilizado para el uso de los mismos, se ve a continuación:

```
// Segmentos que componen cada número. Del 0 al 9 en orden abcdefgh

const byte numbers[10] = { 0b11111101, 0b01100001, 0b11011010, 0b11110010,
0b01100110, 0b10110110, 0b10111110, 0b11100000, 0b11111110, 0b11100110};

//Uso que se hizo de los Displays

digit1 = 1

digit2 = 0
```

El ejemplo anterior muestra la configuración que se tuvo que realizar sobre cada uno de los dígitos para prender los leds necesarios en cada display 7 segmentos y poder mostrar cada dígito con o sin el “punto” prendido.

Luego se utilizó directamente la librería con las variables digit1 y digit2, abstrayéndose de la implementación del mecanismo para la correcta multiplexación, que se realiza cada 5 milisegundos, resultando imperceptible para el ojo humano y dando la sensación de que ambos displays están prendidos al mismo tiempo.

### Bomba para extracción de agua



Para la simulación de las bombas extractoras de agua, se utilizaron motores para sapitos lavaparabrisas de 12 volts.

Dado que la tensión y la corriente que manejan estos motores es superior a la que maneja la placa Arduino, fue necesario



utilizar circuitos de aislación mediante componentes llamados Relés o Relays. Estos componentes tienen la capacidad de manejar dos niveles de voltaje, lo que permite manejar la activación/desactivación lógica de los motores mediante la programación en Arduino; pero alimentándose desde la fuente de alimentación externa. Se hicieron varias pruebas midiendo el consumo de corriente de este tipo de motores obteniendo un consumo de 3,8 Ampers para lograr definir que se utilizaría



una fuente de computadora como fuente de alimentación de los mismos. La fuente utilizada entrega un voltaje de 12 voltios y una corriente máxima de 11 Ampers, lo que permite tener dos motores prendidos simultáneamente sin ningún inconveniente.

Dada la separación en niveles de voltaje, es muy sencillo poder encender o apagar un motor, con las mismas definiciones e instrucciones que se utilizan para encender un led o un buzzer/campanilla.

### Conexión a base de datos mediante módulo WiFi

Una de las partes fundamentales del proyecto, es la posibilidad de informar a organismos centralizados sobre el estado de alerta de cada uno de los sensores que puedan ser instalados. Se requiere de esta manera que los sensores, y las placas Arduino, tengan una vía de comunicación directa con los servidores que se utilizarán para el monitoreo.



Para esta experiencia adoptamos, por ya contar con una de estas placas, con una extensión, módulo o *Shield WiFi*, para arduino. Este módulo permite, utilizando las librerías provistas por el fabricante, la conexión con un router WiFi y la conexión con un sitio web, entre otras funciones de red.

Una vez montado el Shield WiFi sobre la placa Arduino Mega, se incluyeron en el código desarrollado con el resto de los comportamientos, las líneas de código necesarias provistas por el fabricante, para permitir la conexión con el sitio web que permitiría la conexión y el registro en la base de datos.

Lo primero que hace la placa al iniciar, es solicitar una dirección IP a una red WiFi que comparte, en este caso, con el servidor que contiene la base de datos. Se provee del nombre de la Red y la contraseña al programa, y la librería misma se encarga de obtener el IP necesario para permitir la conexión con el servidor.

La forma que se adoptó para el ingreso de registros en la base de datos del servidor, es a través del llamado a un script/programa en código PHP y con los parámetros necesarios para el registro de los datos en la base de datos. Estos datos necesarios serán el número de sensor y el nivel de alerta a registrar. De esta manera, cada vez que se desea registrar un valor de alerta, por ejemplo Rojo, se pedirá que la placa arduino ingrese automáticamente a la siguiente URL:

```
192.168.1.2/sensor/insertarEnBase.php?numSensor=1&nivelAgua=\"Rojo\"
```

Una llamada a esta página, haga desde donde se haga, provocará que se registre un alerta de nivel rojo para el sensor número 1.

maxi@maxiPC: /var/www/html

A Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda

22	1	2015-08-06	20:25:36	Rojo
23	1	2015-08-06	20:25:52	Amarillo
24	1	2015-08-06	20:25:54	Amarillo
25	1	2015-08-06	20:25:55	Amarillo
26	1	2015-08-06	20:25:56	Amarillo
27	1	2015-08-06	20:25:58	Amarillo
28	1	2015-08-06	20:25:59	Amarillo
29	1	2015-08-06	20:26:00	Amarillo
30	1	2015-08-06	20:26:02	Amarillo
31	1	2015-08-06	20:41:16	Rojo
32	1	2015-08-06	20:41:25	Amarillo
33	1	2015-08-06	20:41:57	Amarillo
34	1	2015-08-06	20:44:32	Rojo
35	1	2015-08-06	20:45:21	Amarillo
36	1	2015-08-06	20:45:23	Naranja
37	1	2015-08-06	20:45:33	Rojo
38	1	2015-08-06	20:45:34	Naranja
39	1	2015-08-06	20:45:34	Rojo
40	1	2015-08-06	20:45:35	Naranja
41	1	2015-08-06	20:45:36	Amarillo

41 rows in set (0.00 sec)

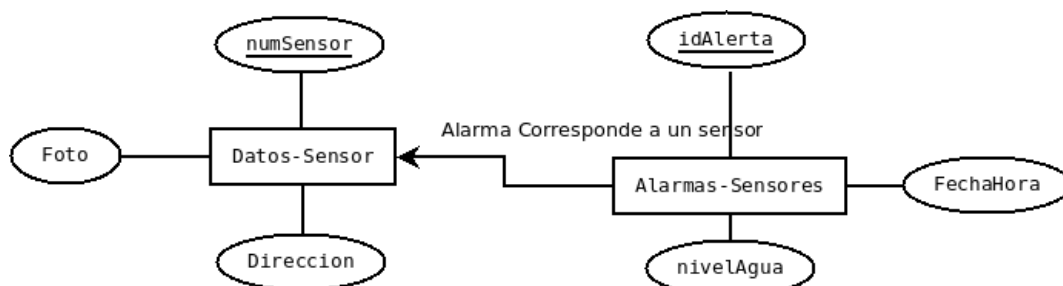
Base de datos funcionando y recibiendo información del sensor.

Por razones de simpleza y para mantener la dificultad acorde a los conocimientos adquiridos por los estudiantes en su formación, no se incluyeron medidas de seguridad para evitar inyecciones de registros no deseados en la base de datos. Se sobreentiende que una implementación efectiva a futuro, contemplará estas medidas de seguridad.

De la misma manera, podrían obtenerse distintos medios de comunicación con una base de datos, a través de diferentes módulos como Bluetooth, Ethernet, GSM, etc.

#### Diseño de base de datos para registros de Sensores y Alertas

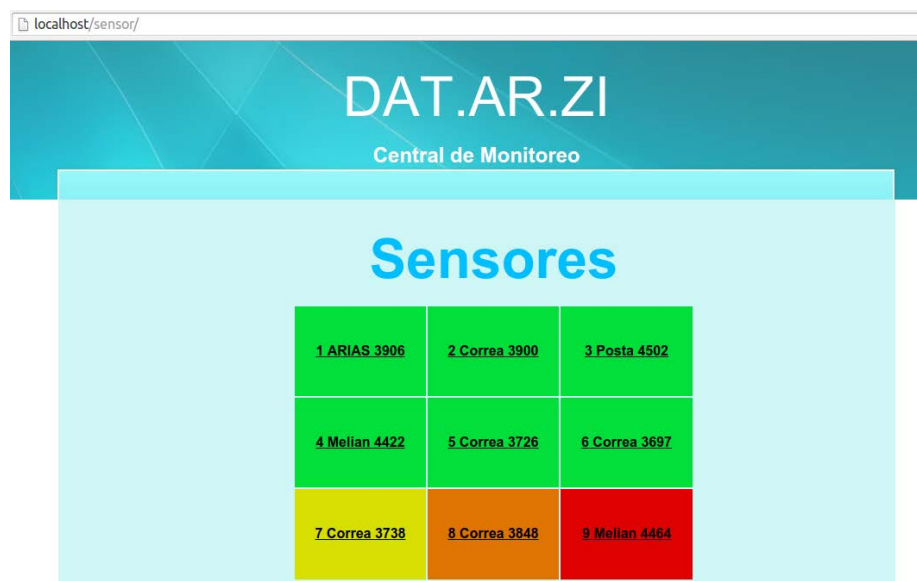
Dado que el presente trabajo contempla la posibilidad de instalar múltiples dispositivos y sensores en diferentes zonas inundables, se definió una base de datos unificada, para permitir centralizar la información de los mismos y poder visualizarla desde, por ejemplo, una central de monitoreo. Para ello fue fundamental la definición de una base de datos que contemple diferentes sensores instalados con sus datos (ubicación, mapa, datos de contacto, etc) y diferentes niveles de alerta para cada uno de los sensores instalados. De esta manera, se diseñó una base de datos con sólo dos tablas, que registren estos valores. El Diagrama de Entidad de Relación de la misma, sería como el siguiente:



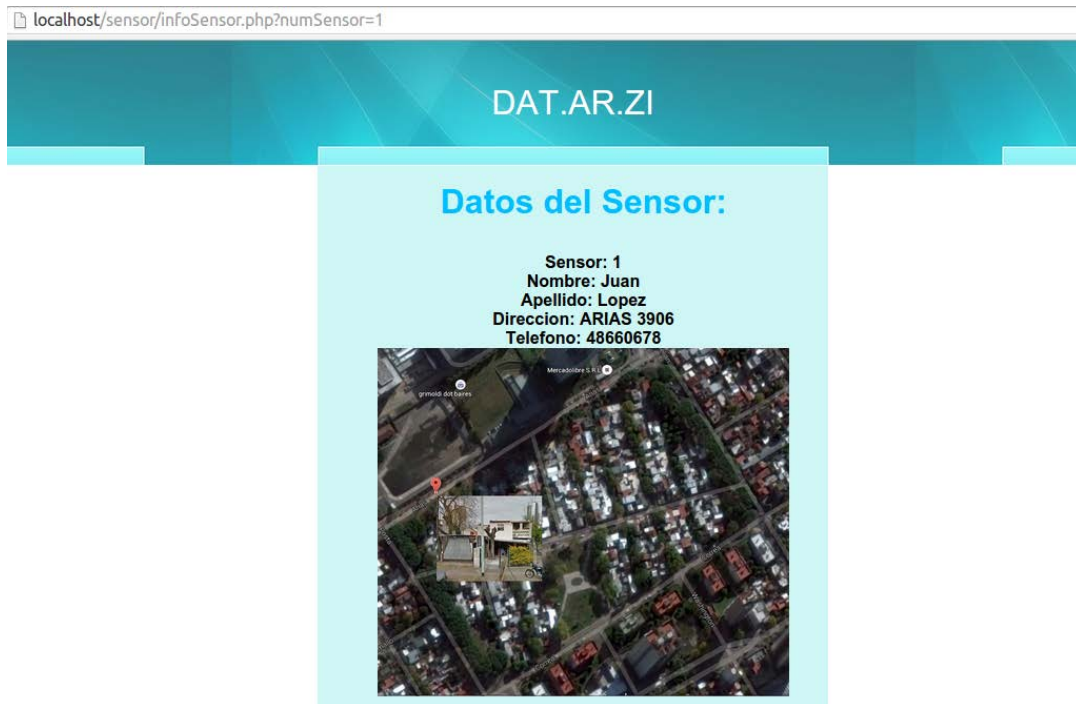
### Programación de Scripts para página Web de la Central de Monitoreo

Además del registro de los alertas en la base de datos, es entendible que se requiera una visualización amigable de los mismos en una pantalla. Se eligió realizar una interfaz web en código PHP, consultando a la base de datos desarrollada en MySQL.

Se muestran una capturas de los scripts desarrollados para un posible sitio web de una central de monitoreo:



La imagen anterior, muestra una pantalla con una lista de sensores y la visualización automática según el nivel de alerta actual registrado en la base de datos. A modo de ejemplo, se incluyen los últimos tres sensores en estado de alerta Amarillo, Naranja y Rojo, respectivamente.



Si se accede a la información de cada sensor, se puede observar los datos del mismo con un mapa y datos de contacto, si correspondiera.

#### Metodología de trabajo:

Con el equipo de trabajo, se realizaron encuentros semanales pactados con anterioridad para llegar en tiempo y forma a las diferentes metas propuestas:



Cada miembro del grupo se ocupó de investigar y desarrollar experiencias para luego compartirlas y enriquecerse de nuevos conceptos y habilidades.

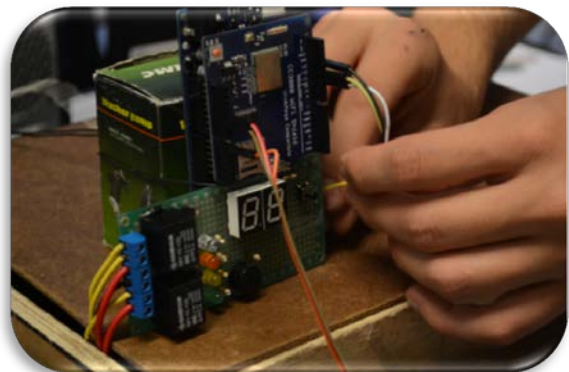
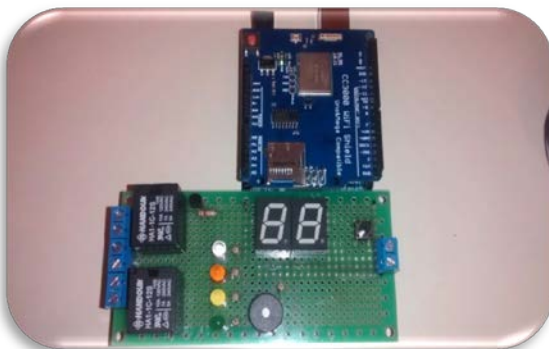
### **Resultados Obtenidos**

Luego de todo el trabajo realizado, se pudo obtener un prototipo estable de todo un sistema que sensa, actúa y registra ante diferentes niveles de agua.

Para las pruebas, se instaló sobre un recipiente de vidrio, la maqueta finalizada con el sensor a nivel del piso de la casa.



El docente se encargó de soldar en una placa electrónica, todos los componentes que venían siendo puestos a prueba en las placas de ensayo/protoboard, para evitar falsos contactos o cortocircuitos.



Por otra parte, se conectaron los motores a la fuente de alimentación, a la placa arduino y a las mangueras de toma y extracción de agua en el recipiente de la maqueta y en un segundo recipiente que funciona como depósito de agua.

Para simular la inundación y ver el comportamiento del sistema según las mediciones del sensor, se conectó un motor extra a la placa confeccionada que permite el llenado del recipiente. A la vez, se probó asistiendo al llenado desde un recipiente externo para acelerar las pruebas.

Luego de varias correcciones en los niveles del sensor, se pudo obtener un comportamiento correcto del sistema respondiendo con los niveles lumínicos, sonoros, muestreando en los displays, activando pertinentemente los motores y registrando en la base de datos los registros de alerta según cada nivel de agua.





*Iluminación normal de la casa, mientras los sensores se encontraban de verde a naranja.*



*Sensor en nivel rojo, activación de luces de emergencia.*

#### Otros resultados o avances obtenidos

Otros resultados o avances obtenidos como desarrollo del proyecto, se dan en la posibilidad certera de aportes o posibilidades a futuro que han ofrecido los especialistas que fueron consultados:

Los estudiantes avanzados de Cs. De la Atmósfera y Oceanografía de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires; han propuesto la posibilidad de desarrollar proyectos para trabajar de conjunto en la instalación de sensores y el posterior análisis de datos y relacionamiento con otra información obtenida por estos especialistas, como datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, o el Instituto de Hidrografía Naval. Hay posibilidad de avanzar de conjunto en el estudio de las problemáticas en las zonas inundables, para comparar los datos recabados de lluvias y crecidas anteriores, con los testimonios de los vecinos para poder definir la correcta instalación de este tipo de dispositivos en zonas significativas, en base a mapas llamados “Curvas de Nivel”.

El investigador del INIFTA de la Universidad Nacional de La Plata, manifestó certeramente la factibilidad de la implementación de nuestra propuesta de utilizar pinturas hidrofóbicas para la preservación y reducción de distintos materiales ante el contacto con el agua. Ha explicado que *“estas pinturas están formuladas a base de polímeros fluorados y presentan un elevado ángulo de contacto con el agua, impidiendo el mojado de la superficie. Hay pinturas comerciales basadas en esa idea, que se utilizan en carenas de barcos para evitar la adhesión del “fouling”, es decir de*

*microorganismos que se adhieren a la superficie para alimentarse y crecen y forman incrustaciones que aumentan en espesor y con el tiempo terminan despegando la capa de pintura y por ende se elimina la protección de la superficie metálica del barco frente al agua y comienza la corrosión.”*

Por último el Doctor manifiesta que *“la aplicación de este tipo de pinturas, puede demorar el ingreso del agua al interior del objeto, dando un tiempo para tomar alguna medida. Me parece una buena idea”,* y que su equipo de investigación desarrolla un *“látex acuoso a base de nanopartículas de teflon que al secarse deja una superficie hidrofóbica.”*

Se considera que el trabajo ha cumplido las expectativas previamente proyectadas. No se tenía registro de trabajos similares, con lo que es imposible hacer una comparación. Sin embargo, los resultados alcanzados son muy satisfactorios.

Más allá del correcto funcionamiento del DATARZI y todas las cuestiones que puedan ser mejoradas en base a sugerencias y aportes; es interés principal de este equipo de trabajo poner en discusión la implementación de este tipo de dispositivos para atacar la problemática de las inundaciones.

No se conocen hoy por hoy, dispositivos similares que puedan informar de manera permanente y automática, el estado de una zona propensa a inundaciones en particular. Si bien se obtienen alertas provistas por los servicios de meteorología, no es posible aún obtener datos en tiempo real de la situación concreta de las zonas afectadas.

Por otra parte, el desarrollo del presente proyecto, ha abierto varias posibilidades de realizar futuros trabajos con grupos de investigación, técnicos, especialistas y actores sociales de la zona, lo que potencia muchísimo el impacto que puedan tener proyectos con este espíritu, si son debidamente fomentados y apoyados.



En base a las pruebas realizadas se obtuvieron resultados que afirman que ante una posible inundación, contar con este tipo de dispositivos de alerta temprana, realmente atenuaría los riesgos y brindaría mejor calidad de vida para los pobladores de las zonas inundables.

Dependerá de cada zona qué tipo de comportamientos reactivos puedan implementarse. Si son viables o no las bombas de extracción, con qué costo, etc. Pero sin ninguna duda, se puede afirmar que la implementación de este dispositivo se torna indispensable en las zonas que requieren del mismo, al menos aunque sea para contar con la posibilidad de informar en tiempo real los niveles de alerta.

Se torna indispensable la implementación de DAT.AR.ZI a través de una planificación pública que podría ser implementada tanto por el Ministerio de Desarrollo Social como también por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

La implementación del DATARZI - *Dispositivo de Alerta Temprana y Atenuador de Riesgos para Zonas Inundables* es de muy bajo costo otorgando un resultado costo-beneficio muy favorable tanto a la infraestructura como al impacto social.

### **Bibliografía consultada**

Apuntes de HTML brindados por la Escuela Técnica n°36.

#### Colaboración de los vecinos del Barrio Mitre:

Documentos de la comisión vecinal barrial.

Carta abierta a los legisladores, firmada en abril del 2013.

Mapas del barrio y videos de la inundación del mes de abril 2013.

Gilfillan Ian, La biblia de MySQL, Madrid, Anaya Multimedia, 2003, 878 páginas.

Tanenbaum Andrew S. – Werherall David, Redes de Computadoras, Amsterdam, Pearson, 2010, 4ta edición.

Tutoriales por internet de: Arduino, Electrónica, PHP, MySQL.

### **Agradecimientos**

Agradecemos principalmente a todo el equipo educativo de la Escuela Técnica n°36 “Alte Guillermo Brown” por habernos brindado el espacio y el apoyo necesario para llevar a cabo este proyecto, en especial a todos los profesores de la institución quienes nos formaron a lo largo de la carrera y que cedieron sus horas de clase para hacer posible la realización del trabajo de campo.

Queremos agradecer también a Carlos Alberto Ciganotto quien fue nuestro asesor científico; al equipo del Laboratorio de Robótica y Sistemas Embebidos (DC-F.CEN-UBA); a Maite (Meteoróloga de la FCEN-UBA), a Martín, trabajador en AySA que nos gestionó los planos de desagües del barrio y las curvas de nivel de la C.A.B.A.; al Dr. Javier Amalvy, Oscar Barros y Matías Salemi, referentes en Nanotecnología y pinturas hidrofóbicas, al docente Maximiliano Urso quien nos guió incondicionalmente a lo largo del desarrollo del proyecto.

A los vecinos del Barrio Mitre, que generosamente nos abrieron sus puertas y dieron sus testimonios que fortalecieron a la realización de DAT.AR.ZI, a nuestros compañeros de 6to 1ra y a todos los padres que nos apoyaron y ayudaron a hacer viable este trabajo.