



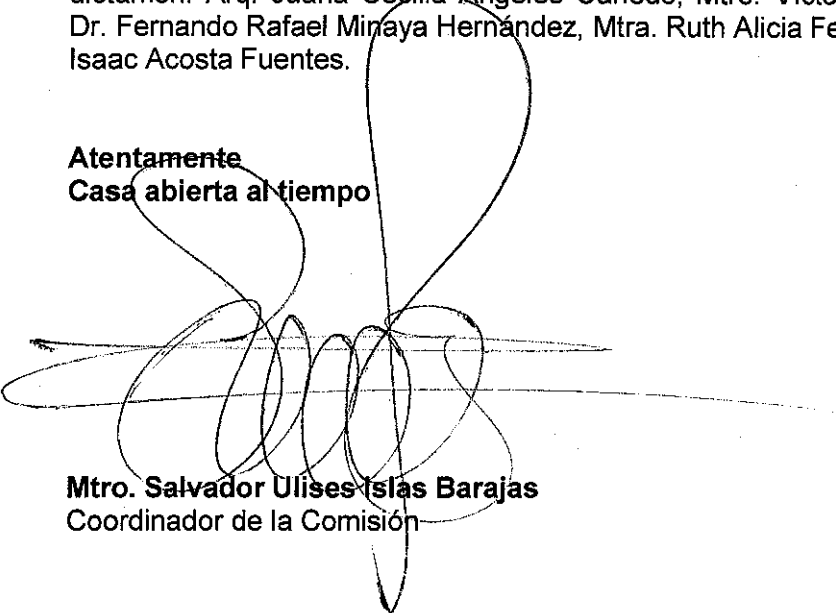
31 de octubre de 2019

**H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente**

**La Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas y grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente, da por recibido el primer reporte del Proyecto de Investigación N-462 titulado "Diseño y desarrollo de dispositivos de medición de agua y gas L.P. en la vivienda: una aproximación hacia el consumo sustentable en México", el responsable es el Dr. Miguel Arzate Pérez, que presenta el Departamento del Medio Ambiente.**

Los siguientes miembros estuvieron presentes en la reunión y se manifestaron a favor del dictamen: Arq. Juana Cecilia Ángeles Cañedo, Mtro. Víctor Manuel Collantes Vázquez; Dr. Fernando Rafael Miraya Hernández, Mtra. Ruth Alicia Fernández Moreno y Asesor Dr. Isaac Acosta Fuentes.

**Atentamente  
Casa abierta al tiempo**



**Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas**  
Coordinador de la Comisión

25 de octubre de 2019

J.D.M.A.185.2019

20/10/19

**Dr. Marco Vinicio Ferruzca Navarro**

Presidente del H. Consejo Divisional

Presente

Estimado Dr. Marco:

Por este medio me permito solicitarle atentamente que, por su amable conducto en su carácter de Presidente del órgano colegiado, sea presentado ante el Consejo Divisional, el Primer Reporte con los avances del proyecto de investigación **N-462 Diseño y desarrollo de dispositivos de medición de agua y gas L.P. en la vivienda: una aproximación hacia el consumo sustentable en México**, de quien es responsable el Dr. Miguel Arzate Pérez y colaborador el Mtro. Gerardo Mauricio Arzate Pérez

Agradezco de antemano su atención al particular y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Casa abierta al tiempo

**Mtro. Luis Yoshiaki Ando Ashijara**

Encargado del Departamento del Medio Ambiente

Anexo: Formato de Registro.

Ccp. Archivo.

22 de octubre del 2019.

**Mtro. Luis Yoshiaki Ando Ashijara**  
Encargado del Departamento del Medio Ambiente  
de la División de CAD

P R E S E N T E .

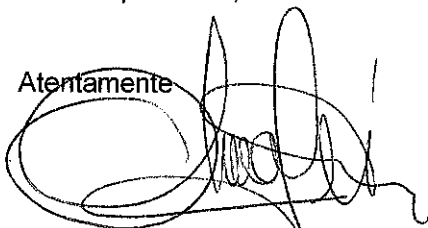
Me permito solicitar a usted se presente ante el H. Consejo Divisional el **Primer Reporte del proyecto de investigación N-462 "Diseño y desarrollo de dispositivos de medición de agua y gas L.P. en la vivienda: una aproximación hacia el consumo sustentable en México"**, de quien es responsable el Dr. Miguel Arzate Pérez, y colaborador el Mtro. Gerardo Arzate Pérez.

El proyecto pertenece al Programa de Investigación P-50 Innovación en Tecnología Sustentable-Elemento Binario suscrito en el Área a mi cargo.

Anexo carpeta con el documento impreso y en CD.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente



Mtra. Alma Olivia León Valle  
Jefa del Área de Factores del Medio Ambiente Natural y Diseño  
del Departamento del Medio Ambiente

ccp Dr. Miguel Arzate Pérez, Profesor Investigador

---

Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas  
Delegación Azcapotzalco, C.P. 02200, México, D.F.  
Tels. 53-18-91-89 y 53-18-93-64 Fax 53-94-83-96

**Mtra. Olivia León Valle**

Jefa del Área de Factores del Medio Ambiente Natural y Diseño

Departamento de Medio Ambiente

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

Presente

**Asunto:** entrega "reporte 1"

Por medio de la presente hago entrega de los avances del proyecto de investigación (**reporte 1**) aprobado y registrado con el número **N-462** por el Consejo Divisional del CyAD con el nombre: "**Diseño y desarrollo de dispositivos de medición de agua y gas L.P. en la vivienda: una aproximación hacia el consumo sustentable en México**" el cual he trabajado y desarrollado en colaboración con el profesor **Gerardo Arzate Pérez**. Este proyecto está dentro del "Programa de Innovación en Tecnología Sustentable – Elemento Binario" con número de registro P-50 que pertenece al Área de Factores del Medio Ambiente Natural y Diseño.

Agradezco se turne a las comisiones correspondientes.

Le envío un cordial saludo.

Se entrega reporte 1 con anexos mencionados en el documento.

Atentamente

**Dr. Miguel Arzate Pérez**

Departamento de Medio Ambiente

UAM Azcapotzalco

# **REPORTE 1 DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

## **Título del proyecto:**

Diseño y desarrollo de dispositivos de medición de agua y gas L.P. en  
la vivienda: una aproximación hacia el consumo sustentable en  
México. (N-462)

## **Nombre del Departamento:**

Departamento de Medio Ambiente

## **Nombre del Área o Grupo de Investigación:**

Factores del Medio Ambiente Natural y Diseño

## **Programa al que pertenece**

Programa de Innovación en Tecnología Sustentable

Elemento Binario

## **Responsable**

Dr. Miguel Arzate Pérez

## **Participantes**

MDI Gerardo Arzate Pérez

## **1. Resumen de la propuesta o planteamiento general del proyecto:**

En este primer reporte informaremos el avance del proyecto N-462 que fue resolver el diseño y desarrollo de un medidor de consumo de agua. (prototipo funcional) con la finalidad de conocer el gasto de agua en la vivienda, pudiendo ofrecer una alternativa al usuario de medir y controlar su consumo, y tomar decisiones que fomenten el uso eficiente del agua.

Según estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), entre 2012 y 2030 la población del país se incrementará en 20.4 millones de personas. Además, para 2030 aproximadamente 75 por ciento de la población estará en localidades urbanas. El incremento de la población ocasionará la disminución del agua renovable per cápita a nivel nacional por lo que será importante reducir la demanda mediante el aumento en la eficiencia de los sistemas de distribución de agua en las ciudades y consumo en las viviendas, tal como lo plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la meta 6.4: aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y el 11.b: aumentar el número de ciudades que adopten planes para promover el uso eficiente de los recursos.

En la actualidad la eficiencia debe ser la primera opción para satisfacer la demanda energética y debe estar presente en los planes de desarrollo de la sociedad, podríamos decir de ahora en adelante que este concepto nos puede ayudar a buscar el crecimiento reduciendo el consumo y a resolver el problema del uso excesivo de recursos naturales.

## **2. Objetivo general del proyecto:**

Resolver el diseño y desarrollo de medidores de consumo de agua y gas L.P. para la vivienda en México.

### **2.1 Objetivo particular:**

Resolver el diseño y desarrollo de un medidor de consumo de agua para la vivienda en México.

### **3. Avance de la investigación con base en el plan de trabajo original:**

**3.1.** Obtener el conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen un sistema (hardware)

**3.1.1.** Seleccionar los elementos de un medidor de consumo de agua para una vivienda.

El conjunto de elementos seleccionados que cuentan con características de código abierto para desarrollar el medidor fueron los siguientes:

- ✓ Tarjeta (ARDUINO YUN)
- ✓ Sensor (caudal de líquido YF-S201)
- ✓ Programación (ARDUINO)
- ✓ Acoplamiento (LAN)

Se seleccionó la tarjeta Arduino Yun, compuesta por un microcontrolador basado en el Amtel Atmega32u4 y el Atheros AR0331. Soporte Linux basada en OpenWRT, comunicación Ethernet y WIFI, un puerto USB-A, ranura para memoria micro SD, 20 pines digitales configurables como entradas y salidas, reloj de 16MHZ.

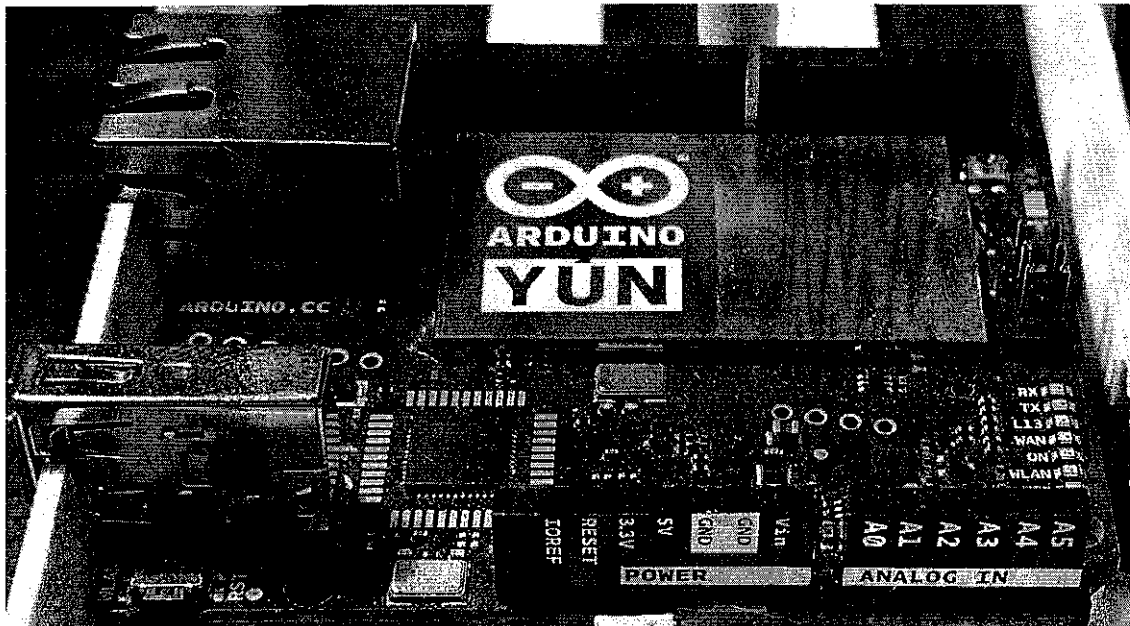


Imagen 1. Tarjeta ARDUINO YUN

Se seleccionó el **sensor de caudal de líquido YF-S201** "water flow meter sensor hall effect". Este sensor sirve para medir el flujo del agua, de por ejemplo un invernadero, en casa o en cualquier otro proyecto donde resulta muy importante conocer el consumo de líquido. Este sensor se instala en la línea del agua, y utiliza un sensor de efecto Hall. Sirve para medir la cantidad de líquido que se ha movido a través de él. El aspa interior tiene un pequeño imán y hay un sensor magnético de efecto Hall, en el otro lado del tubo de plástico que puede medir la cantidad de vueltas que la hélice ha hecho a través de la pared de plástico. Este método permite que el sensor permanezca seguro y seco. El sensor viene con tres cables: rojo (potencia 5-24VDC), negro (a tierra) y amarillo (salida de impulsos de efecto Hall). Al contar los pulsos de la salida del sensor, puede seguir fácilmente el movimiento del fluido: cada pulso es de aproximadamente 2,25 mililitros. Tenga en cuenta que esto no es un sensor de precisión absoluta y la frecuencia del pulso varía un poco dependiendo de la velocidad de flujo, la presión del fluido y la orientación del sensor.

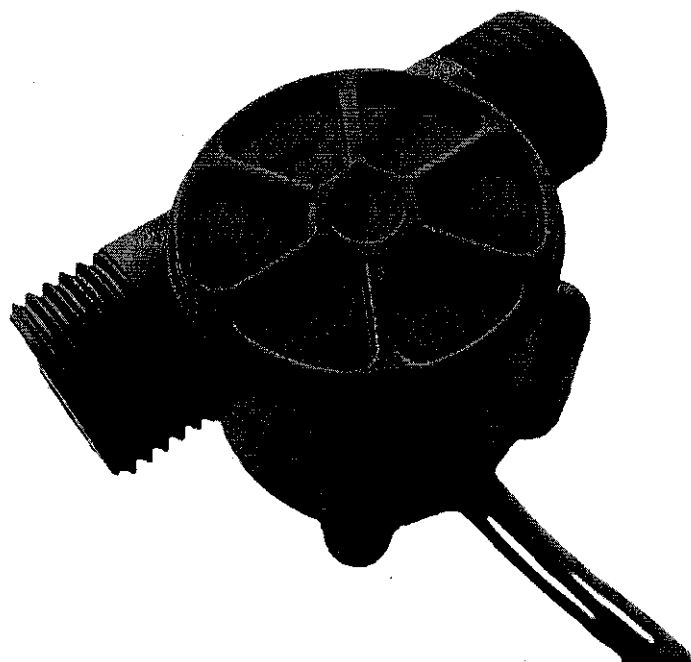


Imagen 2. Sensor de caudal de líquido YF-S201

|                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características:</b>                                                                         |
| Modelo: YF-S201                                                                                 |
| Tipo de sensor: Hall effect                                                                     |
| Voltaje de funcionamiento: 5 a 18 V DC                                                          |
| Max consumo de corriente: 15 mA a 5 V                                                           |
| Tipo de salida: 5V TTL                                                                          |
| Trabajo Caudal: de 1 a 30 litros / minuto                                                       |
| Temperatura de funcionamiento: -25 a 80 °C                                                      |
| Humedad de trabajo Rango: 35% -80% de humedad relativa                                          |
| Precisión: $\pm 2\%$                                                                            |
| Rango de flujo: 1-30L/min                                                                       |
| Modo de detección: Vertical                                                                     |
| Presión máxima del agua: 1,75 MPa                                                               |
| Ciclo de trabajo de la salida: 50% + 10%                                                        |
| Tiempo de subida de la salida: 0.04us                                                           |
| Tiempo de caída de la salida: 0.18us                                                            |
| Velocidad de flujo características del pulso: Frecuencia (Hz) = $7,5 * \text{Caudal (L / min)}$ |
| Pulsos por litro: 450                                                                           |
| Durabilidad: un mínimo de 300.000 ciclos                                                        |
| Longitud del cable: 15cm                                                                        |
| 1/2 "conexiones nominales de tubería, 0.78" de diámetro exterior, 1/2 "de la rosca              |
| Tamaño: 62 x 36 x 34 mm aprox.                                                                  |

**3.1.2.** Programar uno de los elementos para realizar la medición de consumo de agua en la vivienda.

La programación para recopilar las lecturas de la electricidad que está consumiendo un dispositivo en la vivienda se realizó a través de la plataforma ARDUINO.

ARDUINO está basado en C y soporta todas las funciones del estándar C y algunas de C++. Se utilizó la sintaxis básica, así como operadores de estructuras de control, variables, constantes, tipos de datos, conversiones y funciones analógicas.

Cuando terminamos la programación, vinculamos la información a través de cable USB a la Tarjeta YUN, con estas instrucciones podrá realizar las mediciones que nos interesan a través del sensor y de las conexiones que provienen de un dispositivo que requiere electricidad.

La tarjeta ARDUINO YUN se puede conectar a un ruteador existente en la vivienda y mandar señal a través de una Red de Área Local (LAN) pudiendo asignar una dirección con el protocolo de internet (IP) a cada registro que le solicitemos y consultarla en un navegador instalado en una computadora.

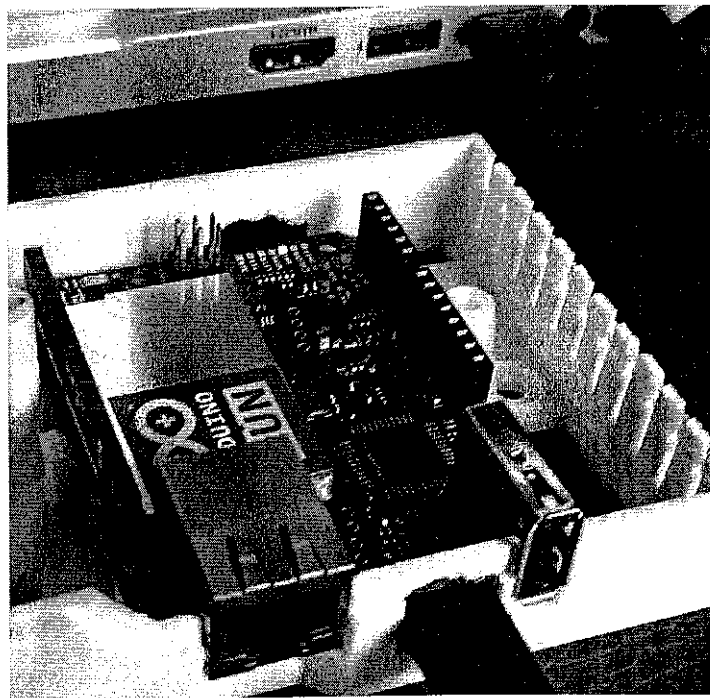


Imagen 3. Código de programación para la tarjeta ARDUINO YUN (software ARDUINO 1.8.2)

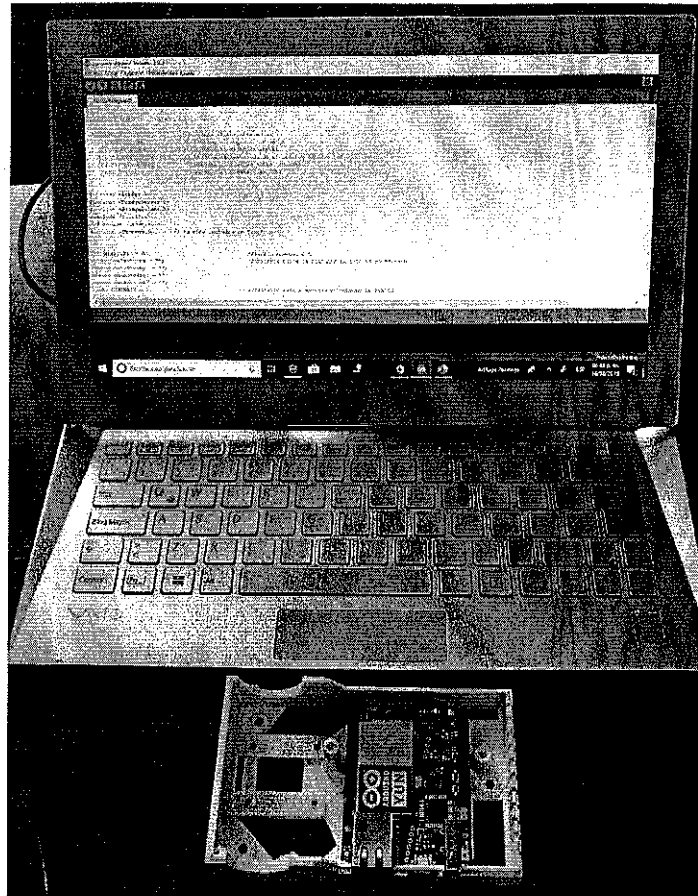


Imagen 4. Código de programación para la tarjeta ARDUINO YUN (software ARDUINO 1.8.2)

```

consumoaguav2 Arduino 1.8.9
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda

consumoaguav2

/*
Possible commands created in this sketch:

* "/arduino/inicia/1          -> Inicia el registro de datos
* "/arduino/para/1           -> Detiene el registro de datos
* "/arduino/actual/1         -> Muestra la medición actual
* "/arduino/consecutivo/1     -> Muestra el contenido de el archivo datalog.txt
* "/arduino/consumo/1         -> muestra el consumo actual en kWhr
* "/arduino/promedio/1       -> muestra el promedio en kWhr
*/

#include <Bridge.h>
#include <BridgeServer.h>
#include <BridgeClient.h>
#include <FileIO.h>
// #include <Console.h>
#include <Process.h> // Ya esta incluida en FileIO.h

```

Imagen 4. Código de programación para la tarjeta ARDUINO YUN (software ARDUINO 1.8.9)

3.1.3. Organizar el conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen un sistema (hardware)

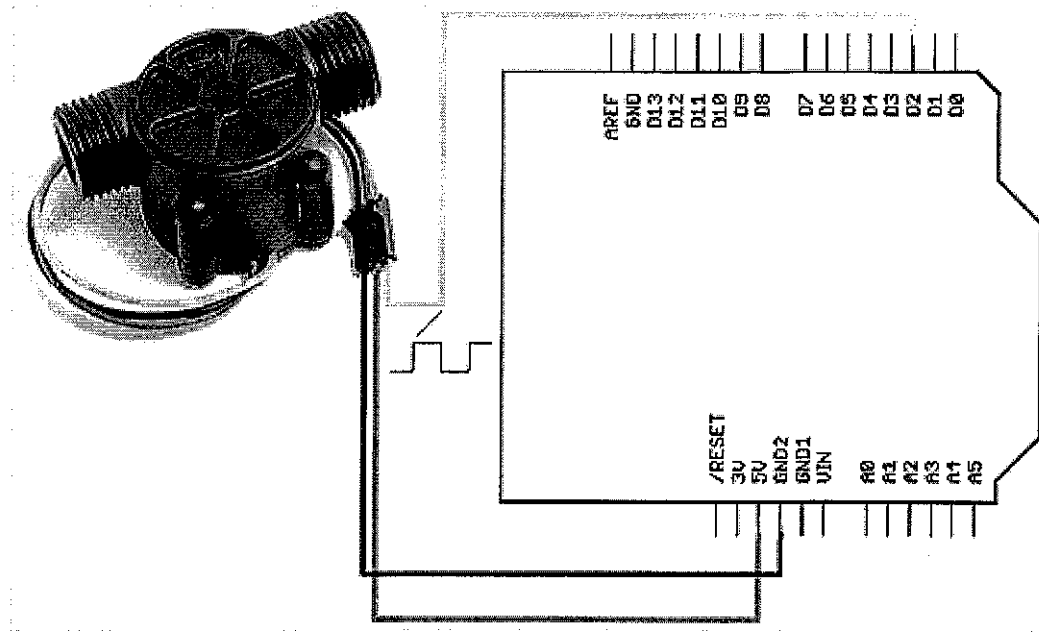


Imagen 5. Diagrama de conectividad del sensor de caudal de líquido YF-S201 y la Tarjeta ARDUINO YUN.

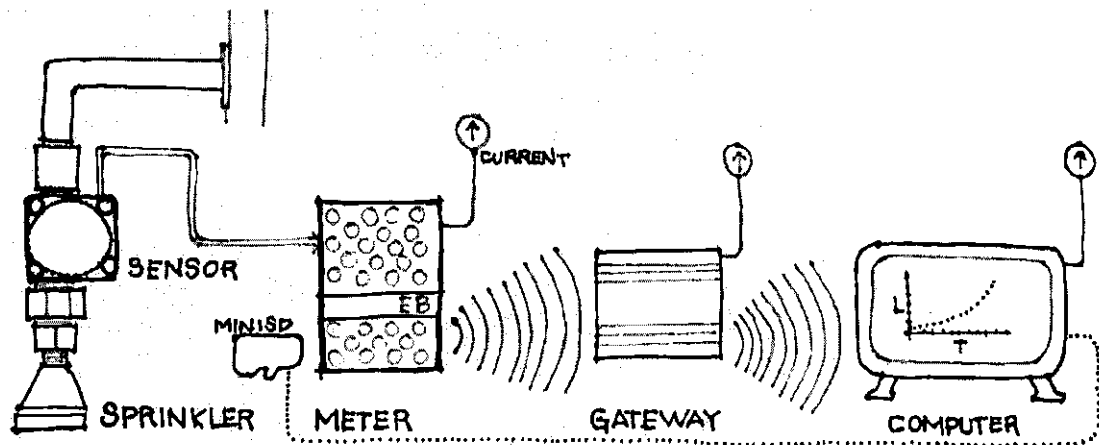


Imagen 6. Sistema de conectividad completo del prototipo: sensor de caudal de líquido YF-S201, la Tarjeta ARDUINO YUN, el Gateway y la computadora.

**3.1.4. Probar el funcionamiento correcto del hardware para realizar mediciones del consumo de agua.**

Se acopló la señal del transductor a la ventana de entrada de la señal analógica por software ya que la conversión de unidades de medición es lineal y la traducción a las unidades de medida resulta simple.

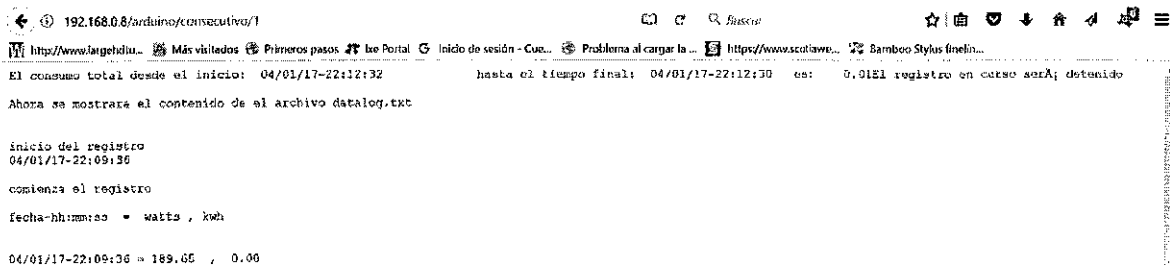


Imagen 7. Adquisición y lectura de datos a través de un navegador y una IP

| Datos generales de muestreo |                  |                  |                           |                         |                       |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Función                     | Inicia           | Para             | Actual                    | Consumo                 | Consecutivo           |
| Detalle                     | Inicia muestreo  | Detiene muestreo | En el instante solicitado | Inicio y última muestra | muestreo cada 12 s.   |
| Valor                       | Fecha, hora      | Fecha, hora      | Watts (W)                 | kWh                     | Watts, kWh            |
| Acceso LAN(IP) +            | arduino/inicia/1 | arduino/para/1   | arduino/actual/1          | arduino/consumo /1      | arduino/consecutivo/1 |

Tabla 1. Datos que se podrán obtener en el muestreo

**3.2. Obtener el diseño de la carcasa acoplado con el hardware.**

**3.2.1. Diseñar forma, función, ergonomía y usabilidad de la carcasa en la que se alojará el hardware.** Se diseñará la carcasa que aloje el hardware que realiza la función de medir el consumo de agua. Se utilizó la siguiente metodología pensando en el objetivo principal de nuestra investigación, diseño libre y abierto:

✓ **Platear el concepto**

Con el concepto inicia la propuesta de diseño de un producto el cual es un proceso de creación visual con un propósito, el diseño cubre exigencias prácticas y transporta un mensaje prefijado el cual deberá ser estético y

funcional. Comenzamos con elementos conceptuales para presentar las primeras ideas de la carcasa utilizando herramientas como el punto, la línea, el plano y finalmente el volumen para obtener las primeras propuestas volumétricas.

✓ Analizar forma

Posteriormente utilizamos los elementos visuales para determinar la forma de la carcasa y que pueda aportar a la identificación principal de nuestra percepción, así como la medida, el color y la textura que se plantaron en la superficie de dicha forma.

✓ Analizar función

A través de los elementos de relación analizamos la función que el hardware (desarrollado en la meta anterior) va a realizar y lo ubicamos e interrelacionamos con la forma propuesta de la carcasa, entendiendo la integración de un marco que contiene formas con formas cercanas que pueden ocupar espacios o dejarlos vacíos propiciando sensaciones de pesantes o liviandad; esto lo logramos utilizando herramientas como la dirección, posición, espacio y gravedad. Obtuvimos tres elementos principales para la función de la carcasa: soporte, sujeción y cubierta.

✓ Analizar ergonomía

Se analizaron diversos análogos (ver imagen 8 y 9 y anexo 5) para obtener la mejor usabilidad en la carcasa propuesta para realizar las mediciones correspondientes. Este análisis determinó elementos principales para integrar al diseño de la carcasa: que el usuario pueda construir, ensamblar y conectar fácilmente el medidor en su vivienda, que sea de fácil mantenimiento, que sea durable, que se pueda inspeccionar visualmente, que se pueda limpiar fácilmente, que las piezas se puedan remplazar con el tiempo y que el material sea resistente a golpes ligeros.

- Alta precisión. Normalmente,  $\pm 1\%$ . Cuando se calibra en sitio,  $\pm 0.5\%$ .
- Amplio rango de flujo de 0.03 a 105 pies por segundo.
- Amplio rango en tamaños de tuberías (de 1" a 240").
- No invasivo. No causa perturbaciones en la tubería, no tiene partes móviles, no provoca caída de presión.
- Instalación fácil y económica. No es necesario hacer cortes o perforaciones en la tubería.
- Apto para los materiales más usados en tuberías.
- Fácil de usar y configurar. Menú intuitivo.
- Velocidad, flujo volumétrico y totalizador de flujo.
- Aplicable para líquidos limpios y opacos.
- Data logger integrado con tarjeta de memoria SD.

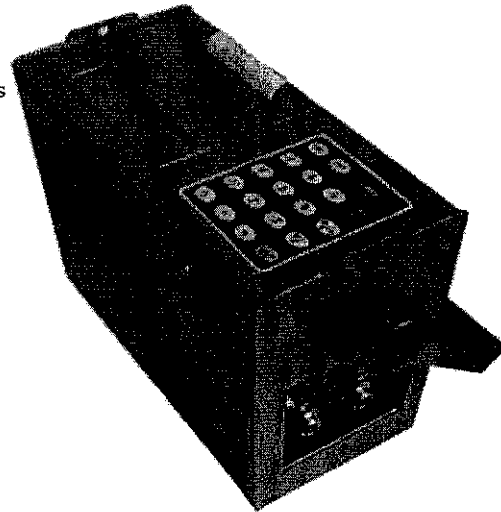
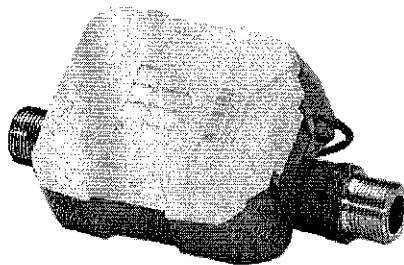
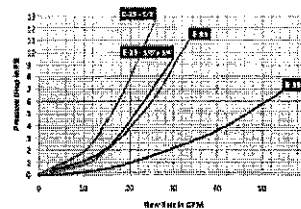
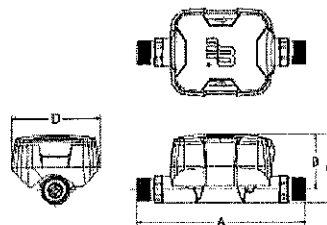


Imagen 8. Medidor de Flujo Ultrasónico Modelo TDS-100P

(<https://www.tecnometrica.com.mx/Medidor-de-flujo-ultrasonico-TDS-100P.html>)

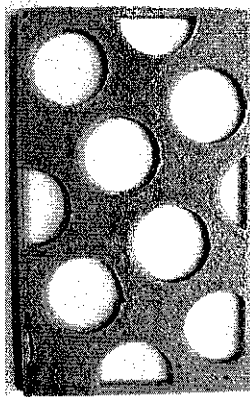


- Tecnología ultrasónica y electrónica.
- Los medidores de la serie E no tienen partes en movimiento y de esta manera mejoran la precisión y confiabilidad de la medición.
- No existe desgaste mecánico por lo que alarga la vida del equipo y elimina la posibilidad de errores en la lectura.
- La serie E de Badger utiliza transductores ultrasónicos para calcular continuamente el flujo y consumo.

Imagen 9. Caudalímetros ultrasónicos (<http://www.equysis.com/>)

✓ Analizar materiales

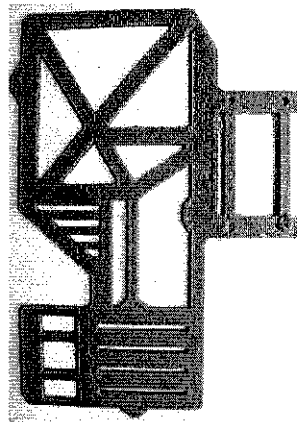
El material fue seleccionado basándonos en el objetivo inicial del proyecto, que sea de diseño abierto, por lo que se decidió utilizar un proceso tecnológico de producción individual en donde las características de desempeño del material sean resistencia, plasticidad y durabilidad en el tiempo y que exista la posibilidad de reciclar la carcasa, por lo que se propuso utilizar el termoplástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)



Pruebas

# Prueba: # 10 Tamaños  
Material: PLA  
Temperatura: 210°  
Velocidad Infill: 50 mm/s  
Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: Tamaño de los Circuitos 1 cm

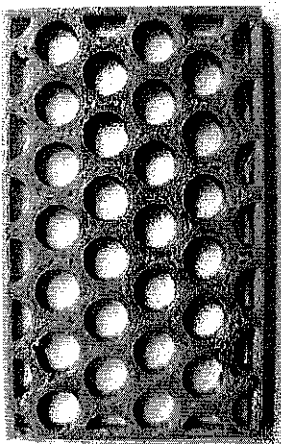


Pruebas

# Prueba: # 11 Geometría de la Base  
Material: PLA  
Temperatura: 210°  
Velocidad Infill: 50 mm/s  
Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: Hubo un error en la impresión y se detuvo.

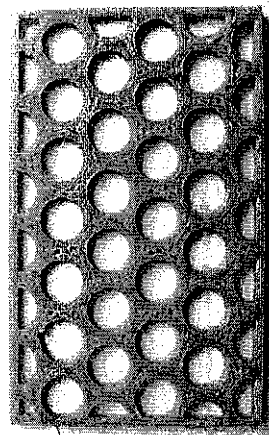
Imagen 10. Pruebas de soportes con material ABS.



Pruebas

# Prueba: # 2 Grosor 2 mm  
Material: PLA  
Temperatura: 210°  
Velocidad Infill: 50 mm/s  
Extrusion Multiplier: 1

Descripción: Impresión muestra circular falla en el relleno.

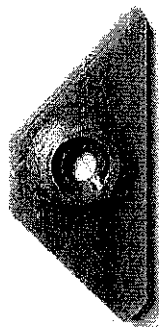


Pruebas

# Prueba: # 2 Grosor 1.5 mm  
Material: PLA  
Temperatura: 210°  
Velocidad Infill: 50 mm/s  
Extrusion Multiplier: 1

Descripción: Impresión muestra circular falla en el relleno.

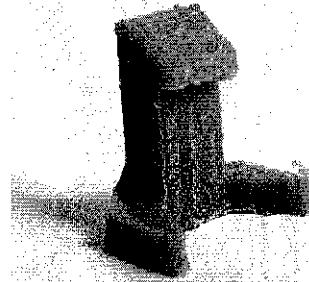
Imagen 11. Pruebas de tapas y cubiertas con material ABS.



#### Pruebas

# Prueba: # 25 Impresión de perforaciones para tornillos  
Material: PLA  
Temperatura: 195°  
Velocidad Infil: 50 mm/s  
Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: Salto bien.



#### Pruebas

# Prueba: # 26 Gancho  
Material: PLA  
Temperatura: 195°  
Velocidad Infil: 50 mm/s  
Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: Se imprimió uno sin base y evitamos los errores en la parte de abajo.

Imagen 12. Pruebas de diversos soportes con material ABS.

#### ✓ Desarrollar volumetría final

Con todos los elementos de diseño obtenidos y pruebas previas en los apartados anteriores se desarrolló la volumetría general de la carcasa utilizando como herramienta principal el software SOLIDWORKS, realizando una propuesta final y obteniendo un archivo digital con extensión .STL (ver imagen 13 y 14) el cuál se podrá utilizar para su producción individual a través del diseño abierto.

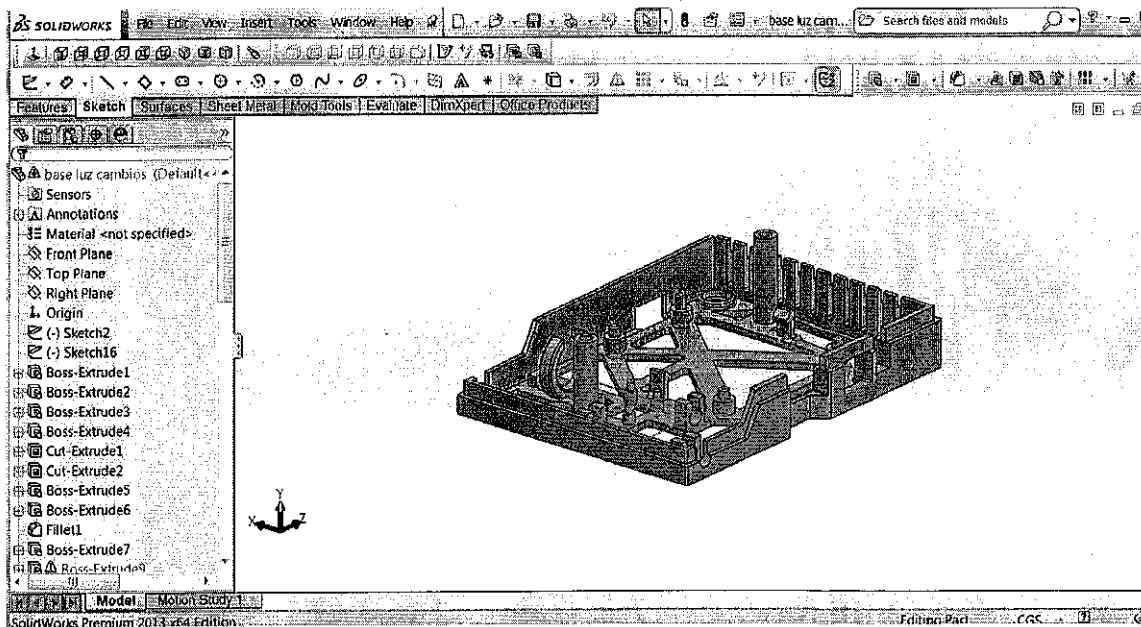


Imagen 13. Definición de soporte y sujeciones de carcasa con SolidWorks.

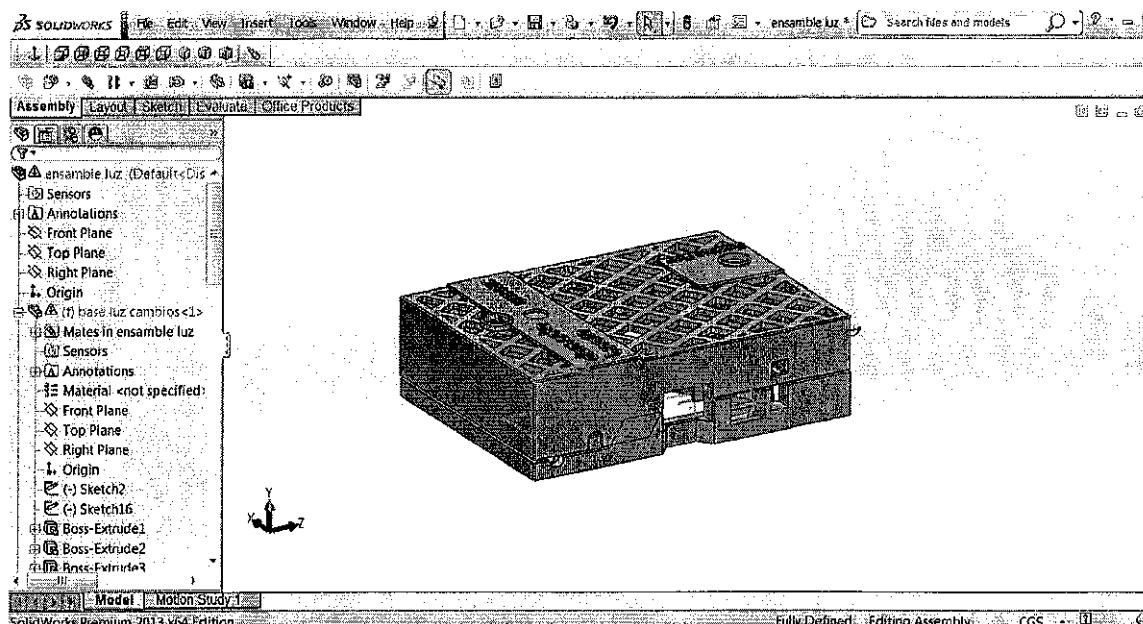


Imagen 14. Definición de cubierta de carcasa con SolidWorks.

### 3.2.2. Construir la carcasa diseñada por medio de impresión tridimensional.

Se construirá la carcasa que alojará el hardware que realizará la función de medir el consumo de agua. Construir la carcasa por medio de impresión tridimensional: para la fabricación de la carcasa se usó la impresora de inyección de plástico robo3D (ver imagen 15) que cuenta con una superficie de impresión de: 25.4 cm de largo x 2.86 cm de ancho x 20.32 cm de alto, se utilizó el termoplástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) aunque la impresora puede adaptarse a diversos materiales ya que alcanza una temperatura de fundición mayor a los 290 °C.

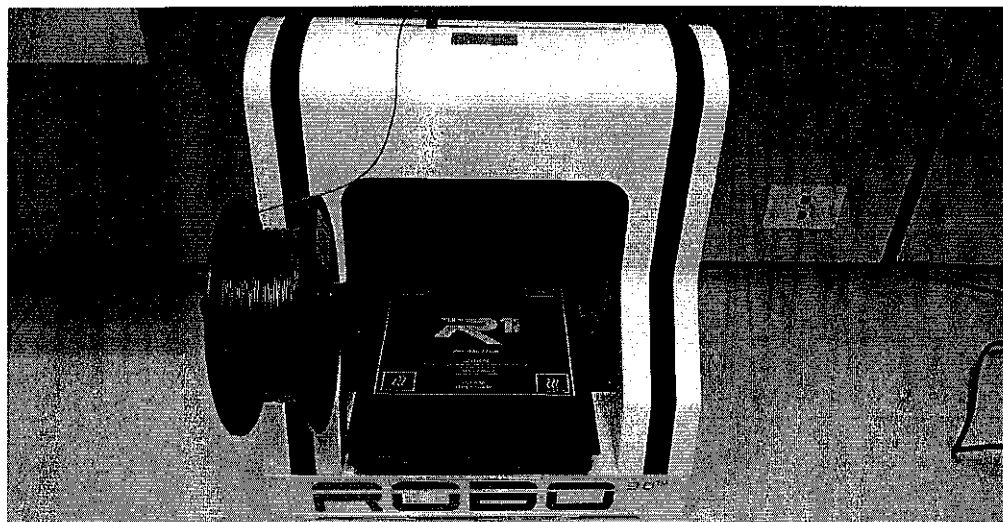


Imagen 15. Impresora 3D (inyección de plástico)

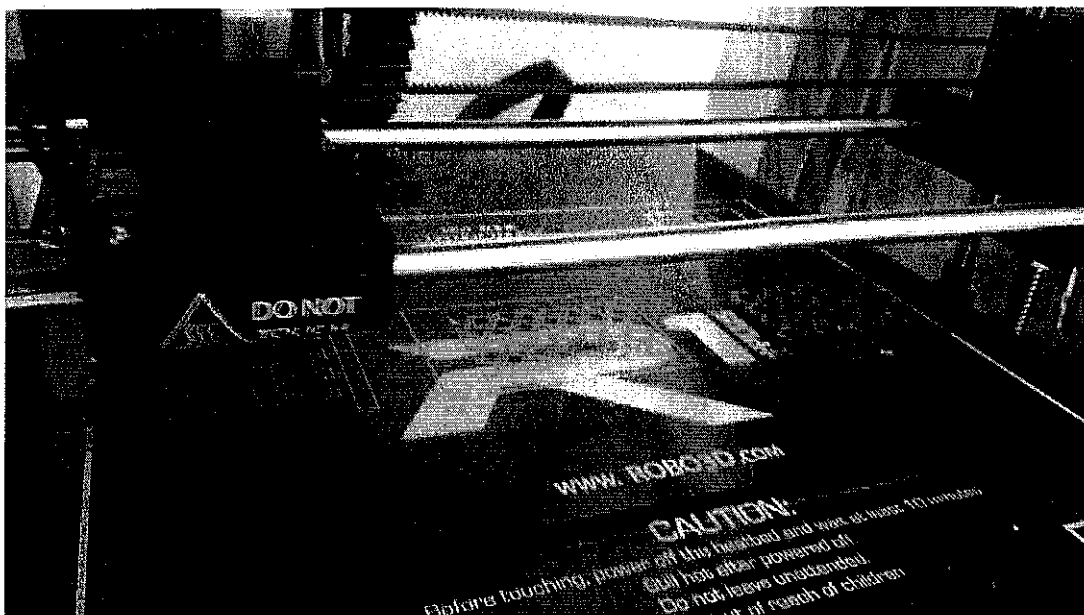


Imagen 16. Construcción de carcasa con impresora de inyección de plástico

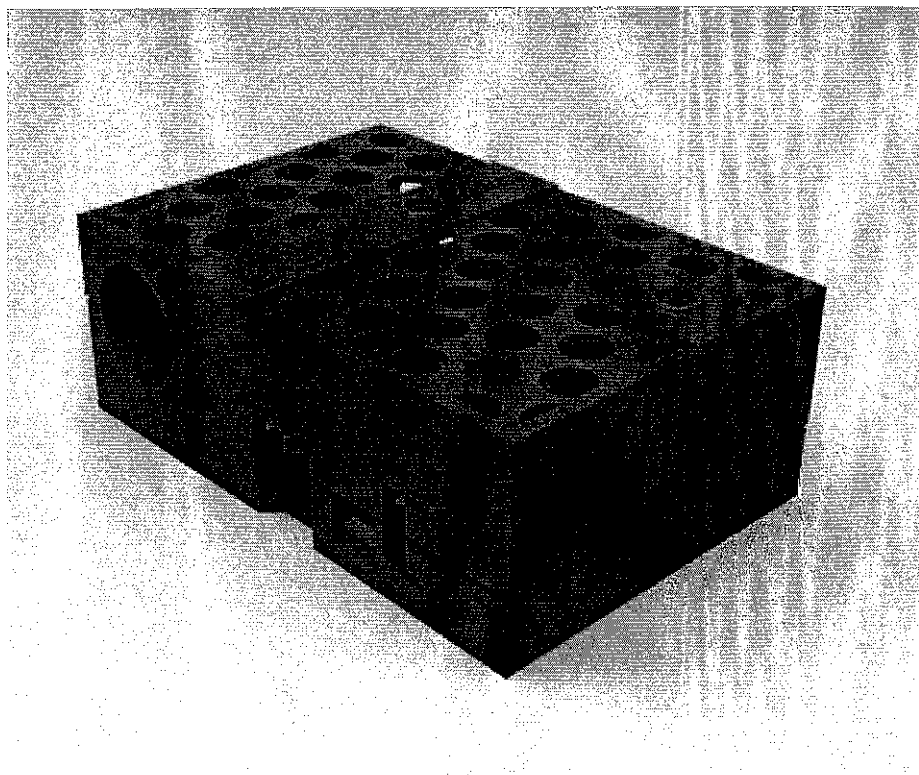


Imagen 17. Carcasa final para medidor de electricidad.

### 3.2.3. Acoplar la carcasa en el hardware obtenido.

Se ensamblará la carcasa con el software para obtener el prototipo que medirá el consumo del agua. Finalmente, el hardware se acopla con la carcasa diseñada y fabricada para formar una sola unidad. El siguiente paso es encender, configurar y conectar el sistema y realizar pruebas de medición a algún producto en la vivienda que consuma electricidad.

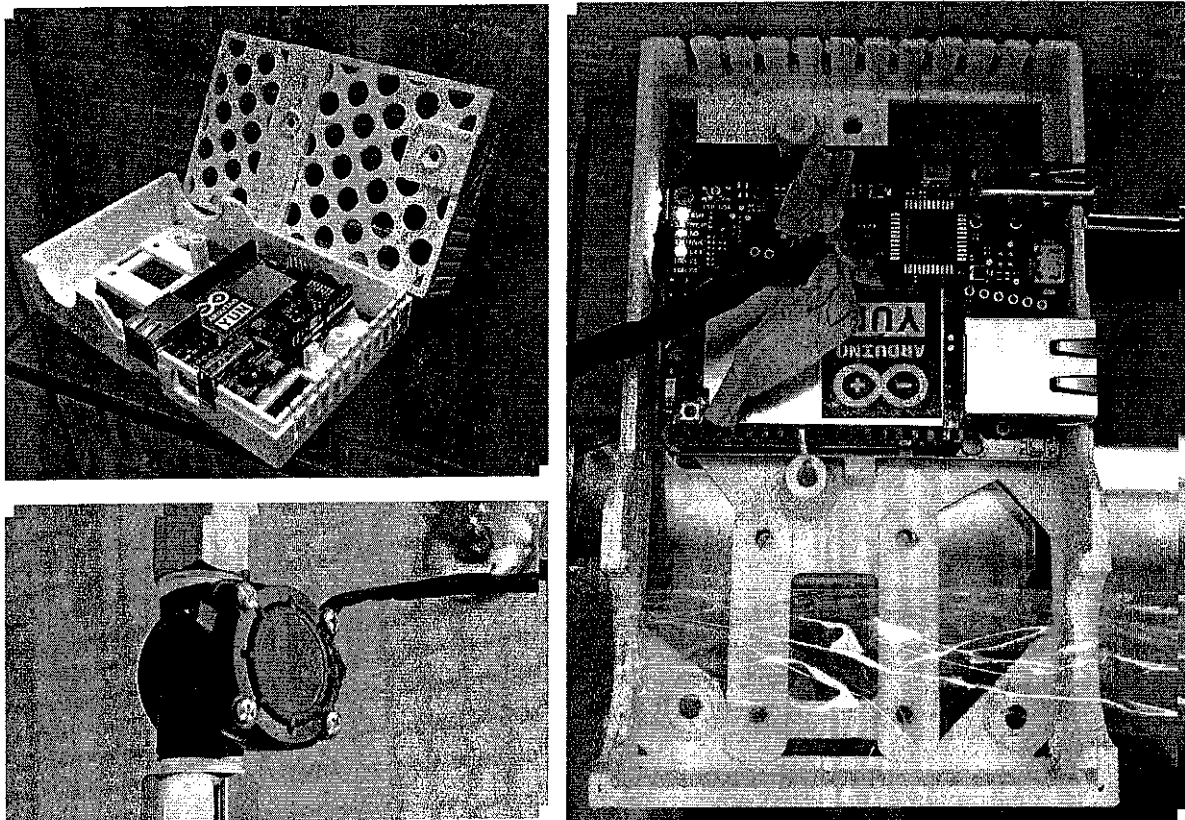


Imagen 18. Hardware, carcasa y accesorios que componen el medidor de consumo de agua para una vivienda (PROTOTIPO)

### 3.3. Obtener el diseño de la carcasa acoplado con el hardware.

3.3.1. Operar el prototipo final y realizar pruebas de medición de consumo de agua.

Se realizarán pruebas de funcionamiento al prototipo que medirá el consumo del agua. Se conectó el adaptador de corriente para prender el medidor; se conectó una fuente transmisora de electricidad y a una fuente receptora de electricidad; se ingresó al Access Point de Arduino en la dirección <https://arduino.local/> seleccionando una nueva red de área local (RAL) y Access Point (ver imagen 19 y 20). Para consultar la información en la RAL se escribió la dirección proporcionada por el nuevo ruteador. Finalmente se vació la información almacenada en la micro SD en el archivo "datalog.txt" a hojas de cálculo para graficar la información de consumo eléctrico.

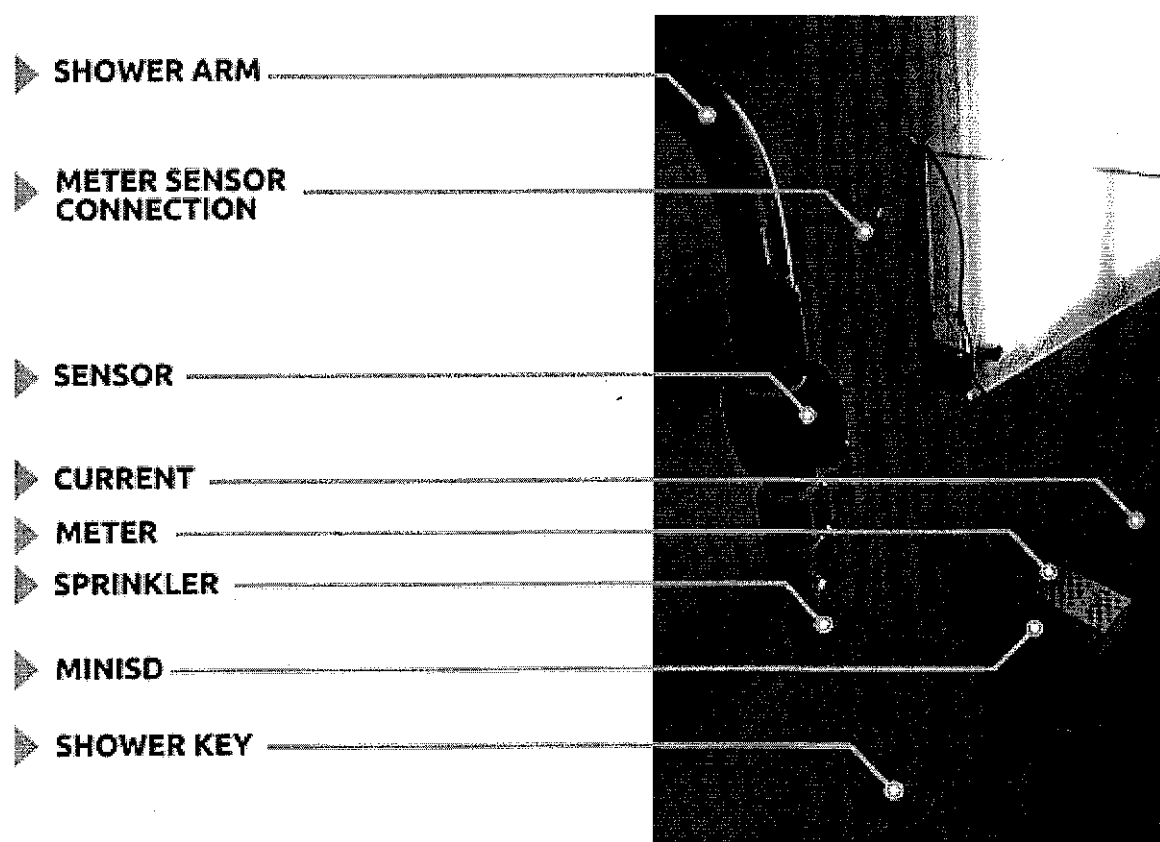


Imagen 19. Descripción de las partes que componen el prototipo para medir el consumo de agua en una vivienda.

Se obtuvieron datos con las funciones previamente programadas de un dispositivo electrónico (computadora portátil) conectado al medidor, se almacenaron en la unidad extraíble y se consultaron para obtener la información exacta del muestreo mediante el siguiente experimento expresado de la siguiente manera: Demostrar la información que proporciona el medidor de consumo de agua en la vivienda presentando los datos del gasto de una regadera ahorradora en el aseo de una persona en un día. Características generales de la vivienda: localizada en la Ciudad de México, plurifamiliar, departamento en el tercer piso, suministro de agua a los servicios básicos por tanque elevado con capacidad de 5 mil litros, cuenta con dos baños completos, calentador de paso, regaderas ahorradoras marca: Dica, modelo: 4502DP. Las variables consideradas son el tiempo que una persona se tarda en bañarse y los litros que se consumen en este intervalo. Las variables que podrían modificar la medición son la presión de trabajo, el caudal y la temperatura.

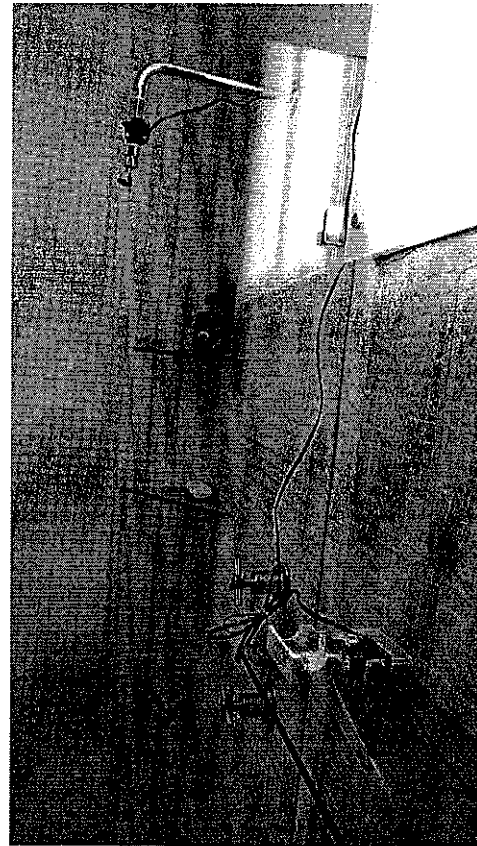
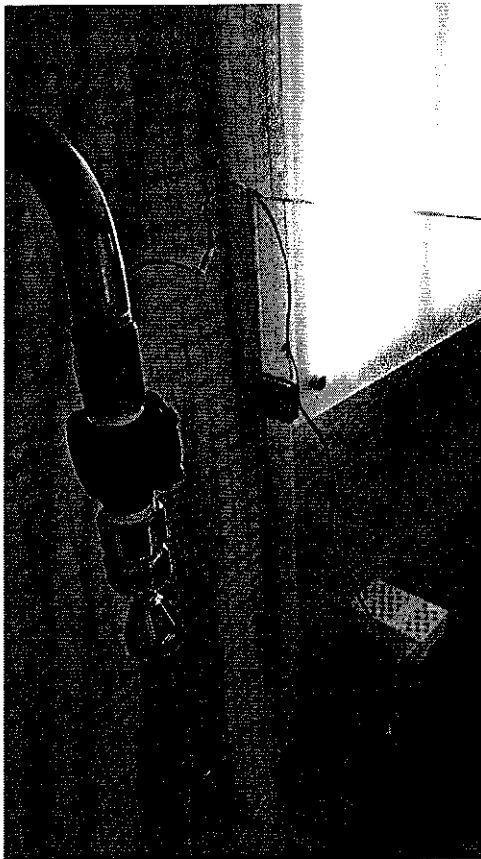
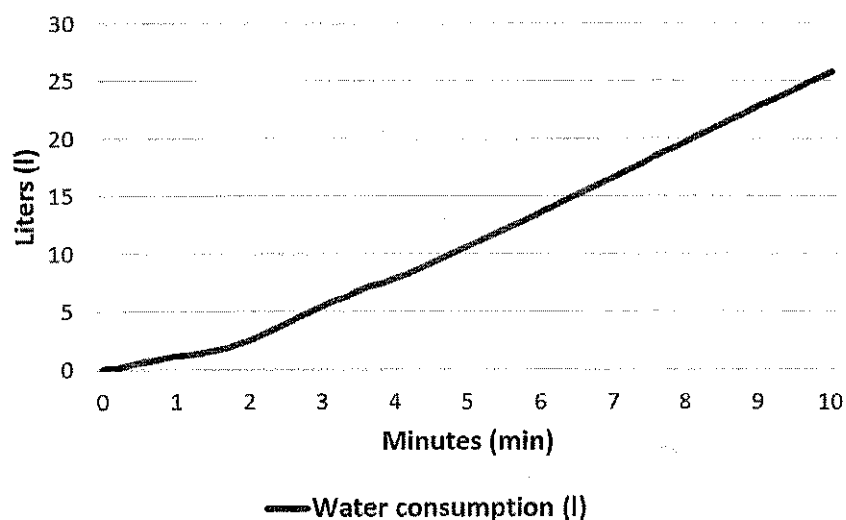
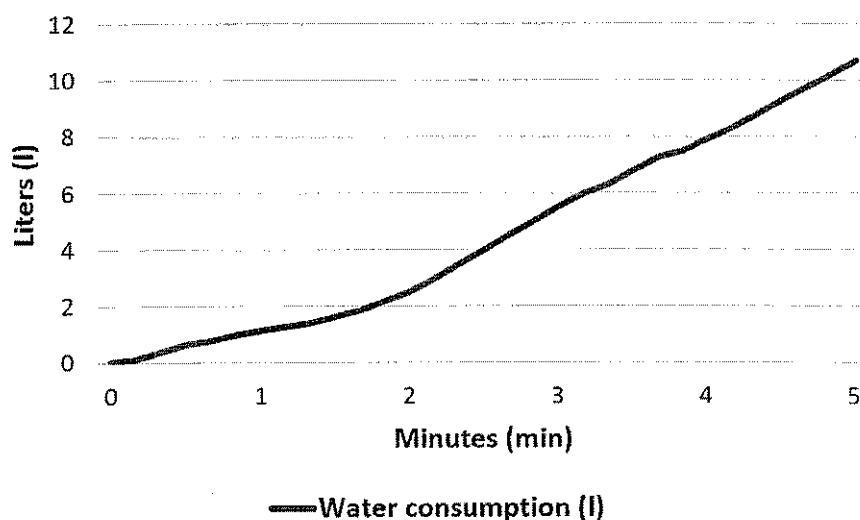


Imagen 20. Pruebas de medición de consumo de agua con prototipo.

Se realizaron 2 muestreos; el primero consistió en tomar una ducha promedio de 10 minutos (ver gráfica 1) y el segundo consistió en tomar una ducha eficiente de 5 minutos (promedio sugerido por la OMS) (ver gráfica 2), con esto se logró verificar la cantidad de agua que se consume en el tiempo indicado en cada muestra en una ducha diaria.



Gráfica 1. Consumo de agua tomando una ducha de 10 minutos



Gráfica 2. Consumo de agua tomando una ducha de 5 minutos

Tendríamos un ahorro del 50% en el uso del agua con sólo disminuir el tiempo que tomamos en darnos una ducha, información que nos proporcionaría el medidor y que el usuario podría consultar todos los días. Esto también nos muestra que mientras más tiempo usemos agua, más litros serán utilizados sin importar si los sistemas son ahorradores. El usuario confirmó que 5 minutos es tiempo suficiente para ducharse.

### **3.4. Resultados:**

#### **3.4.1. Desarrollo de prototipos:**

Se desarrolló un medidor de consumo de agua para la vivienda.

Ver anexo 1: Prototipo (Memoria del diseño)

### **3.5. Modalidades de difusión:**

**3.5.1.** Realizar publicación de un artículo en una revista relacionada con el tema: Se elaboró el artículo titulado: "Development of an open-source water consumption meter for housing." el cual se presenta en este reporte.

Ver anexo 2: Artículo

**3.5.2.** Realizar una conferencia como discurso académico enunciado en público, cumpliendo con las características del tema investigado: se realizó una conferencia en Italia, Roma y exposición de cartel en la UAM Azcapotzalco.

Ver anexo 3: Conferencia IEREK

Ver anexo 4: Expo CyAD Investiga 2019

**4. Desarrollo o estado de avance, el cual deberá referirse también en términos porcentuales:**

| <b>Plan de trabajo</b>                                                                          | <b>Inicio</b> | <b>Termino</b> | <b>%</b>   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|------------|
| Seleccionar los elementos de un medidor de consumo de agua para una vivienda.                   |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Programar uno de los elementos para realizar la medición de consumo de agua en la vivienda.     |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Organizar el conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen un sistema (hardware)   |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Probar el funcionamiento correcto del hardware para realizar mediciones del consumo de agua.    |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Diseñar forma, función, ergonomía y usabilidad de la carcasa en la que se alojará el hardware.  |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Construir la carcasa diseñada por medio de impresión tridimensional.                            |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Acoplar la carcasa en el hardware obtenido.                                                     |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Operar el prototipo final y realizar pruebas de medición de consumo de agua.                    |               | <b>si</b>      | <b>100</b> |
| Seleccionar los elementos de un medidor de consumo de gas L.P. para una vivienda.               | <b>si</b>     |                | <b>20</b>  |
| Programar uno de los elementos para realizar la medición de consumo de gas L.P. en la vivienda. | <b>si</b>     |                | <b>10</b>  |
| Organizar el conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen un sistema (hardware)   | <b>si</b>     |                | <b>5</b>   |
| Probar el funcionamiento correcto del hardware para realizar mediciones del consumo de gas L.P. | <b>----</b>   |                | <b>0</b>   |
| Diseñar forma, función, ergonomía y usabilidad de la carcasa en la que se alojará el hardware.  | <b>----</b>   |                | <b>0</b>   |
| Construir la carcasa diseñada por medio de impresión tridimensional.                            | <b>----</b>   |                | <b>0</b>   |
| Acoplar la carcasa en el hardware obtenido.                                                     | <b>----</b>   |                | <b>0</b>   |
| Operar el prototipo final y realizar pruebas de medición de consumo de gas L.P.                 | <b>-----</b>  |                | <b>0</b>   |

## **5. Conclusiones finales:**

El hardware seleccionado para para obtener los datos del consumo de electricidad fue Arduino (ARDUINO, 2017) ya que es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Se pueden instalar sensores y dar instrucciones a un microcontrolador que a su vez regresa la información a una memoria portátil (microSD) o a una computadora (por cable, intranet o WIFI). Para que funcionen las instrucciones utilizamos la programación basada en Arduino.

El diseño de la carcasa para acoplar el hardware y ser utilizado de forma sencilla por el usuario fue elaborado en un software que nos permitió obtener los planos y el modelo en tercera dimensión generando un archivo digital en estereolitografía que mandamos a una impresora 3D de inyección de plástico (Robo, 2017), esta, utiliza un termoplástico llamado acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) que se funde a aproximadamente 200°C, resistente, de superficie rugosa y con similitudes con el plástico en términos de textura, durabilidad y funcionalidad, se utiliza para crear objetos de uso diario o prototipos.

Se logró alcanzar el objetivo general del proyecto a través de la creación de un dispositivo de medición de consumo de energía para viviendas en México, mediante el diseño y desarrollo de un prototipo funcional. Se comprobó su correcto funcionamiento mediante la operación del prototipo final y la realización de pruebas de medición de consumo de electricidad en una computadora localizada en una vivienda.

**ANEXOS**

## **Anexo 1: Prototipo (Memoria del diseño)**



Casa abierta al tiempo  
Universidad Autónoma Metropolitana



Ciencias y Artes para el Diseño

---

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad: Azcapotzalco

División: Ciencias y Artes para el Diseño

Departamento: Medio Ambiente

Profesores: Miguel Arzate Pérez, Gerardo Arzate  
Pérez

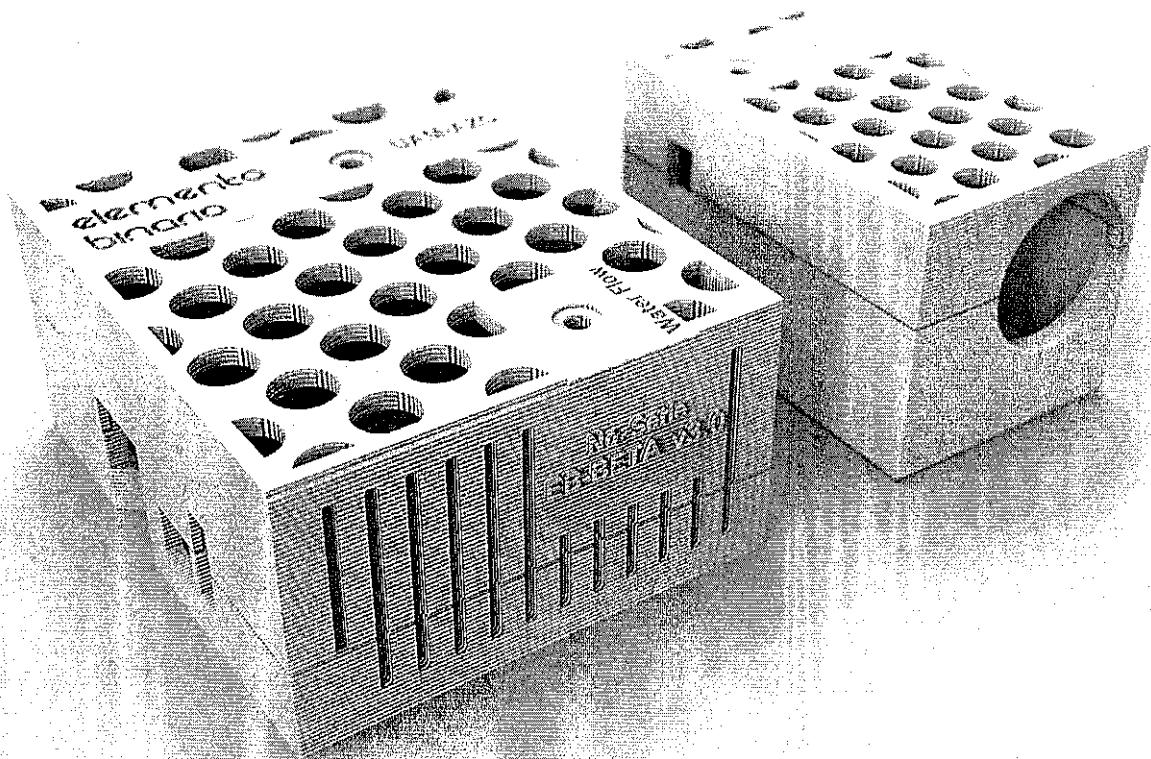
Proyecto de investigación: **Diseño y desarrollo de  
dispositivos de medición de agua y gas L.P. en la  
vivienda: una aproximación hacia el consumo  
sustentable en México.**

Número de proyecto: **N-462**

Producto de investigación: Medidor de consumo de  
agua (Prototipo)

Documento: Memoria de Diseño

# Prototipo: Medidor de consumo de agua



## Memoria del diseño

# ÍNDICE

Capítulo 1.

**Memoria gráfica (planos)**

Capítulo 2.

**Memoria fotográfica (desarrollo)**

2.1. Proceso de diseño

2.1.1. Conceptualización

2.1.2. Bocetos

2.1.3. Modelos virtuales

2.1.4. Renders de previsualización

2.2. Componentes electrónicos

2.2.1. Tarjetas embebidas

2.2.2. Sensores

2.2.3. Cableado

2.2.4. Conectores

2.3. Carcasa impresa en 3D

2.3.1. Pruebas de impresión

2.3.2. Impresión de prototipo

## Capítulo 3

### **Manual de construcción y usuario**

3.1. Conozca su medidor

3.2. Impresión de carcasa

3.3. Ensamblado

3.4. Conexión

3.4.1. Código de Programación

3.5. Instalación

3.6. Medición y obtención de datos

## Capítulo 4

### **Fotografías del prototipo terminado, objetivos y resultados obtenidos**

4.1. Fotografías del prototipo terminado

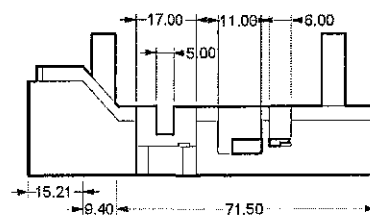
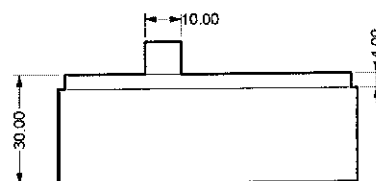
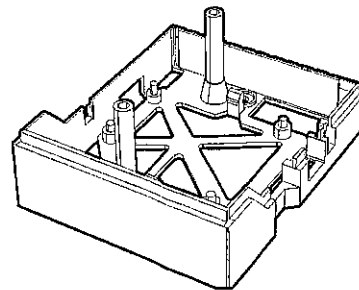
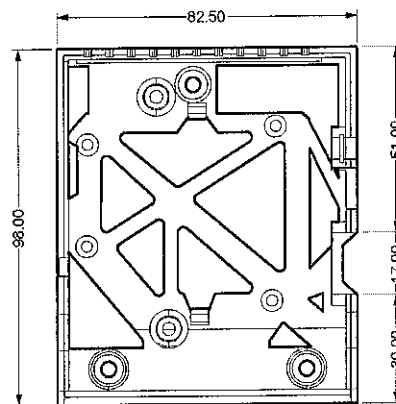
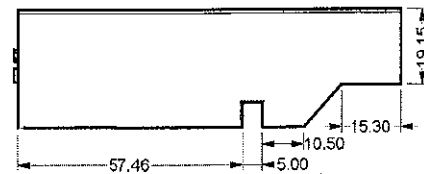
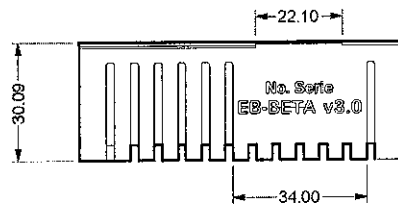
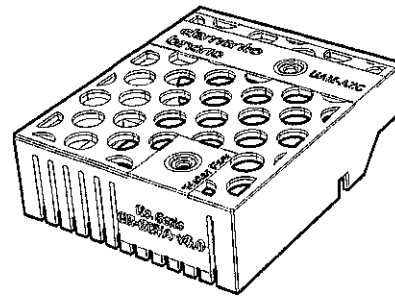
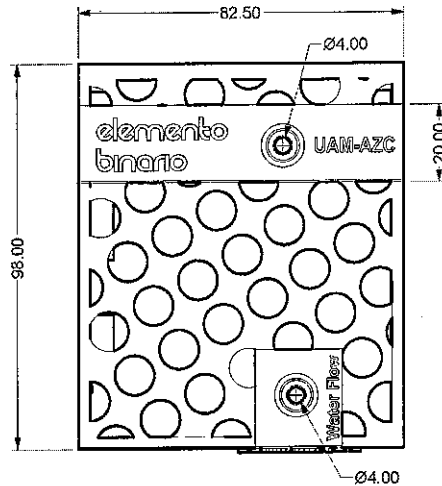
4.2. Objetivo

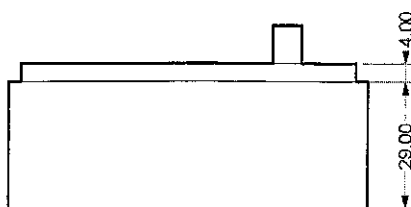
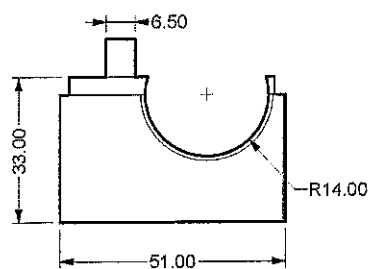
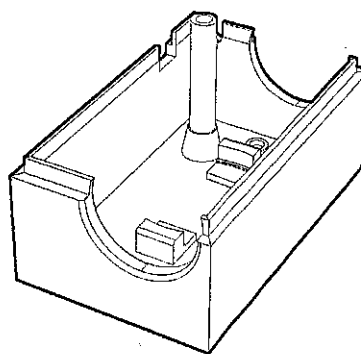
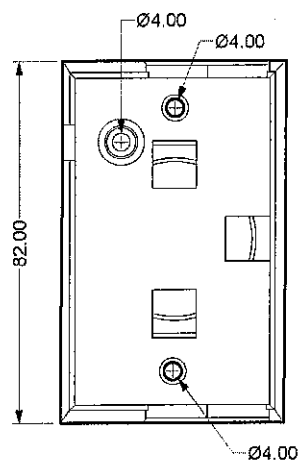
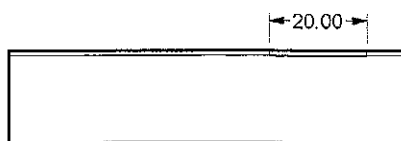
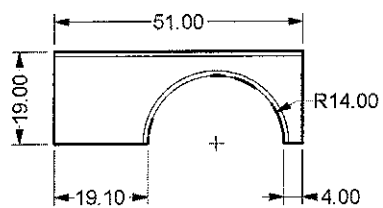
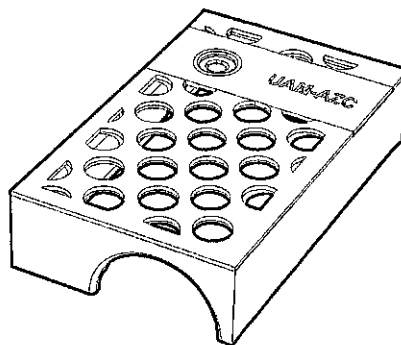
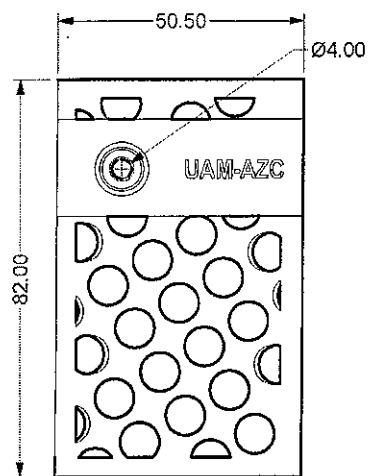
4.3. Descripción

4.4. Aportaciones del proyecto, resultados

# Memoria gráfica (planos)

## Capítulo 1





# Memoria fotográfica (desarrollo)

## Capítulo 2

### 2.1. Proceso de diseño

#### 2.1.1. Conceptualización

El desarrollo de un medidor de consumo para vivienda basado en el pensamiento de Software Libre, Open Design y Do It Yourself (hágalo usted mismo), nos obliga a pensar en crear un producto con un lenguaje totalmente distinto a los medidores profesionales que existen en el mercado, los cuales suelen tener un lenguaje industrial, controles complejos y poca relación con la estética de los hogares contemporáneos. Además de estos factores básicos, existe un análisis importante que se ha realizado en torno al espíritu que impulsa este proyecto, el cual se basa en la apertura total en el diseño y tecnología que envuelven al producto. El concepto final permite al usuario convertirse en el fabricante de su propio medidor, por lo tanto, la reflexión sobre la importancia de ofrecer un producto universal, en términos de acceso a los componentes y a los sistemas de producción fue fundamental. Un reto conceptual adicional fue considerar el precio de fabricación, lo cual puede convertirse en una barrera de acceso si no se contempla generar un diseño que considere la oferta comercial de componentes, y los costos que ofrecen diferentes proveedores en el mercado, para obtener un costo de fabricación final que permita llegar a la mayor cantidad de usuarios. De esta manera es claro que existe una gran cantidad de requisitos únicos en los proyectos de hardware y software abierto, sumamente importantes en la conceptualización del diseño, y fuertemente relacionados con la función y usabilidad del producto, así como con el sistema de producción, en donde lo más importante es contar con una propuesta suficientemente estandarizado para poder imprimirse en cualquier equipo de impresión 3D en el mundo. A continuación,

se enlistan las principales directrices conceptuales en torno al desarrollo del diseño final:

#### √ CONCEPTO DE PRODUCCIÓN

- El producto debe ser autoportante, para evitar gasto de material en la fabricación de una estructura de sujeción de las piezas.
- La carcasa debe cubrir todos los componentes electrónicos, de una forma en que se ahorre la mayor cantidad de material de impresión, sin perder estructura ni superficie de protección.
- El producto debe estar fabricado totalmente con el proceso de impresión tridimensional, capaz de inyectar hilo plástico de PLA o ABS.

#### √ CONCEPTO DE FUNCIÓN

- El producto debe operar con tarjetas de uso genérico.
- El producto debe operar con sensores comerciales de bajo precio y precisión media.
- El producto debe ser compatible con la red eléctrica de cualquier país.
- El producto debe contar con conexiones eléctricas estándar.

#### √ CONCEPTO DE USABILIDAD

- El modelo virtual debe estar listo para impresión en cualquier equipo.
- El equipo debe contar con una guía rápida de fabricación, instalación y operación.
- El equipo no debe tener botones, ni sistema de operación, debe encenderse automáticamente, comenzar a realizar la medición y registrar automáticamente la información en una tarjeta extraíble, a la cual el usuario puede ingresar en búsqueda de su historial de consumo.

#### √ CONCEPTO DE ESTÉTICA

- El color del producto podrá personalizarse con la elección del material de impresión.
- El volumen se construirá con figuras geométricas básicas, que logren llevar el lenguaje visual a un estilo limpio y contemporáneo.

### 2.1.2. Bocetos

El desarrollo de un medidor de consumo para vivienda basado en el pensamiento de Software Libre, Open Design y Do It Yourself (hágalo usted mismo), nos obliga a pensar en crear un producto con un lenguaje totalmente distinto a los medidores profesionales que existen en el mercado, los cuales suelen tener un lenguaje industrial, controles complejos y poca relación con la estética de los hogares contemporáneos. Además de estos factores básicos, existe un análisis importante que se ha realizado en torno al espíritu que impulsa este proyecto, el cual se basa en la apertura total en el diseño y tecnología que envuelven al producto.

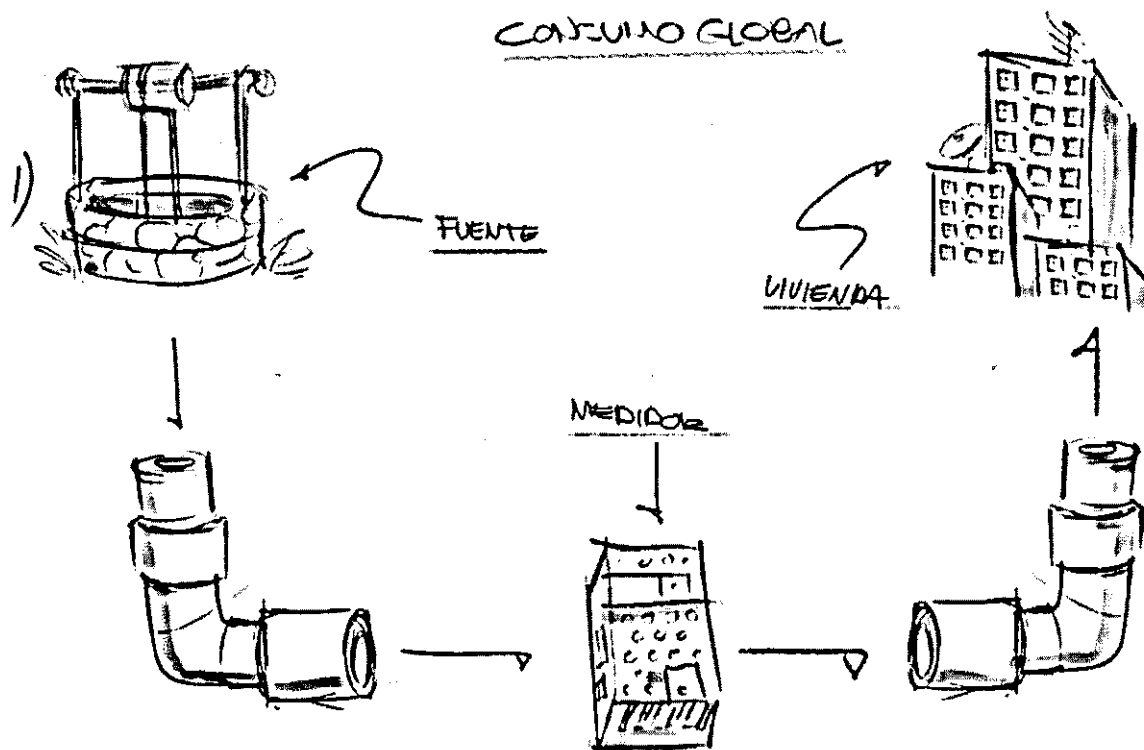


Imagen 1. Concepto general; Consumo global.

## Esquema General

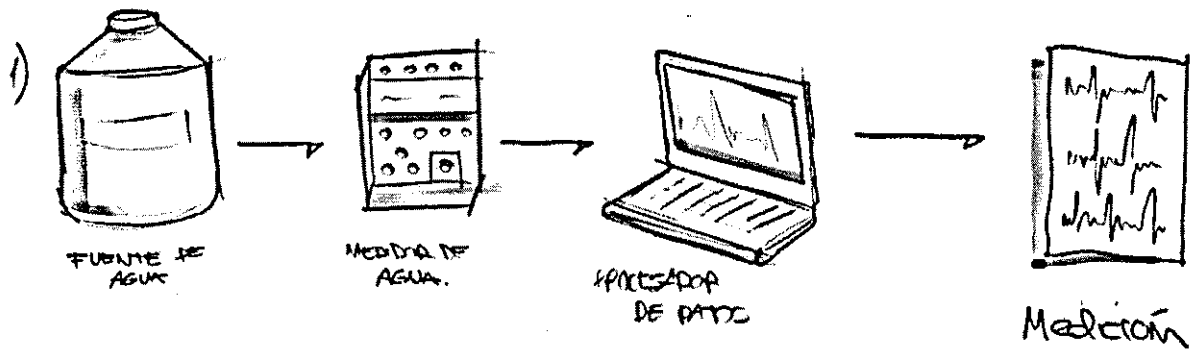


Imagen 2. Concepto general; Consumo de equipos.

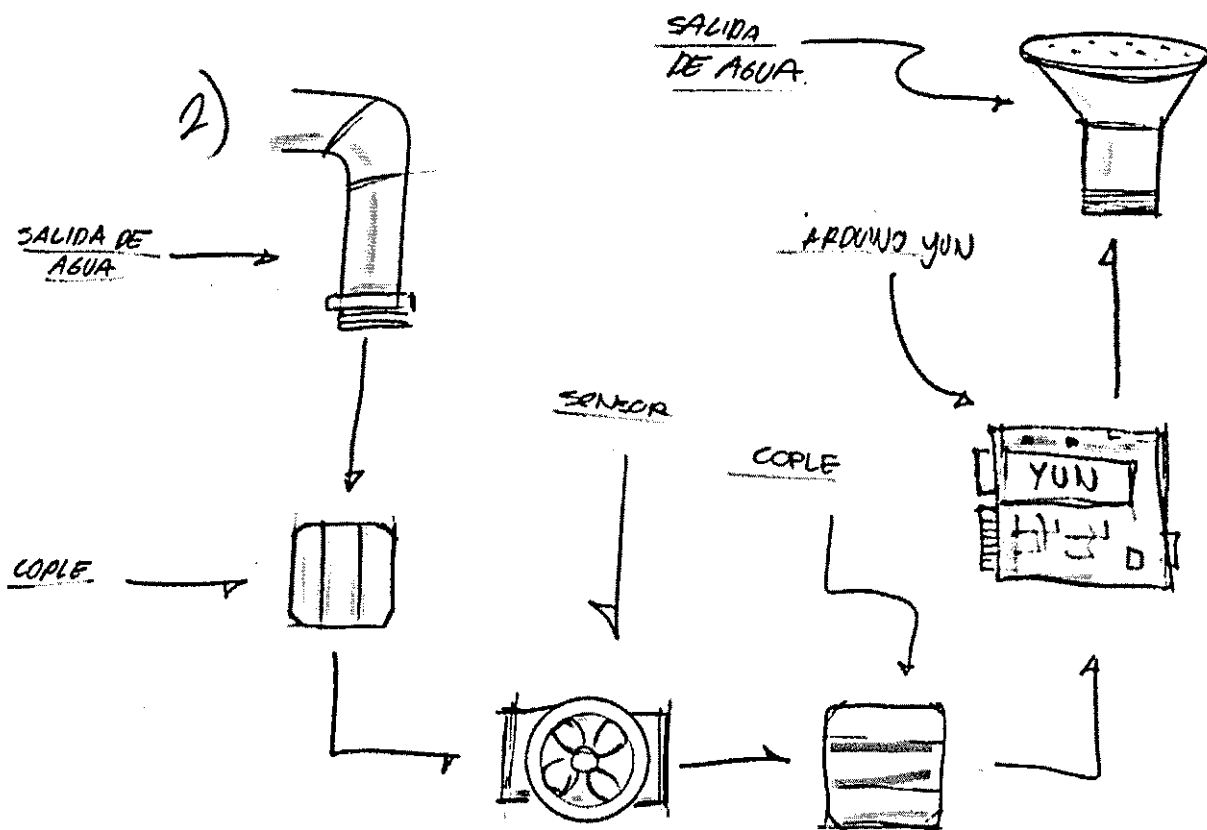


Imagen 3. Diagrama de pasos.

# PATRONES

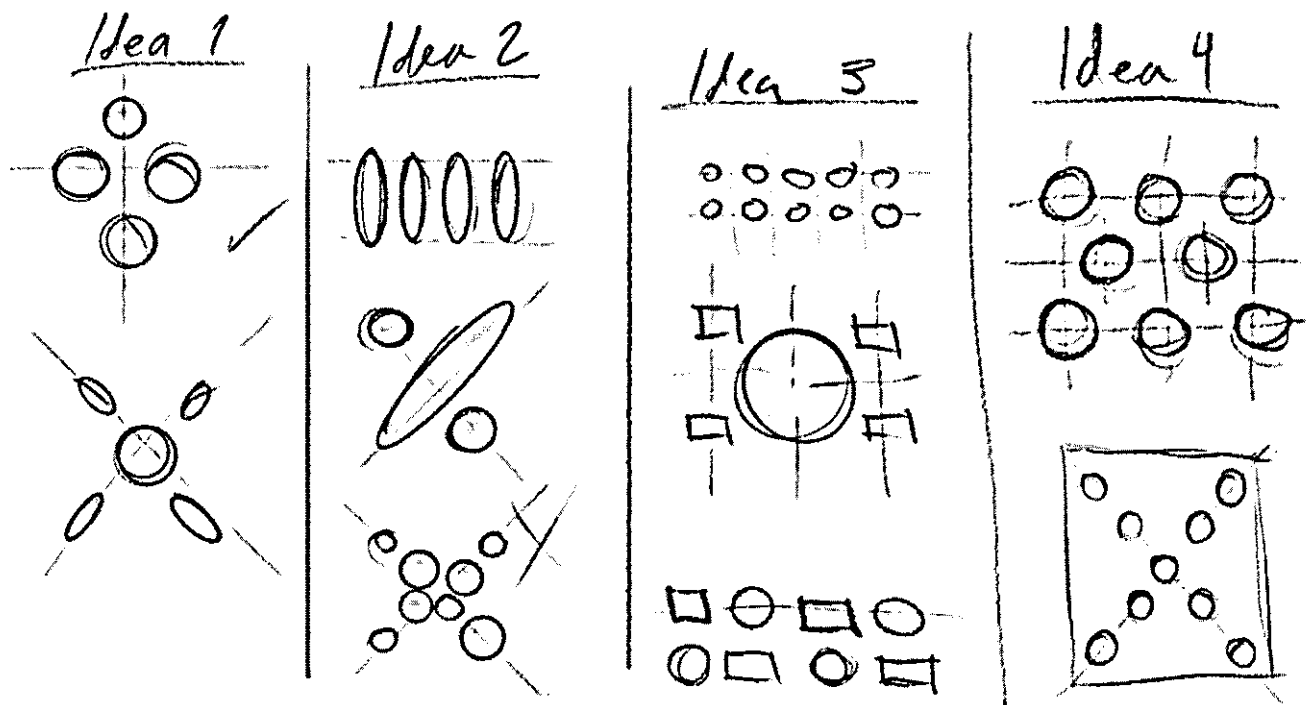


Imagen 4. Posibles patrones.

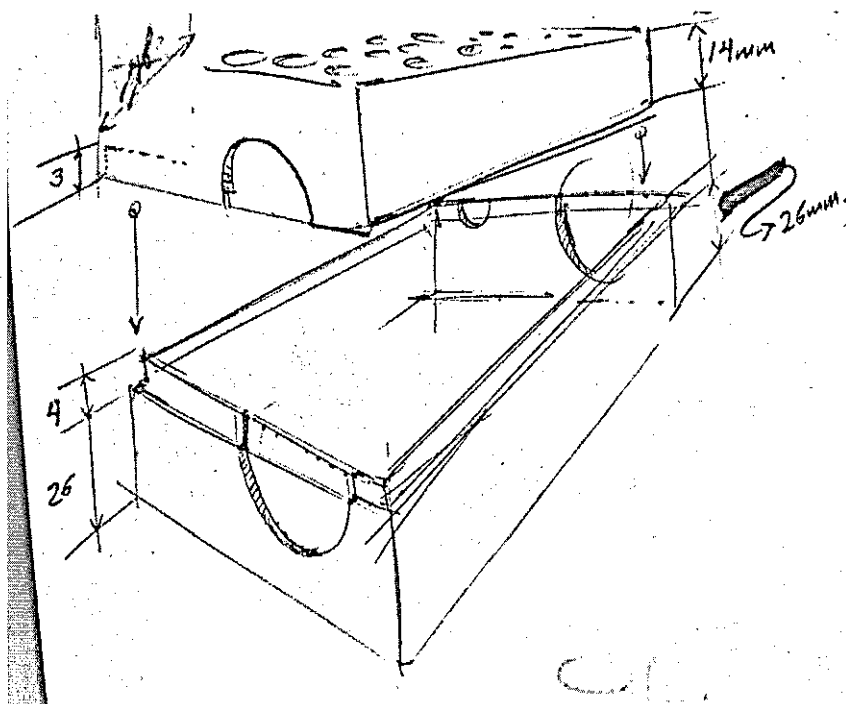


Imagen 5. Propuesta de la carcasa del sensor de flujo.

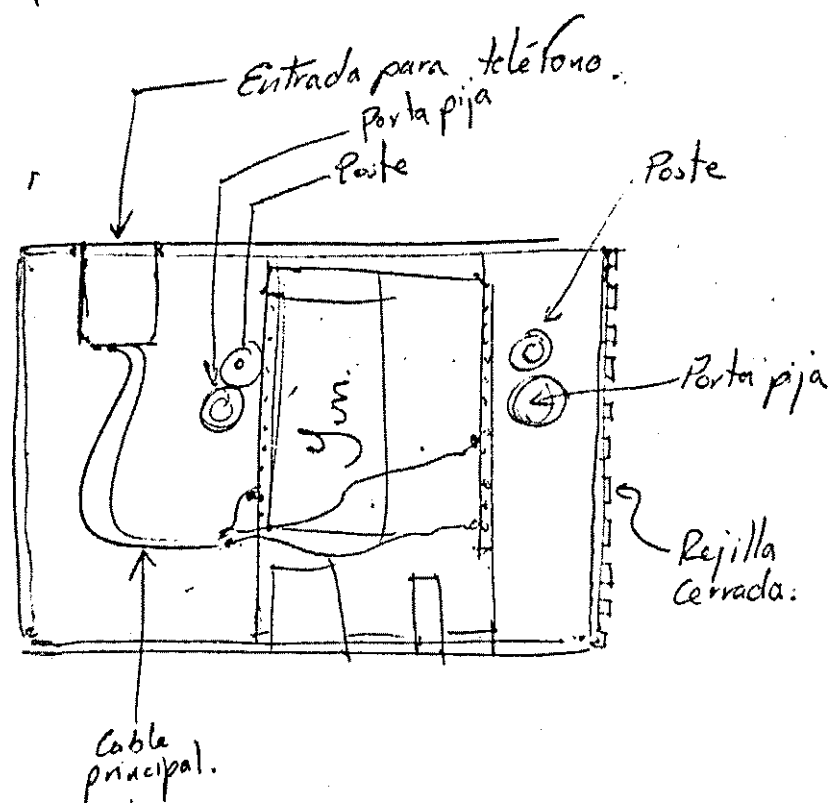


Imagen 6. Elementos del chasis.

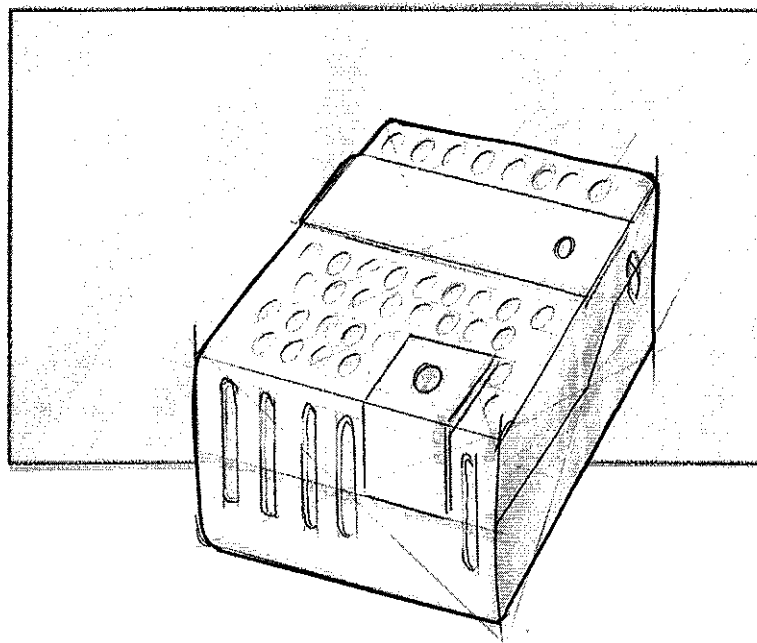


Imagen 7. Chasis con carcasa de la tarjeta Arduino YUN.

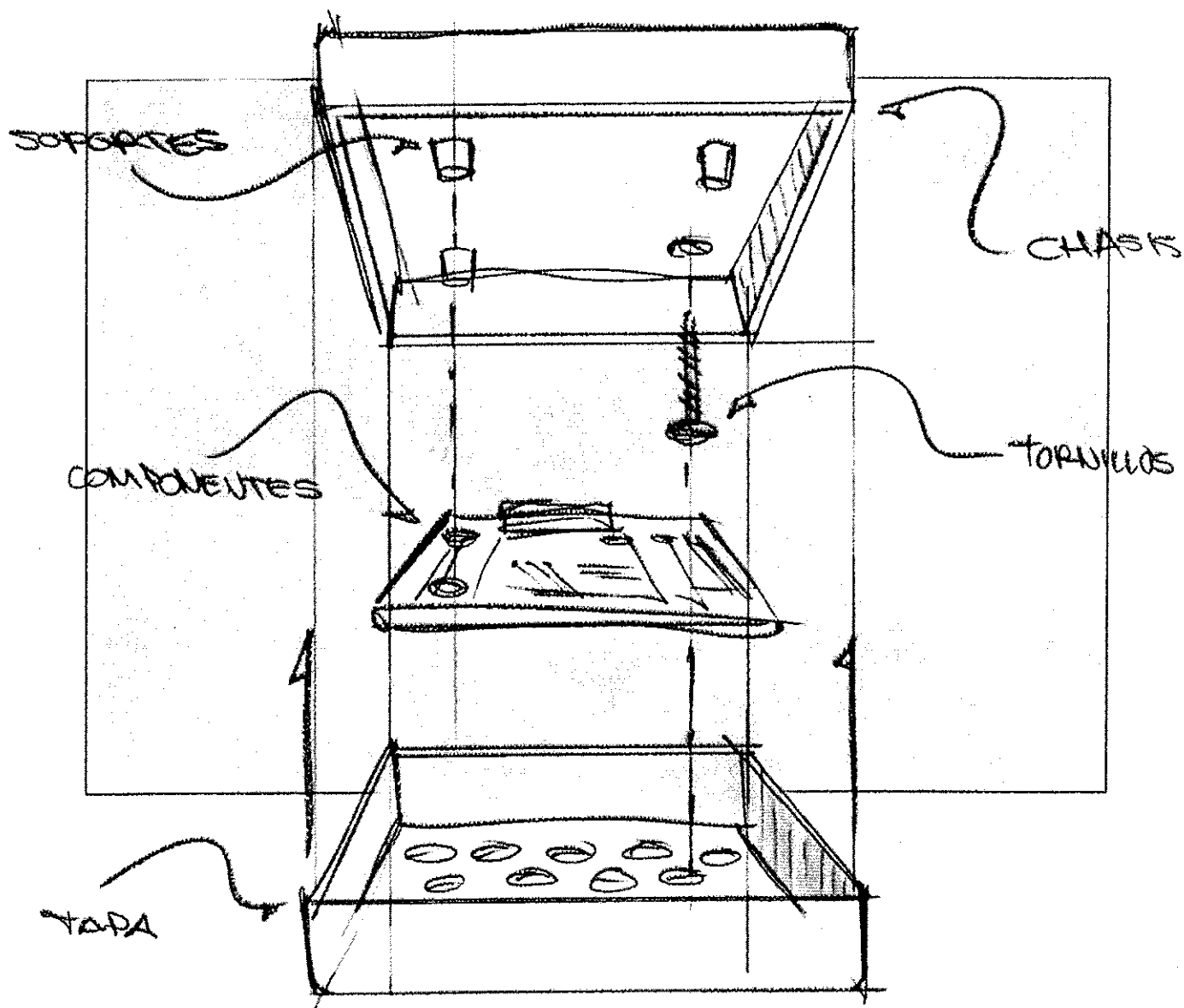


Imagen 8. Explosivo de carcasa, chasis y componentes

Bocetos digitales:

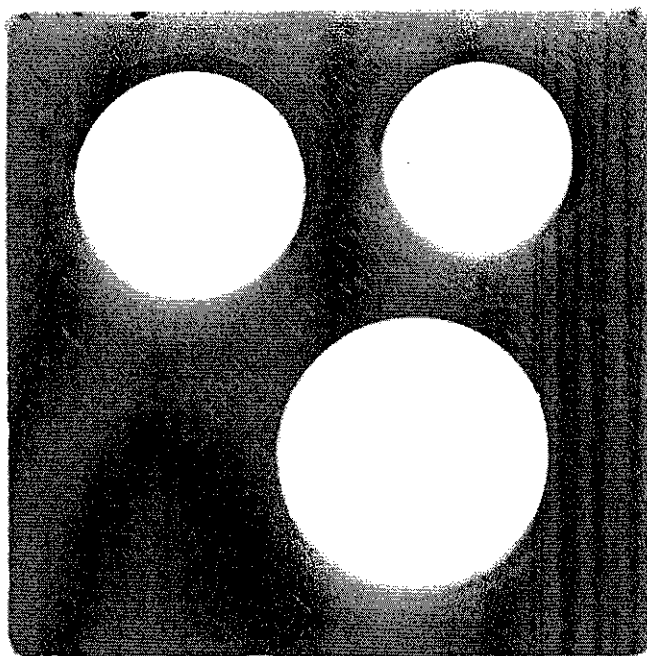


Imagen 9. Posible patrón 3D

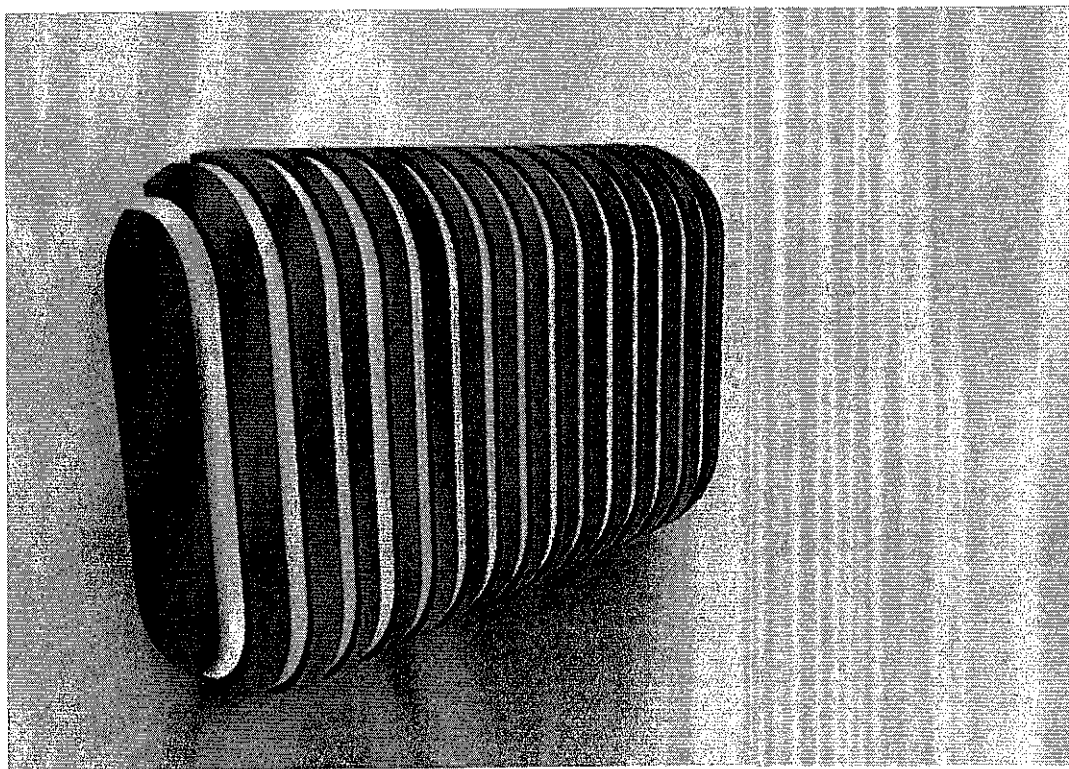


Imagen 10. Carcasa arreglo lineal

### 2.1.3. Modelos virtuales

Con todos los elementos de diseño obtenidos y pruebas previas se desarrolló la volumetría general de dos carcasas y dos chasis, uno para la tarjeta Arduino y otro para el sensor de agua respectivamente, obteniendo un archivo digital con extensión .STL (ver imagen 11 y 12) el cuál se podrá utilizar para su producción individual a través del diseño abierto.

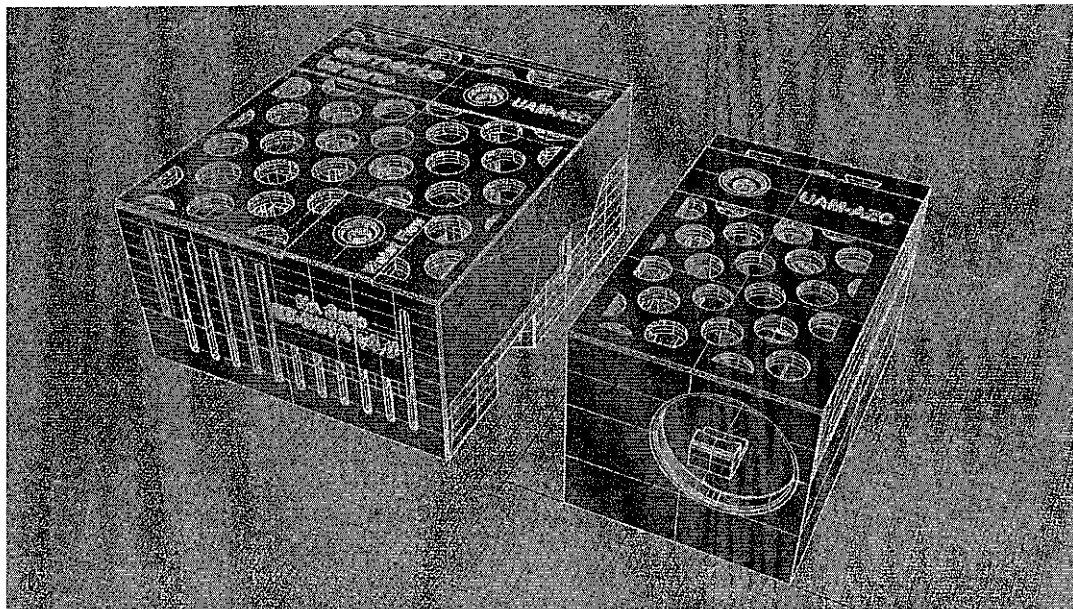


Imagen 11. Definición de carcasas y chasises.

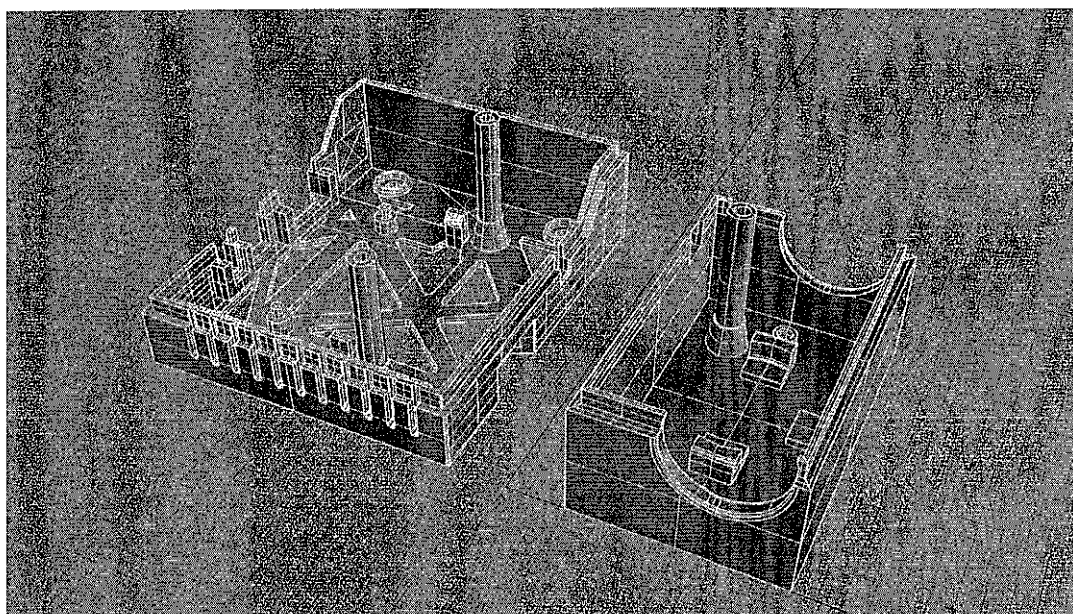


Imagen 12. Definición de soportes y sujeciones en los chasises

### PASO 1: Creación del volumen

Con ayuda de los modelos en 3D del sensor y la tarjeta Arduino se comenzó a calcular el área necesaria para contener los mismos, además de su acomodo funcional, tomando en cuenta las entradas y salidas necesarias para las conexiones.

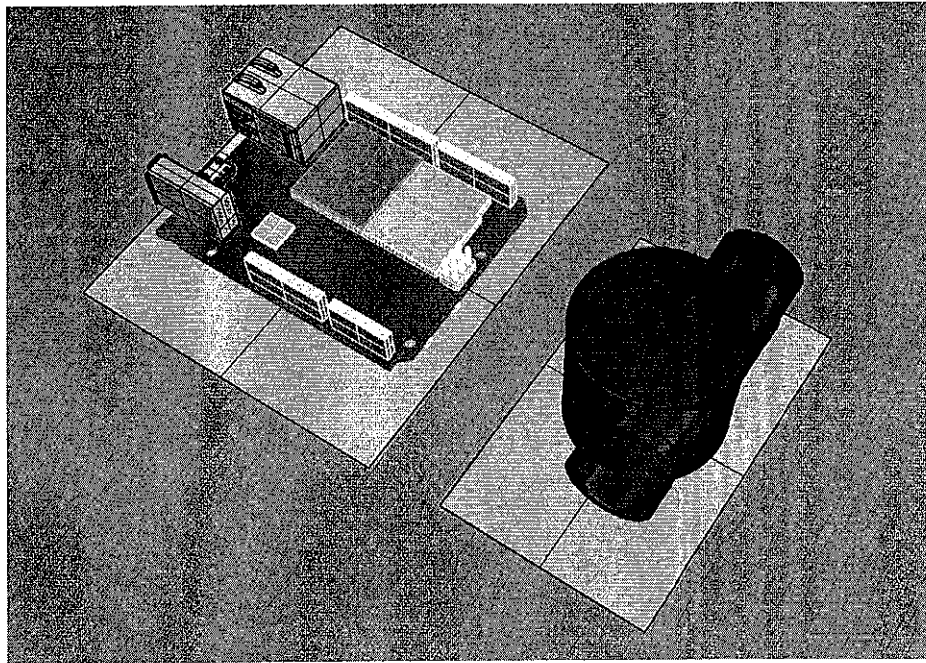


Imagen 13. Arduino YUN y sensor de flujo sobre base inicial.

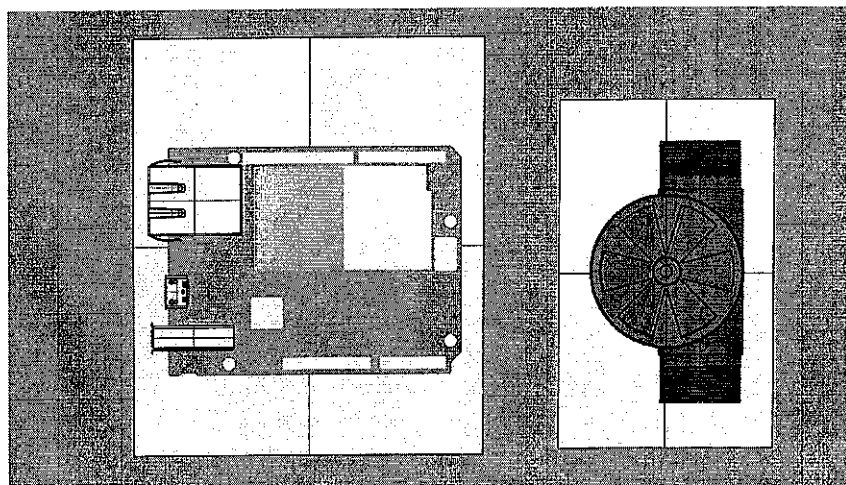


Imagen 14. Vista superior.

## PASO 2: Desarrollo de pistas

Después de calcular el área necesaria para los componentes se realizaron los trazos de las pistas y de otros elementos que se presentan a continuación.

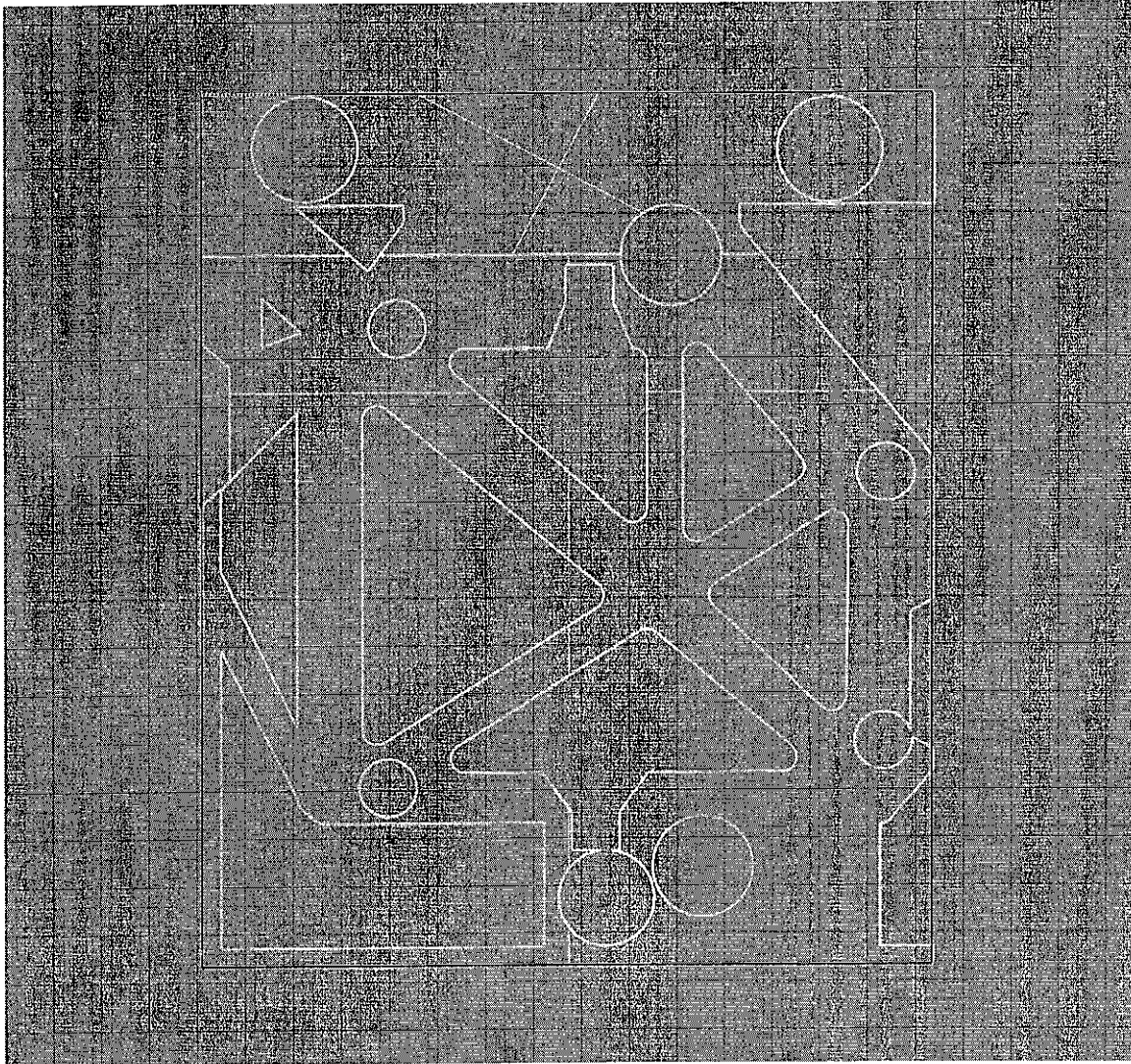


Imagen 15. Desarrollo de pistas.

### PASO 3 - Desarrollo de accesorios de sujeción

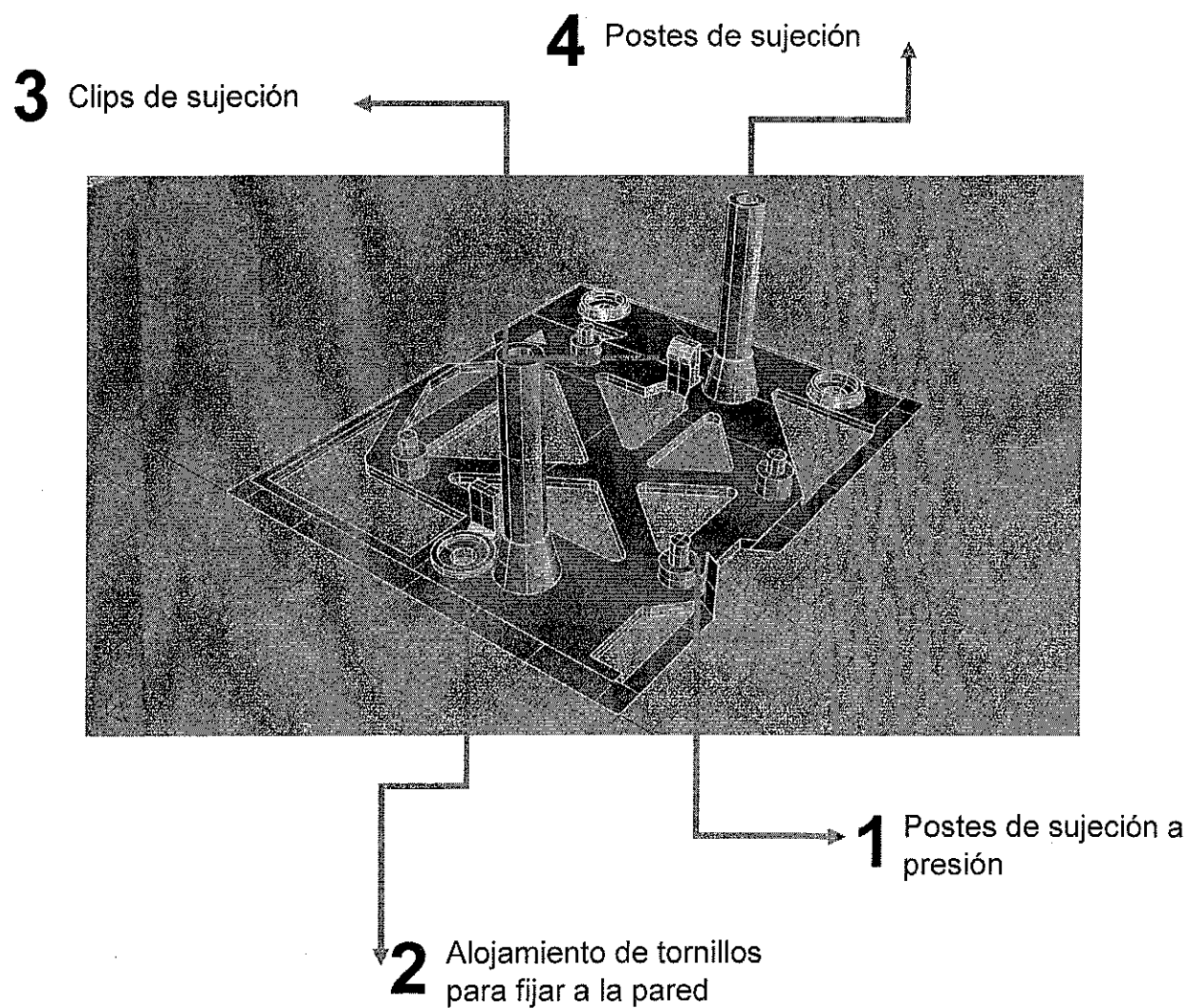


Imagen 16. Accesorios de sujeción.

### 3.1.- Postes de sujeción a presión

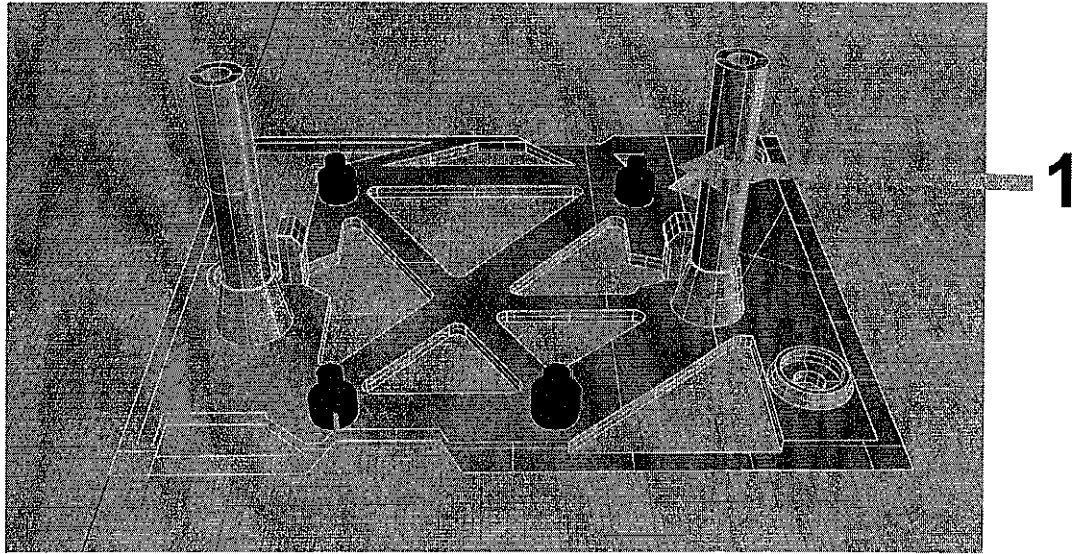


Imagen 17. Perspectiva postes de sujeción.

### 3.2.- Alojamiento de tornillos para fijar a la pared

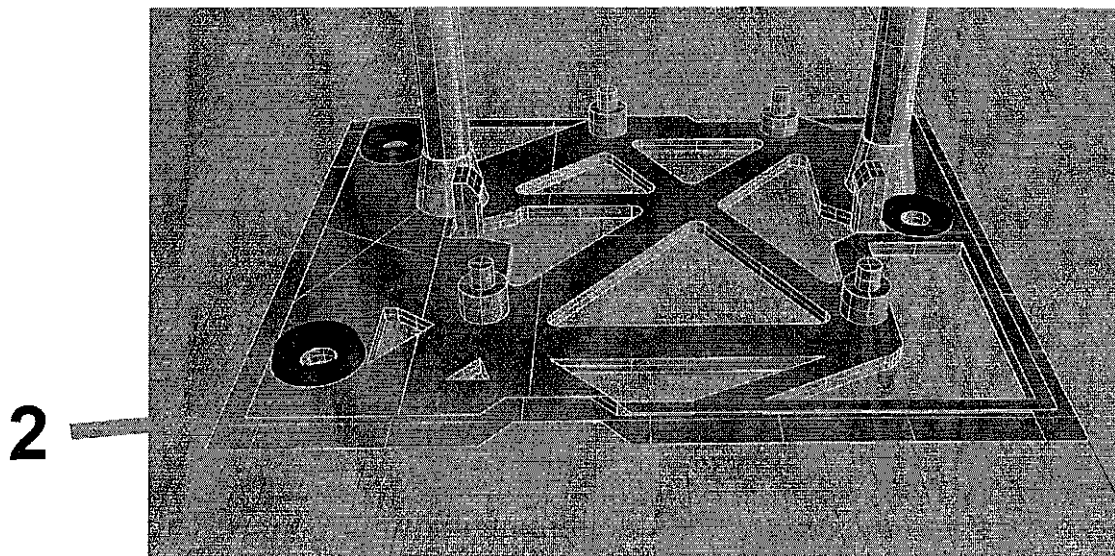
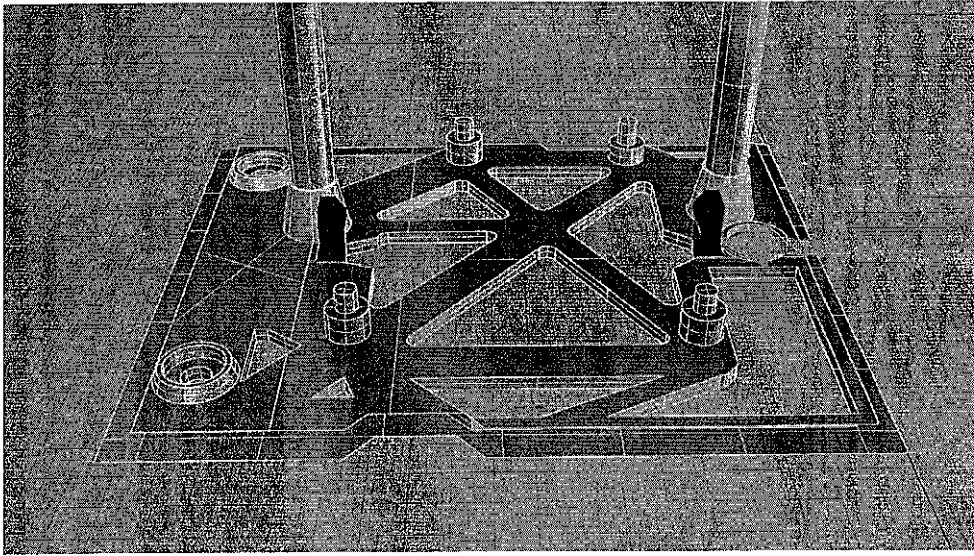


Imagen 18. Perspectiva soportes de tornillos.

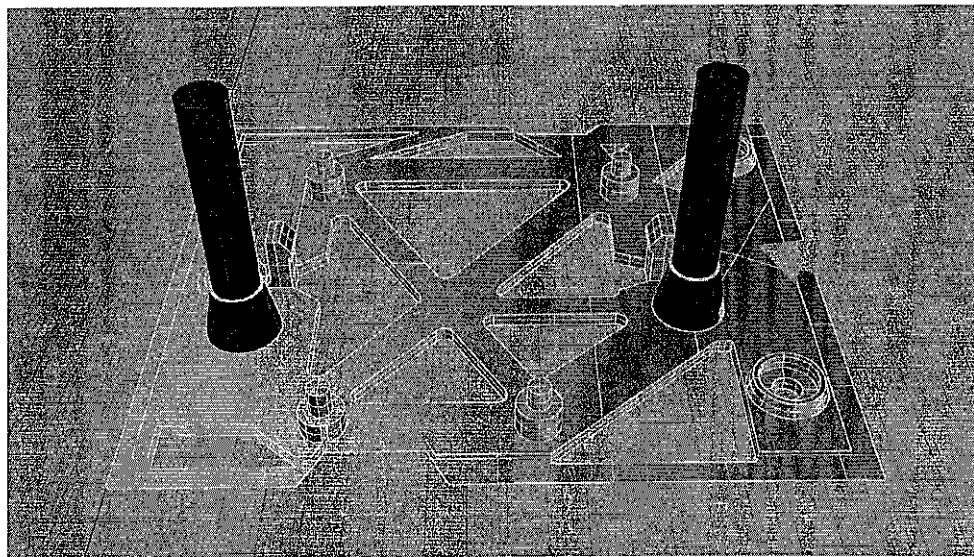
### 3.3.- Clips de sujeción



3

Imagen 19. Perspectiva clips de sujeción.

### 3.4.- Postes de sujeción



4

Imagen 20. Perspectiva postes de sujeción.

### PASO 3 - Desarrollo de rejilla para ventilación

Se dibujó la parte frontal del medidor con referencia a la base. Sobre la cara frontal se trazó el patrón correspondiente para posteriormente ser sustraído de la primera.

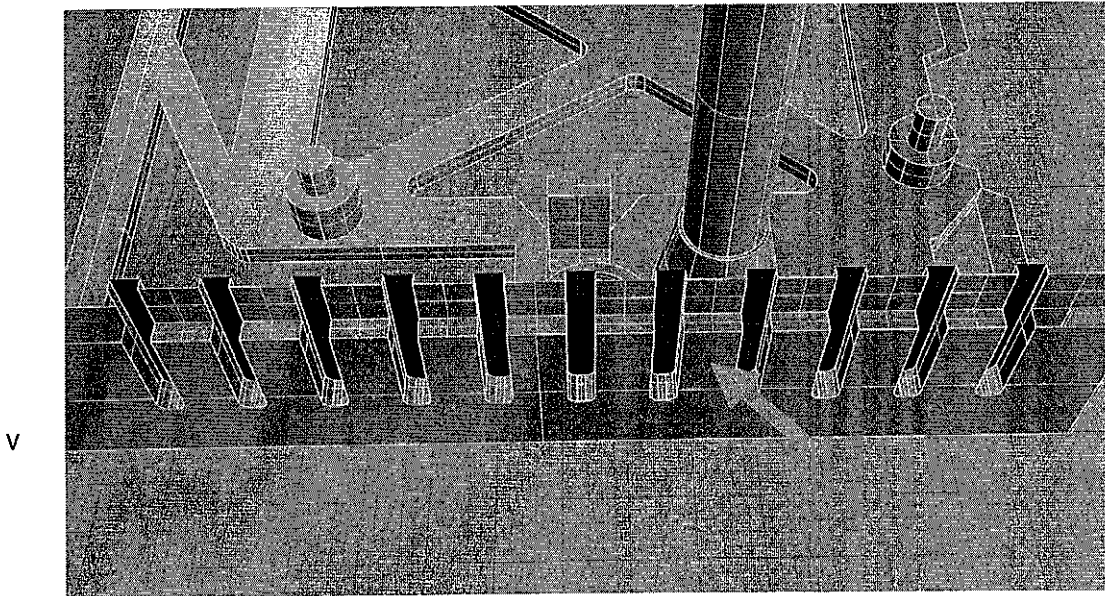


Imagen 21. Ventilación del chasis.

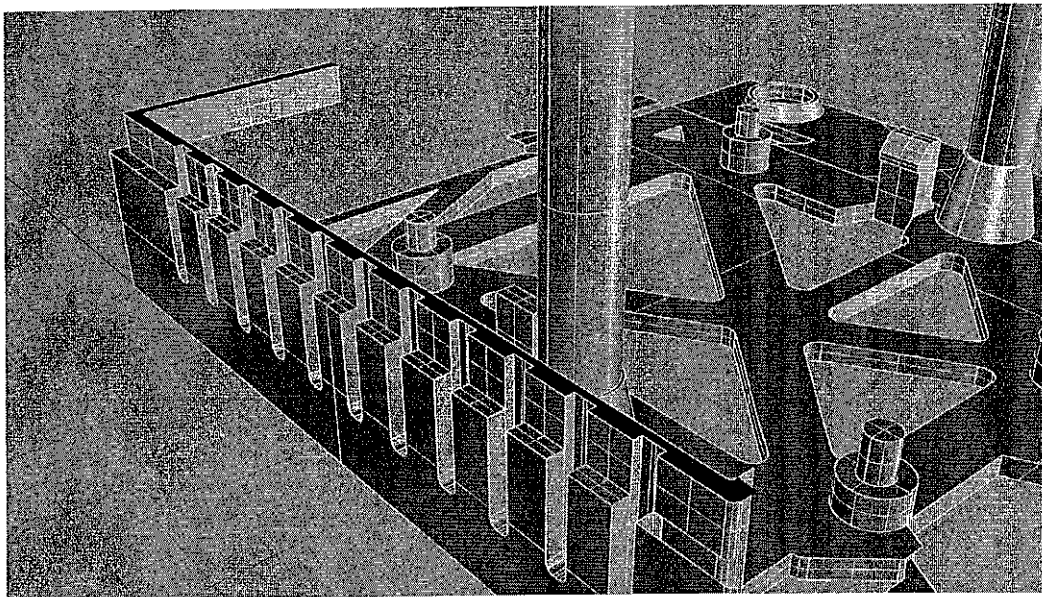


Imagen 22. Cierre de Ventilación

#### PASO 4 - Desarrollo de espacios para conexiones

Debido a la posición tanto del sensor como de la tarjeta Arduino las entradas y salidas (tarjeta SIM, Ethernet, entrada y salida de corriente) se localizan en los laterales del medidor. Para ayudar a fijar los puertos se diseñaron clamps en la parte interna de la cara.

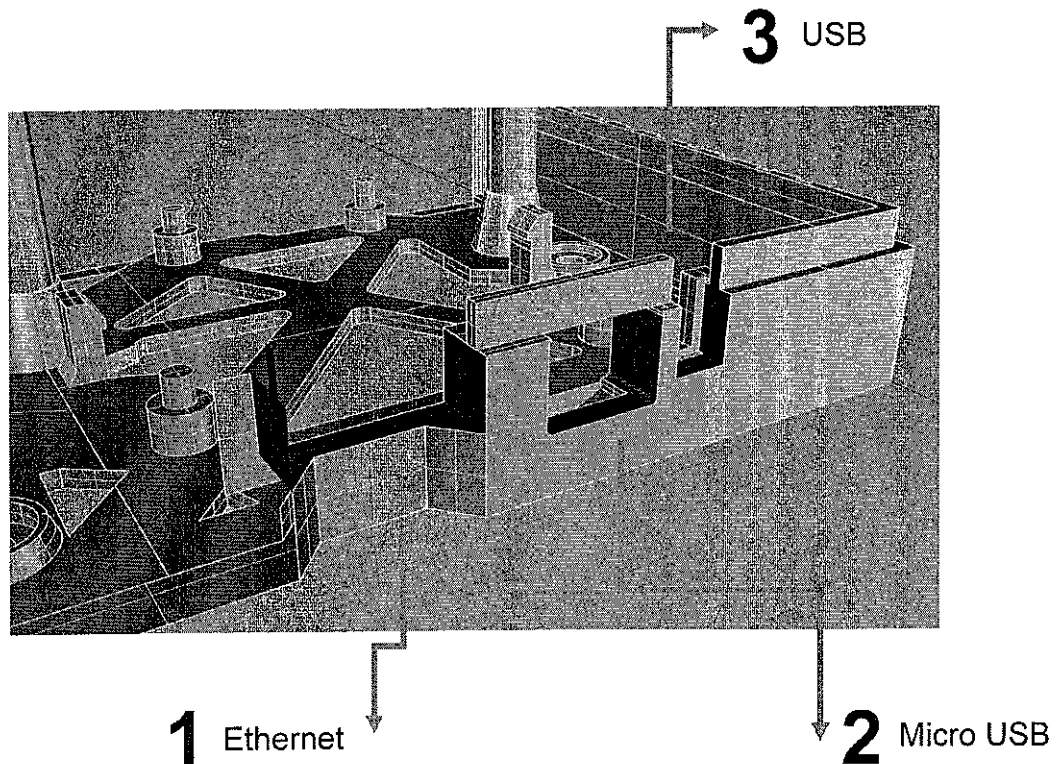


Imagen 23. Desarrollo de espacio para conexiones lado izquierdo.

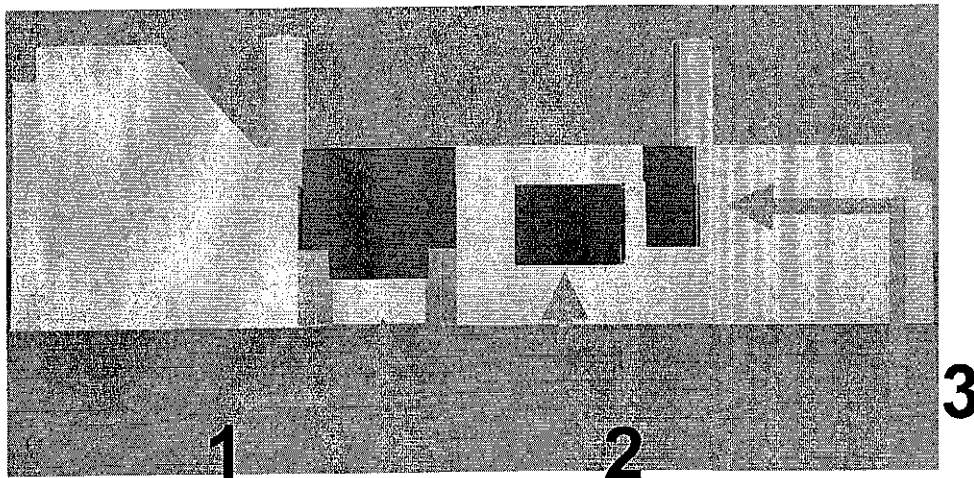
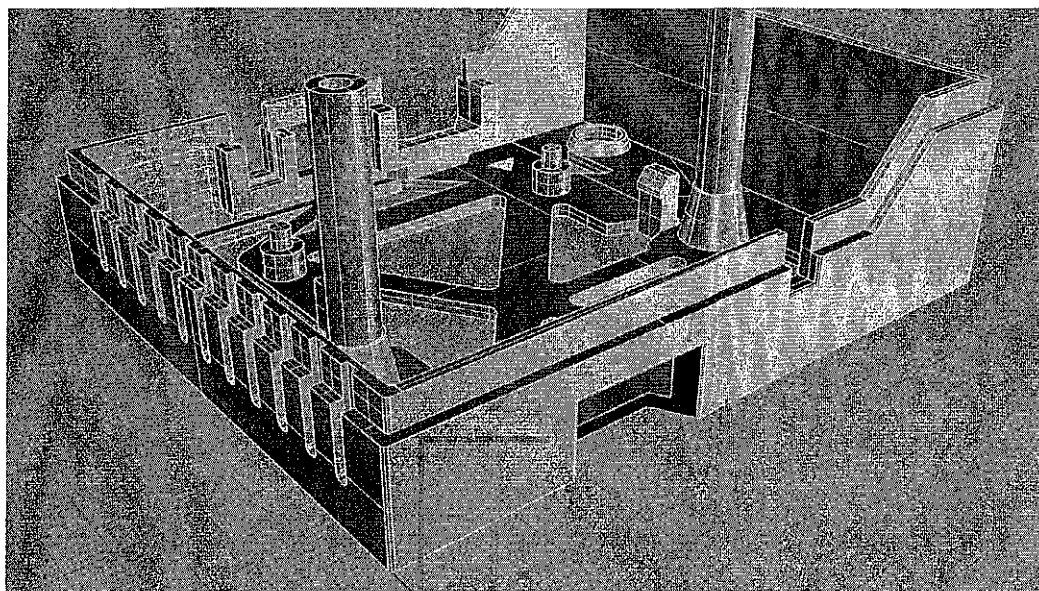
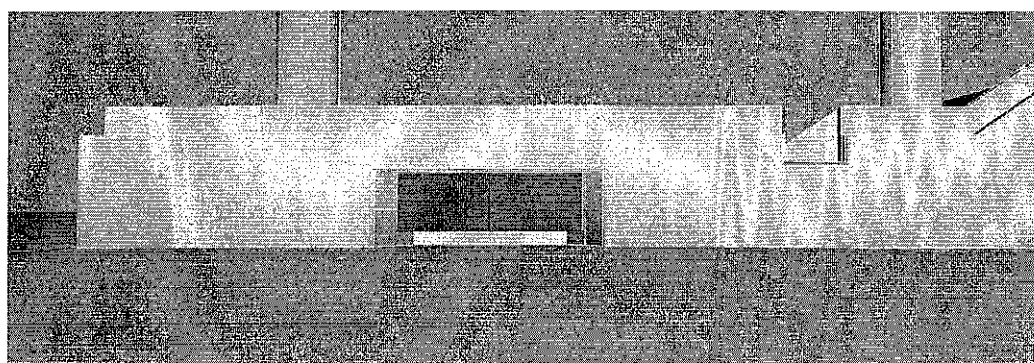


Imagen 24. Vista lateral desarrollo de espacio para conexiones.



4 Micro SD

Imagen 25. Desarrollo de espacios para conexiones lado derecho.



4

Imagen 26. Vista lateral desarrollo de espacios para conexiones lado derecho

### PASO 5 - Desarrollo de sistema de cerrado

Se diseñaron pestañas sobre el perímetro del medidor, las cuales evitan el desplazamiento de la base y la tapa.

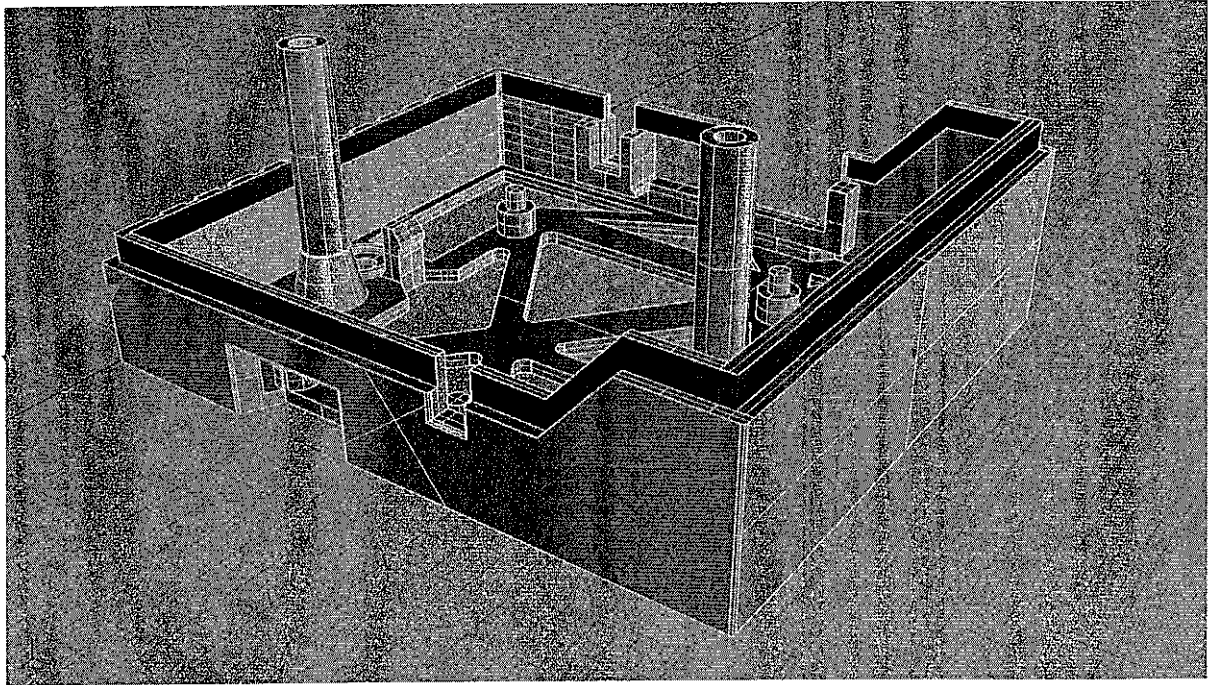


Imagen 27. Perspectiva desarrollo de sistema de cerrado.

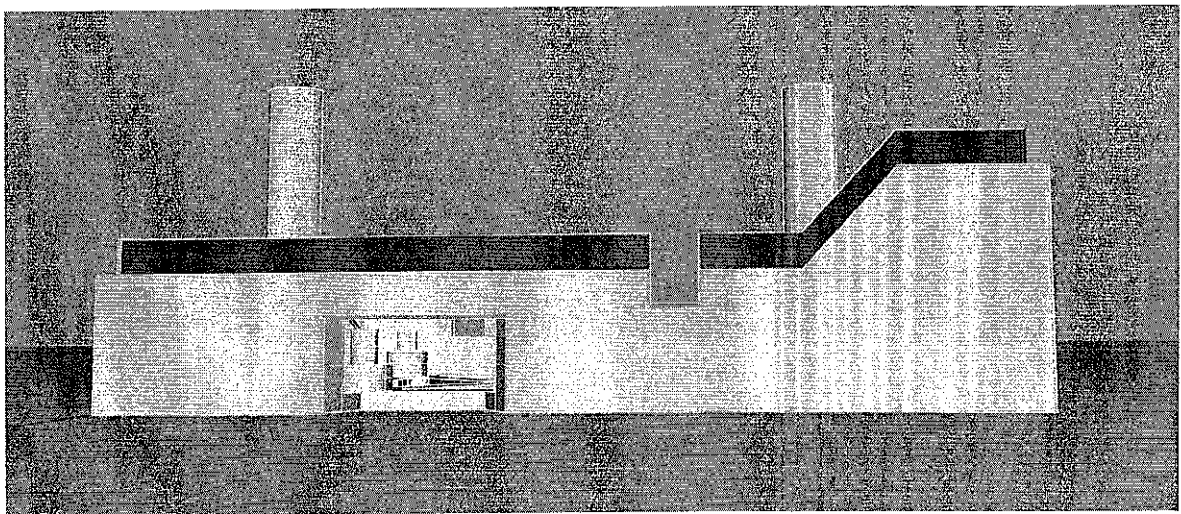


Imagen 28. Vista lateral desarrollo de sistema de cerrado.

## PASO 6 - Pasacables

Fue necesaria la realización de una abertura para la introducción de los cables para la conexión entre el sensor y la tarjeta Arduino. Por ello se realizó una perforación en ambos laterales tanto de la base como de la tapa.

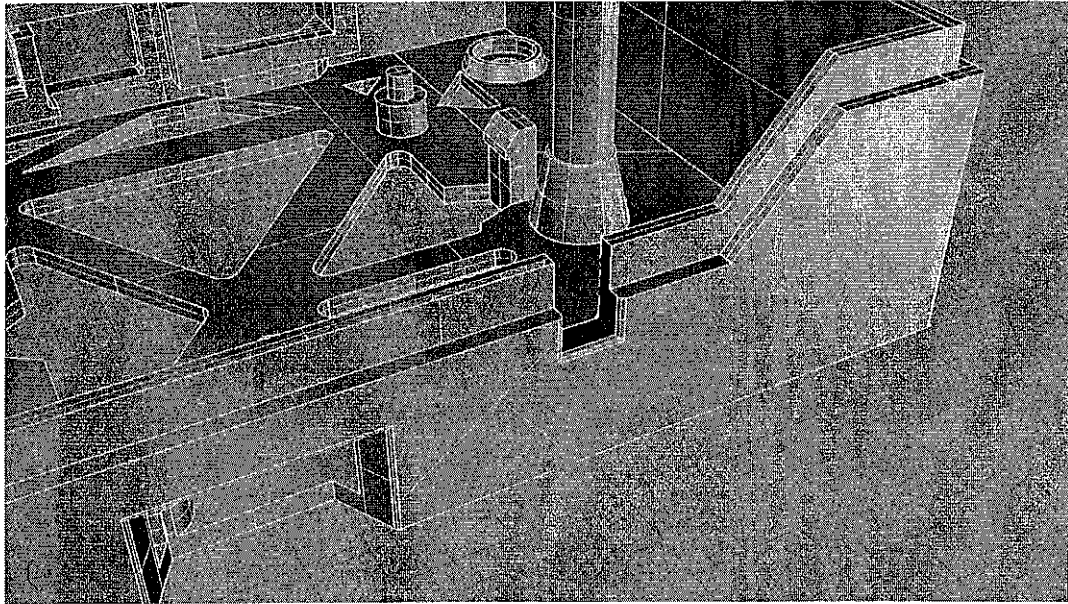


Imagen 29. Perspectiva desarrollo de pasa cables.

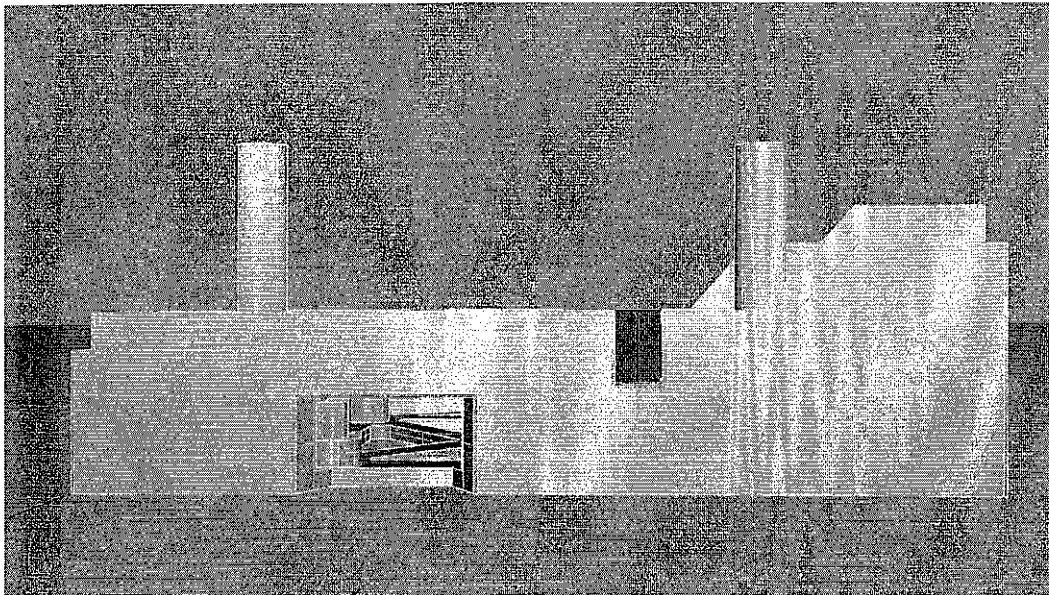


Imagen 30. Vista lateral desarrollo de pasa cables.

### PASO 7 - Desarrollo de rejilla para carcaza

En la parte superior se trazó un patrón circular en ángulo de  $45^\circ$  elegida al inicio del proyecto para la creación de una rejilla a través de la cual se pueden observar los diferentes componentes del medidor.

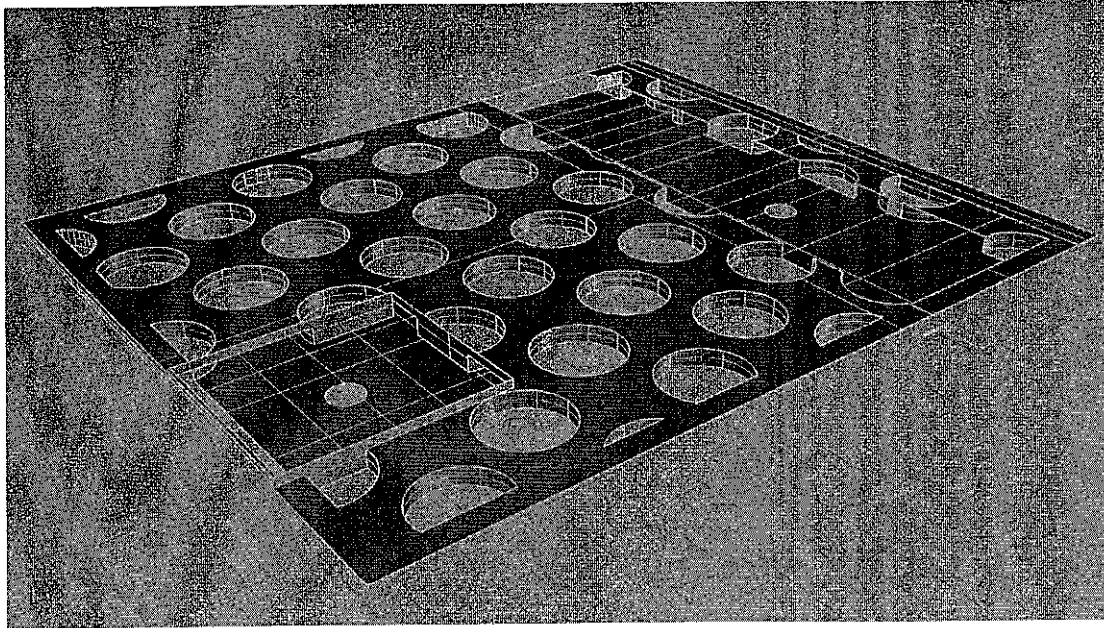


Imagen 31. Perspectiva rejilla.

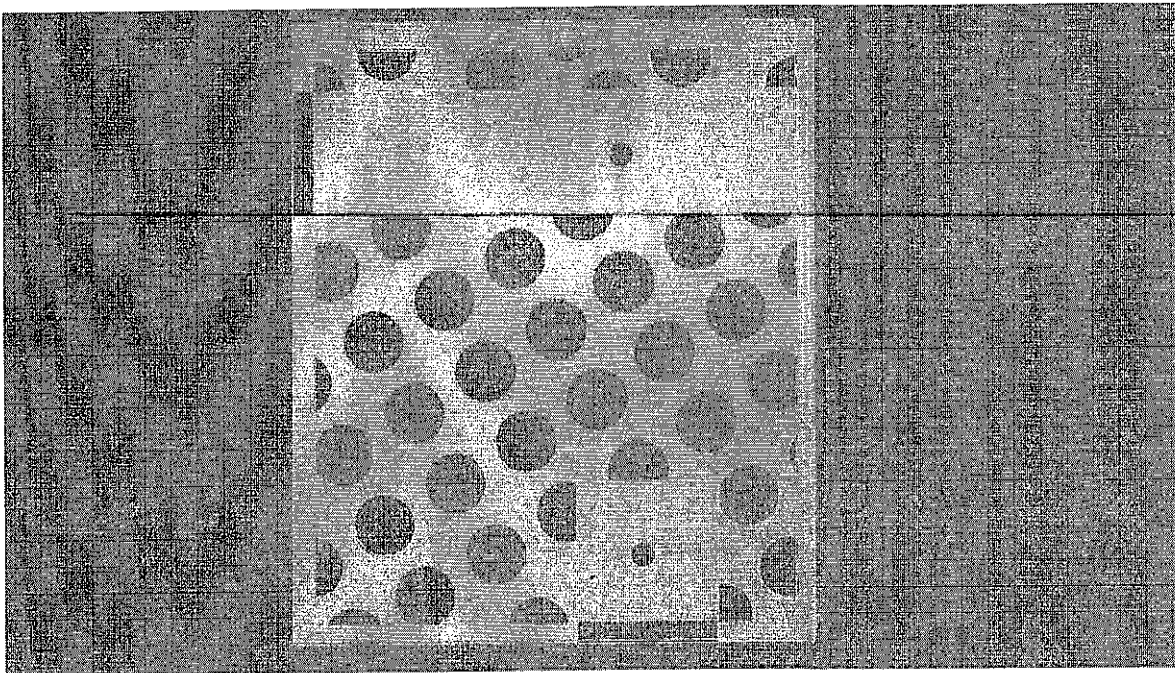


Imagen 32. Vista superior rejilla.

## PASO 8 - Desarrollo de cédula de modelo y placa institucional

Por medio de la herramienta Text Object fue posible crear el volumen del texto para substraerlo de la superficie correspondiente.



Imagen 33. Perspectiva desarrollo de textos.

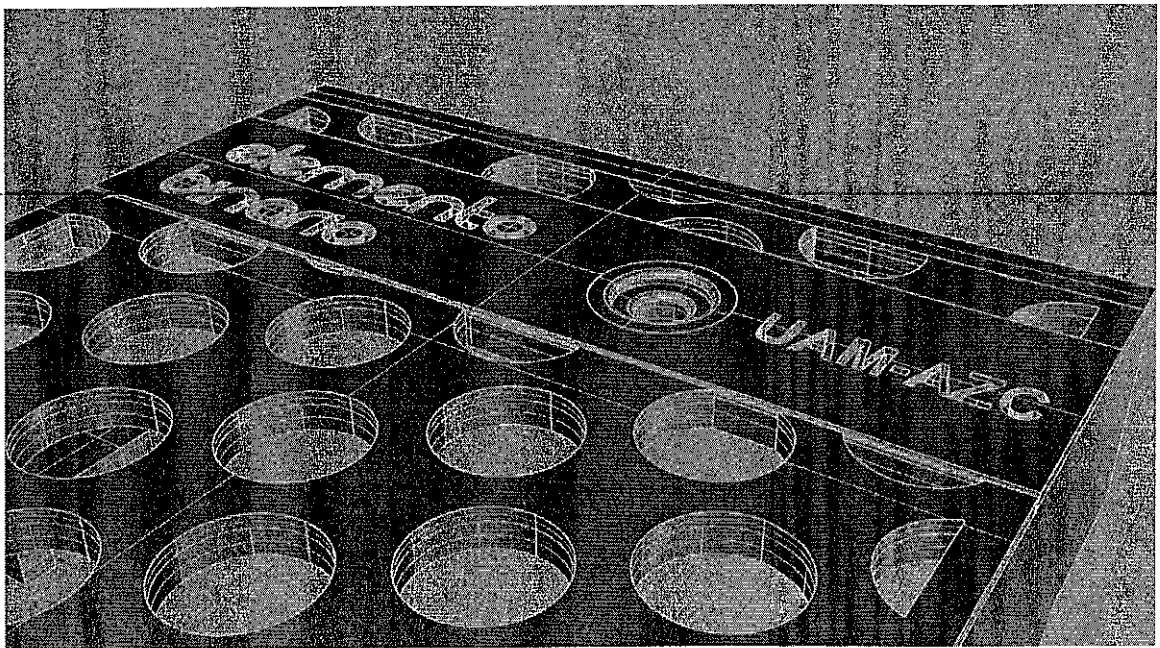


Imagen 34. Perspectivas de substracción de textos.

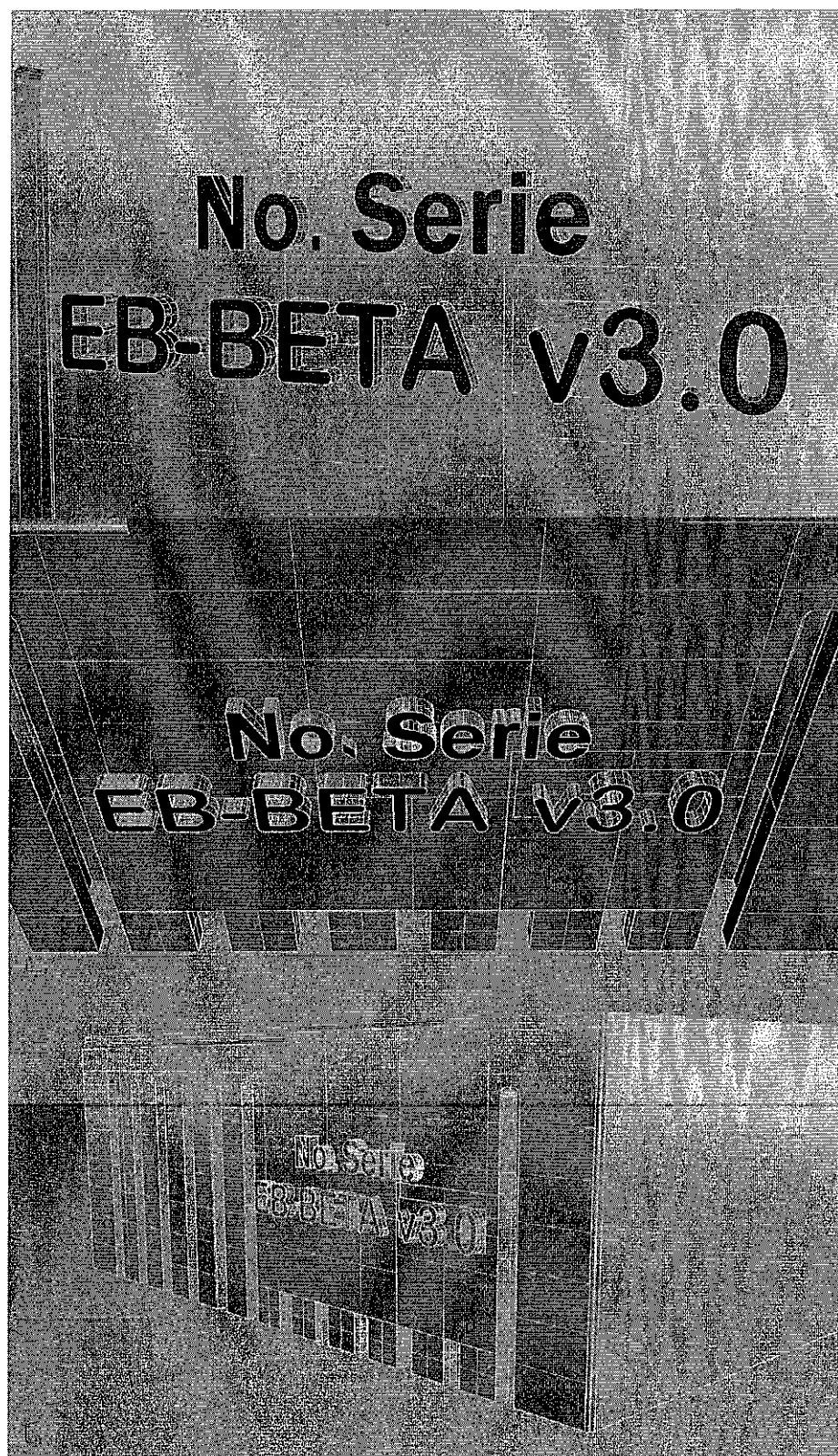


Imagen 35. Desarrollo de textos de cédula.

#### PASO 9 - Desarrollo de sistema de sujeción para placa de acrílico

Con el fin de proteger los componentes dentro del medidor y que aún sean visibles se colocó una hoja de acrílico transparente en la parte interna de la cara superior del mismo. Para sostener el acrílico se diseñaron soportes semiesféricos que sobresalen de los laterales de la carcasa.

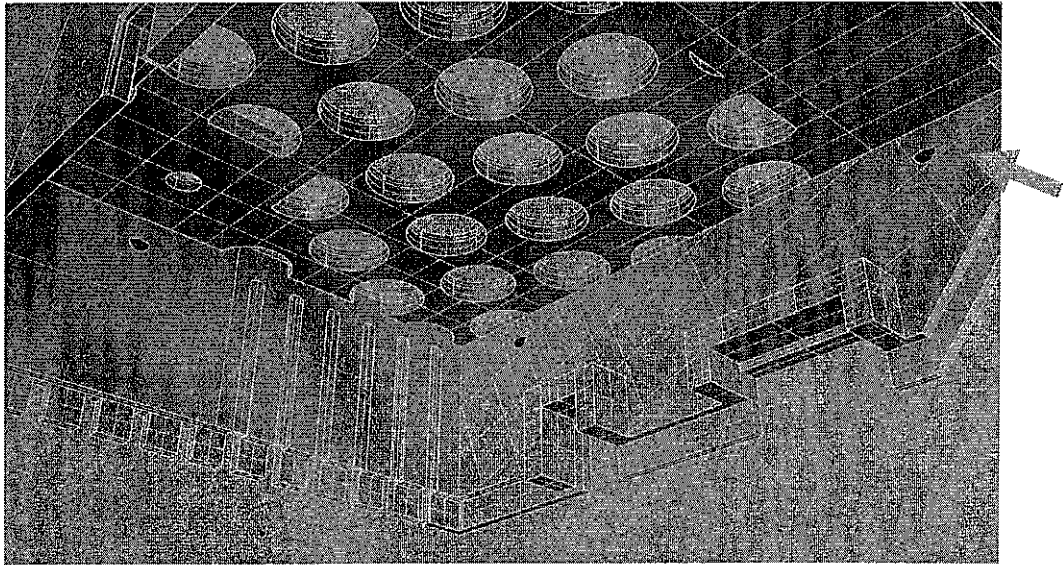


Imagen 36. Perspectiva soporte sujeción de acrílico.

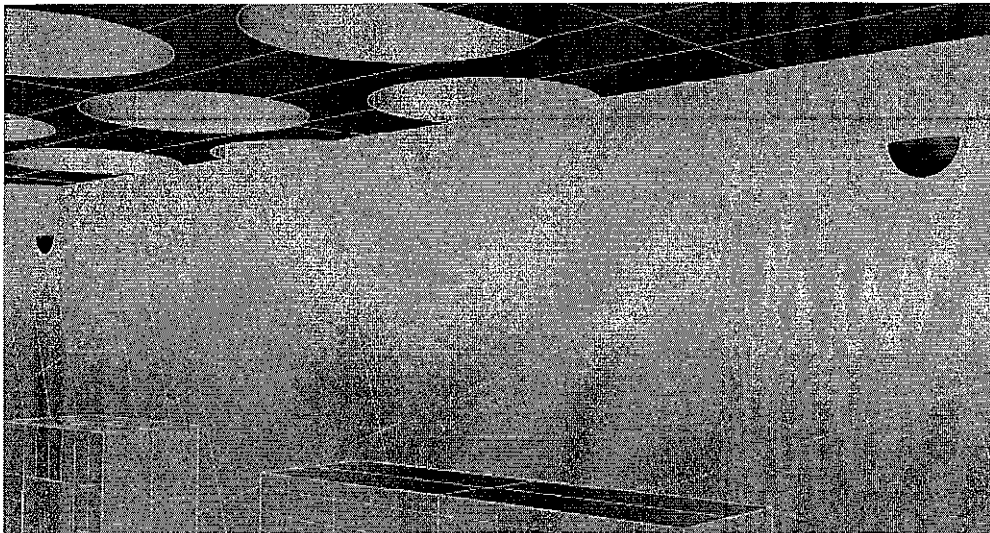


Imagen 37. Vista lateral soporte sujeción de acrílico.

#### 2.1.4. Renders de previsualización

Una vez seleccionada la propuesta final se renderizó el modelo utilizando el software Luxion © Keyshot 7.

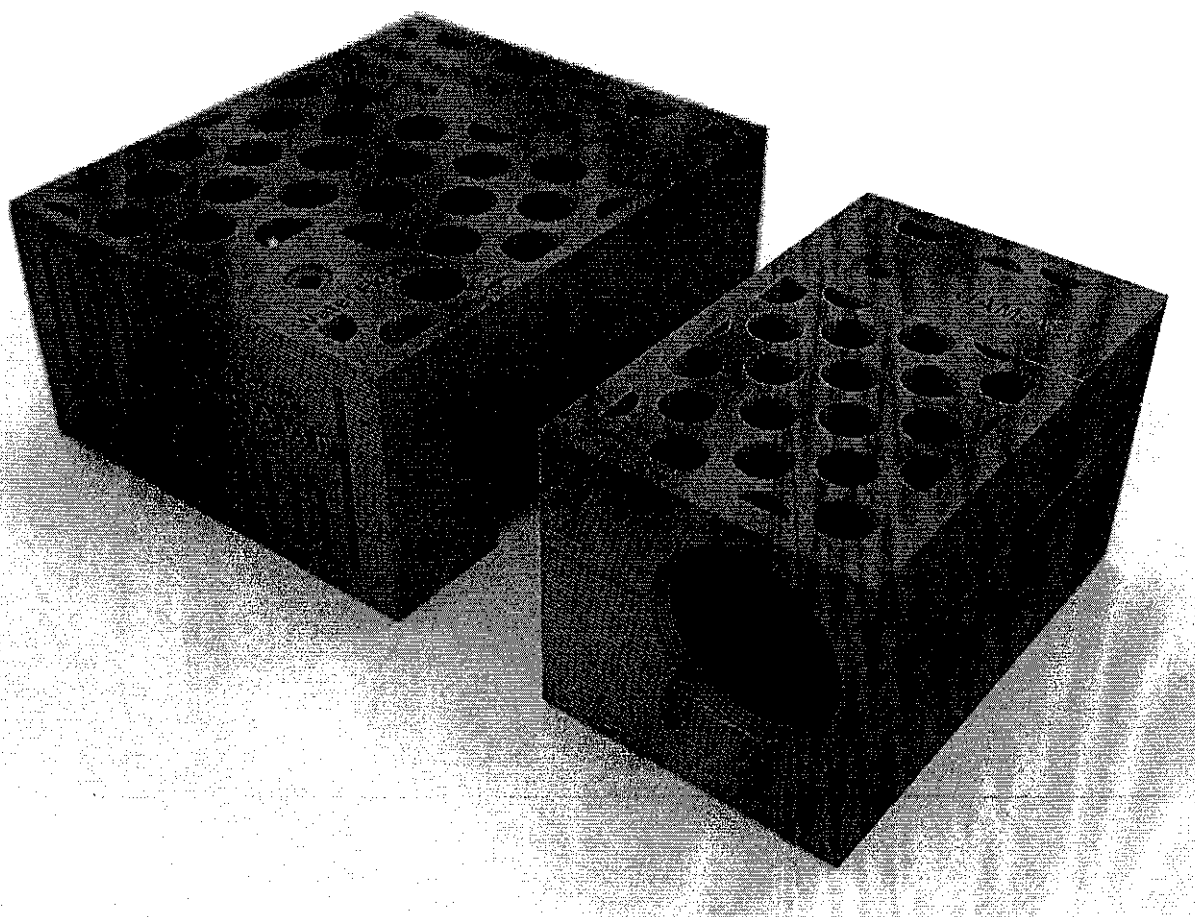


Imagen 38. Render perspectiva armado.

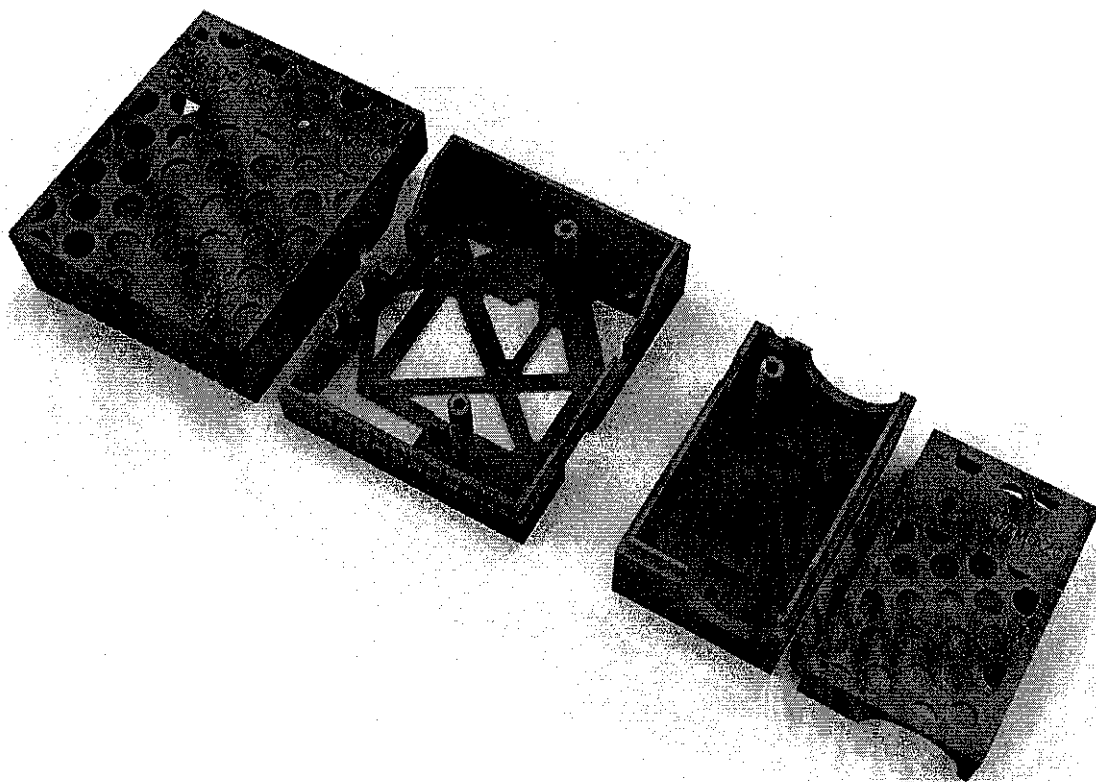


Imagen 39. Perspectiva chasis y carcasa.

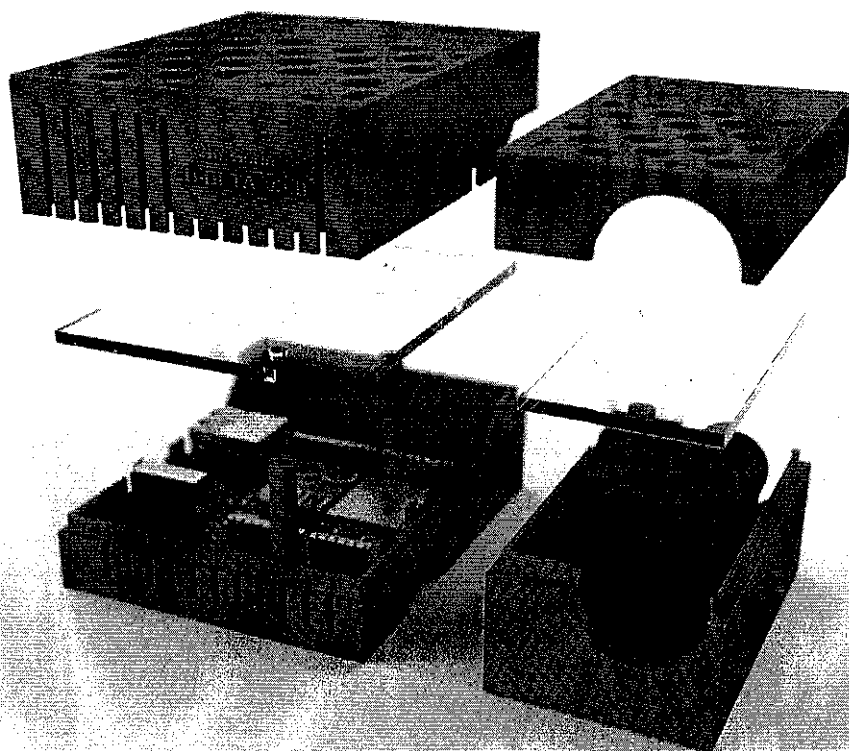


Imagen 40. Perspectiva chasises, acrílicos y carcasa abiertas.

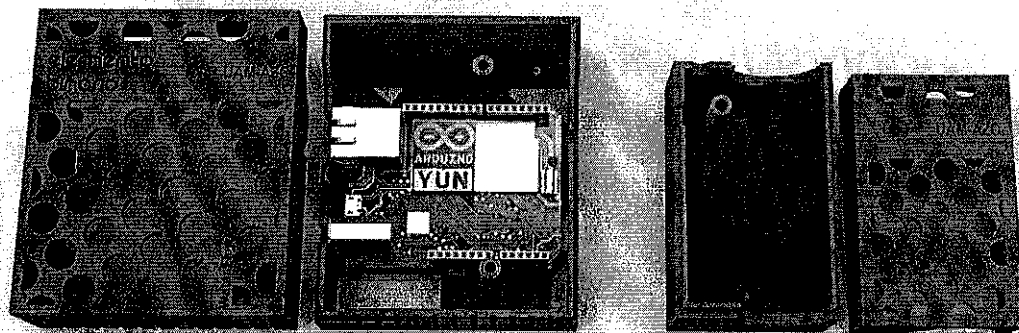


Imagen 41. Vista superior con tarjeta y sensor.

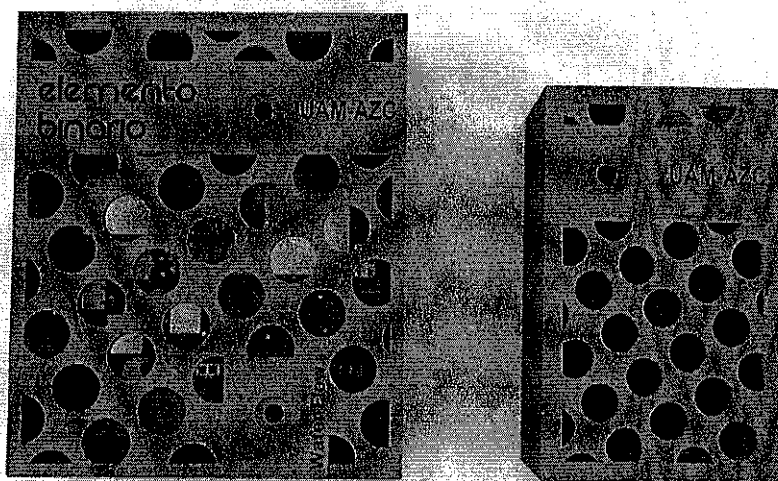


Imagen 42. Vista superior armada.

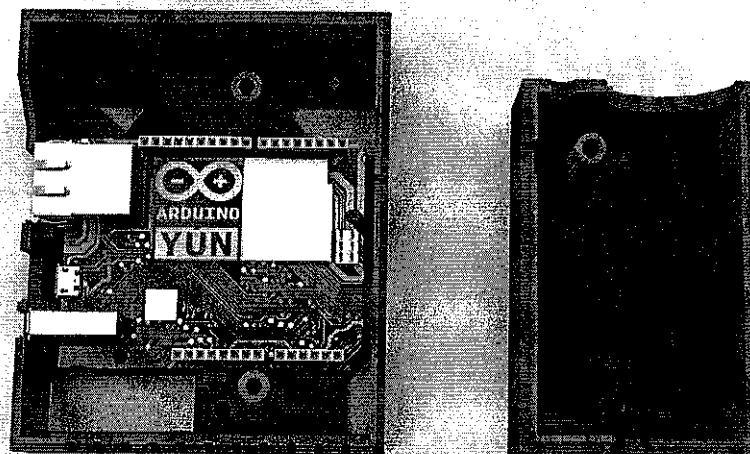


Imagen 43. Chasis con Arduino YUN y sensor.

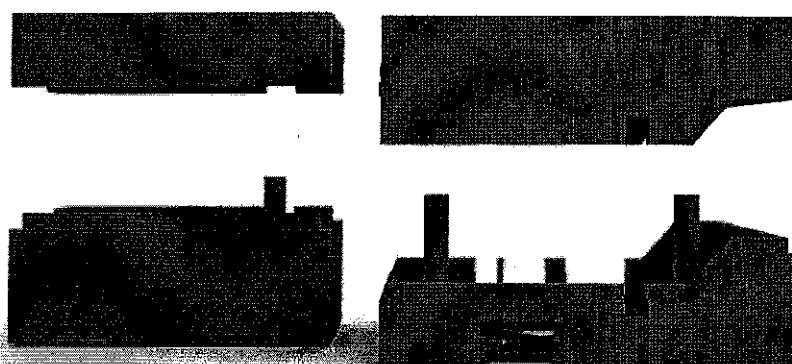


Imagen 44. Vista lateral chasis y carcasa.

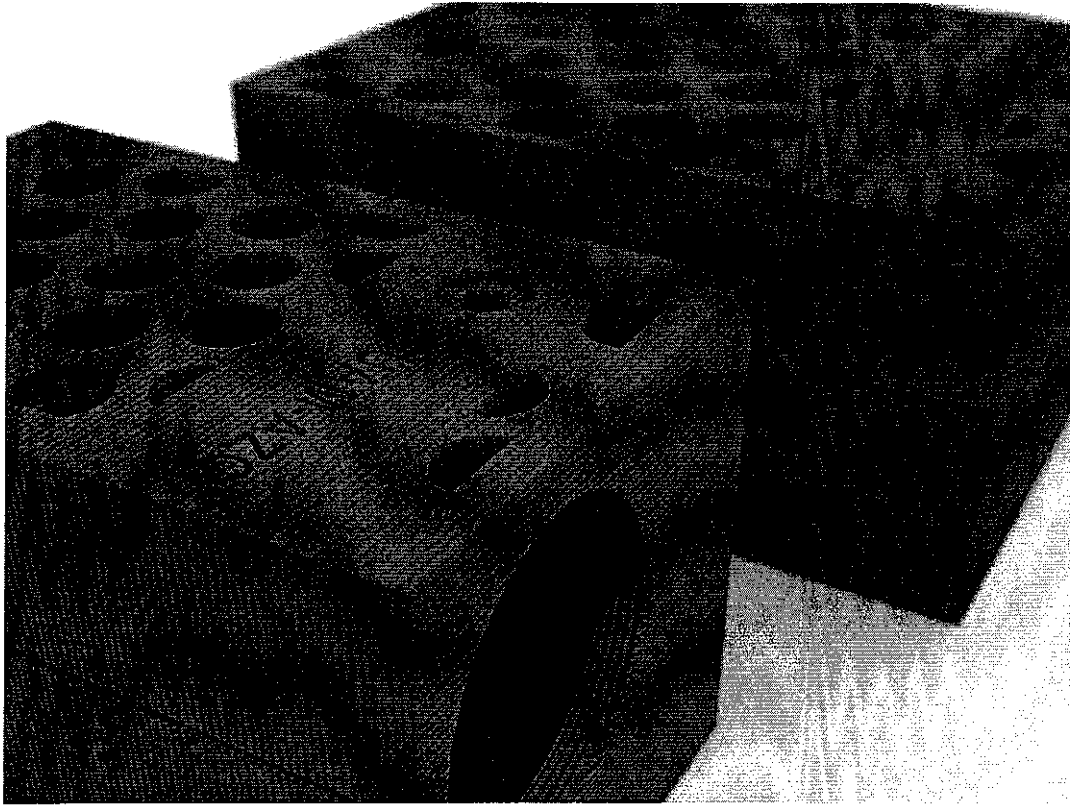


Imagen 45. Acercamiento carcasa.

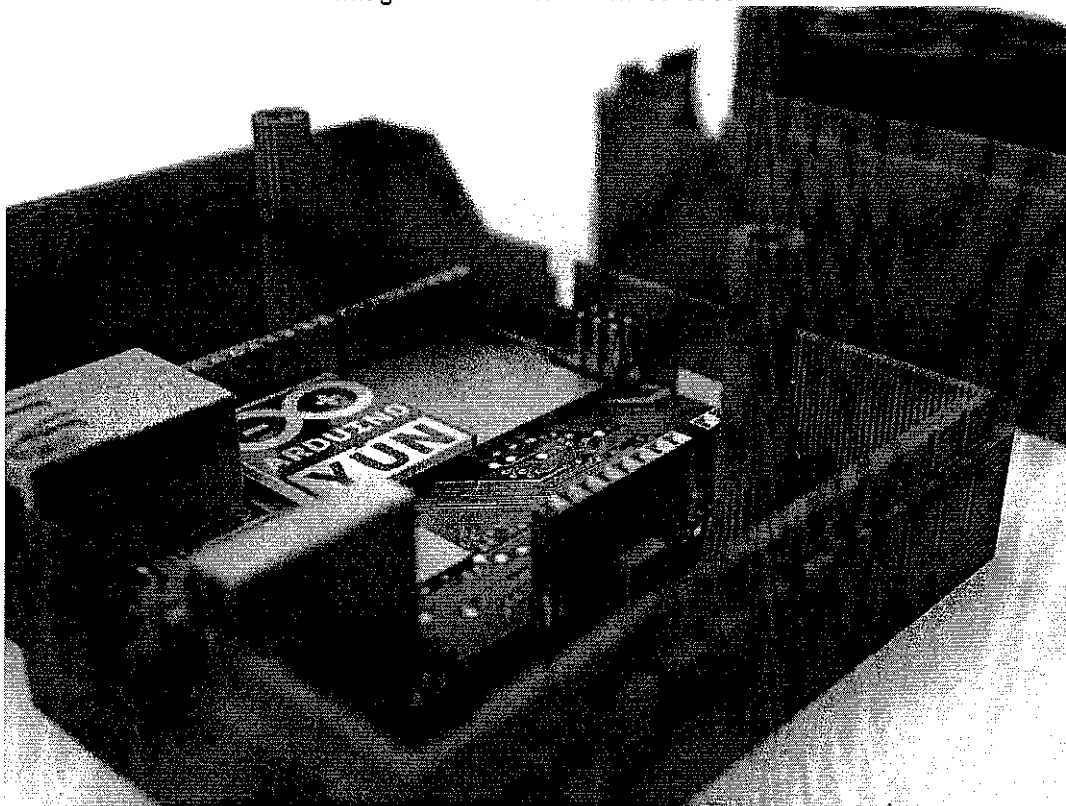


Imagen 46. Acercamiento Arduino YUN y sensor.

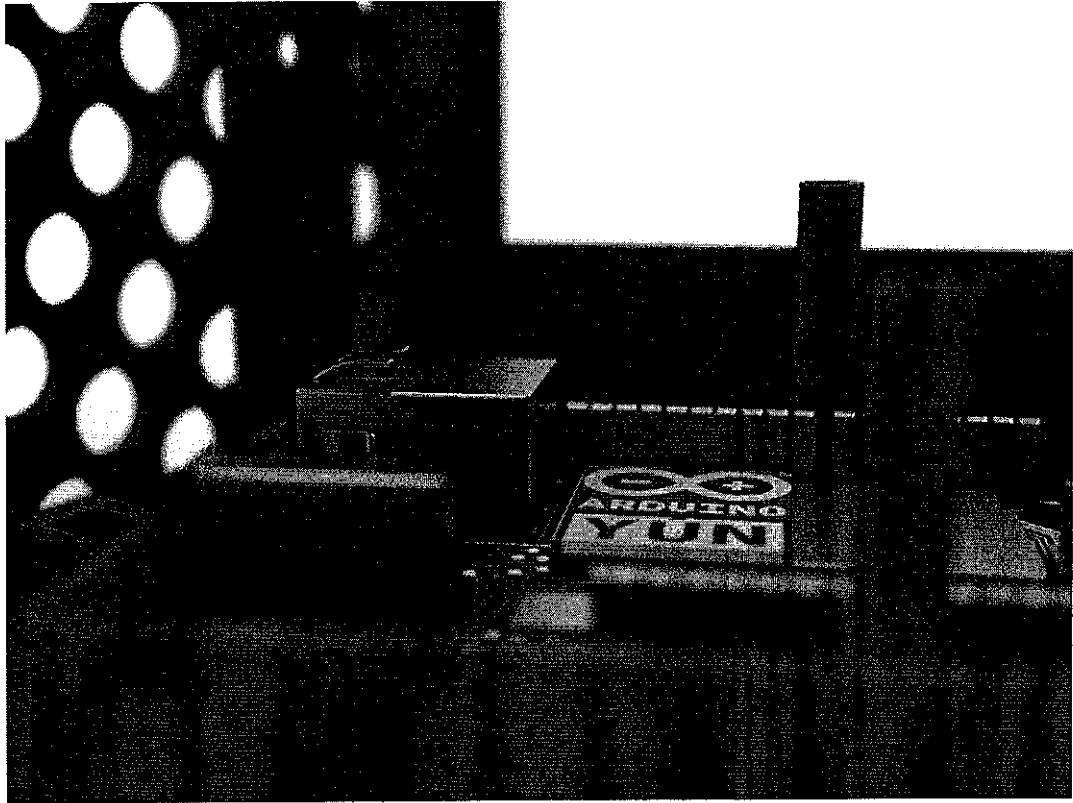


Imagen 47. Acercamiento conexiones.

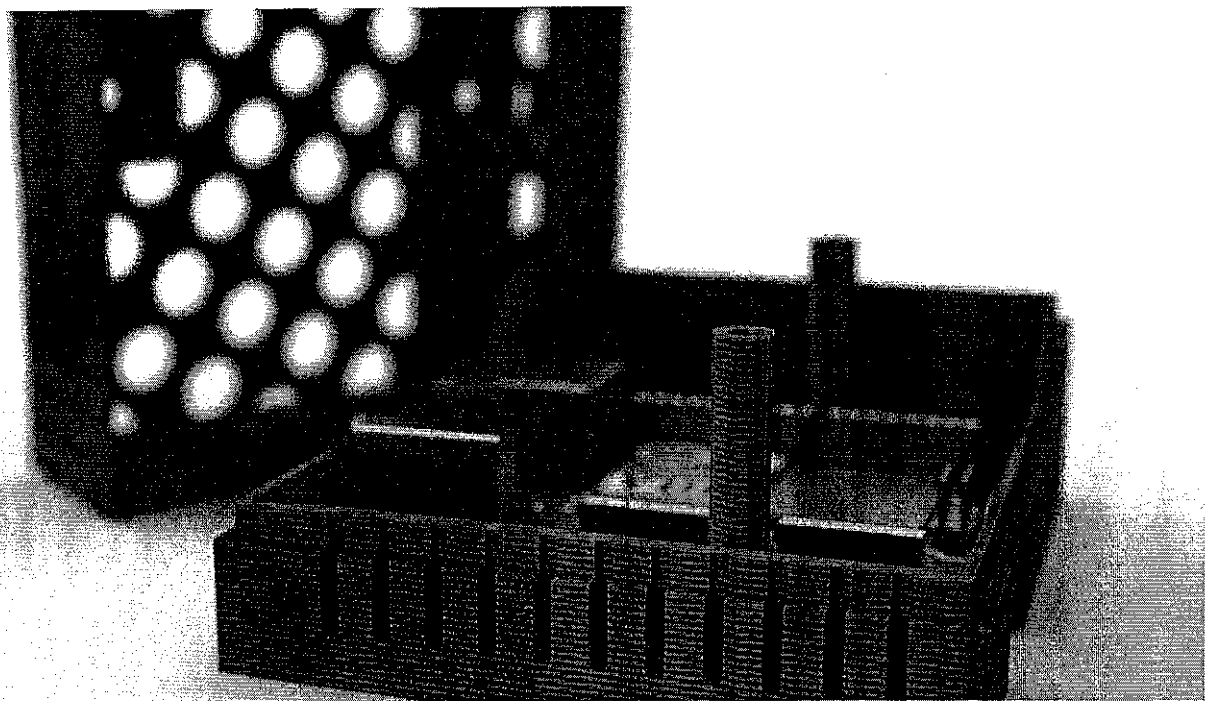


Imagen 48. Chasis y carcasa.

## 2.2. Componentes electrónicos

### 2.2.1. Tarjetas embebidas

Se seleccionó la tarjeta Arduino Yun, compuesta por un microcontrolador basado en el Amtel Atmega32u4 y el Atheros AR0331. Soporte Linux basada en OpenWRT, comunicación Ethernet y WIFI, un puerto USB-A, ranura para memoria micro SD, 20 pines digitales configurables como entradas y salidas, reloj de 16MHZ.

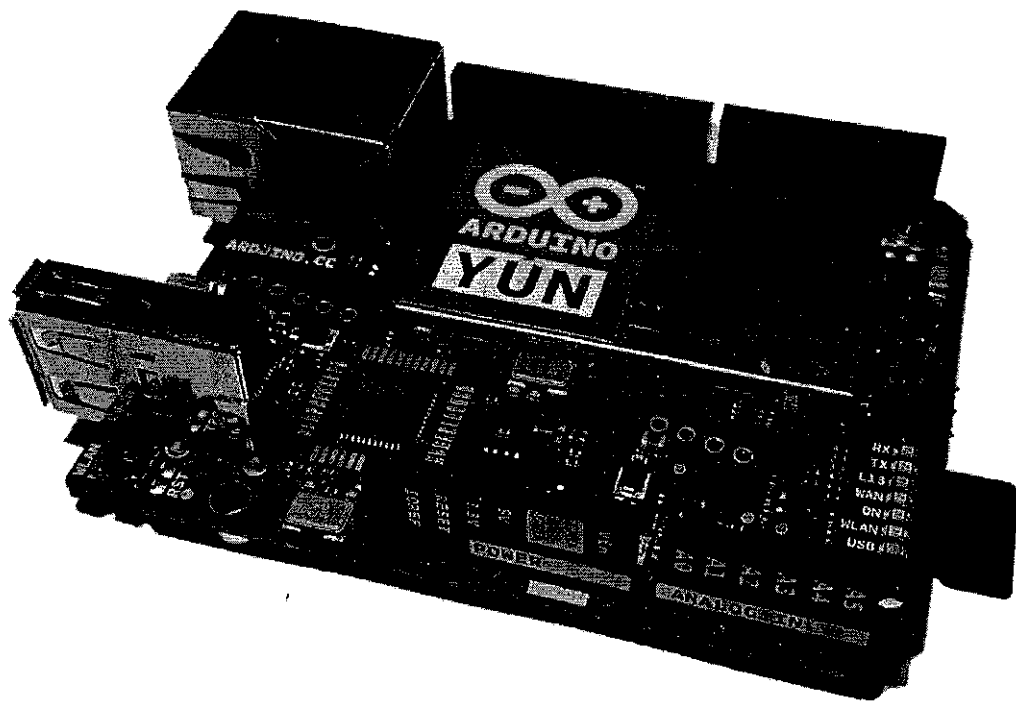


Imagen 49. Tarjeta ARDUINO YUN

## Microcontrolador ATmega32U2

Es un microcontrolador CMOS de 8 bits de bajo consumo basado en la arquitectura AVR RISC mejorada. Ejecuta potentes instrucciones en un solo ciclo de reloj, llegando a un desempeño cercano a 1 MIPS por MHz, con la posibilidad de balancear consumo de potencia versus velocidad de proceso.

### Microcontrolador

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Microcontrolador                  | ATmega32u4                        |
| Voltaje Operativo                 | 5V                                |
| Voltaje de Entrada                | 5V                                |
| Pines digitales de entrada/salida | 20                                |
| Canales PWM                       | 7                                 |
| Canales de Entrada Analógica      | 12                                |
| Corriente DC en pines 5V          | 40 mA                             |
| Corriente DC en pin 3.3V          | 50 mA                             |
| Memoria Flash                     | 32 KB (4KB usados por bootloader) |
| SRAM                              | 2.5 KB                            |
| EEPROM                            | 1 KB                              |
| Clock Speed                       | 16 MHz                            |

## Microprocesador

### Microprocesador

Procesador                    Atheros AR9331

Arquitectura                MIPS @400MHz

Voltaje Operativo        3.3V

Ethernet                    IEEE 802.3 10/100Mbit/s

WiFi                         IEEE 802.11b/g/n

USB Tipo-A                2.0 Host/Device

Lector MicroSD            Micro-SD only

RAM                         64 MB DDR2

Memoria Flash            16 MB

### 2.2.2. Sensores

Se seleccionó el sensor de flujo YF-S201 para medir el flujo de agua con placa para Arduino y salida de pulsos basado en efecto Hall. Posee roscas estándar de 1/2" para fijar la grifería. Tiene un rango de medición de 1 a 30 litros / minuto.

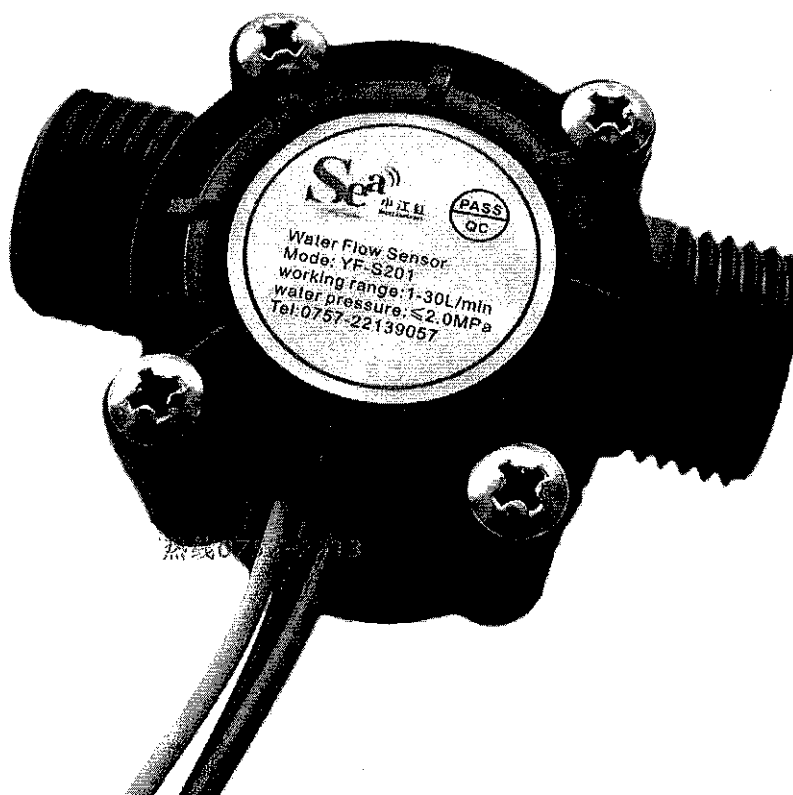
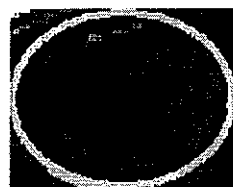


Imagen 50. Caudalímetro YF-S201

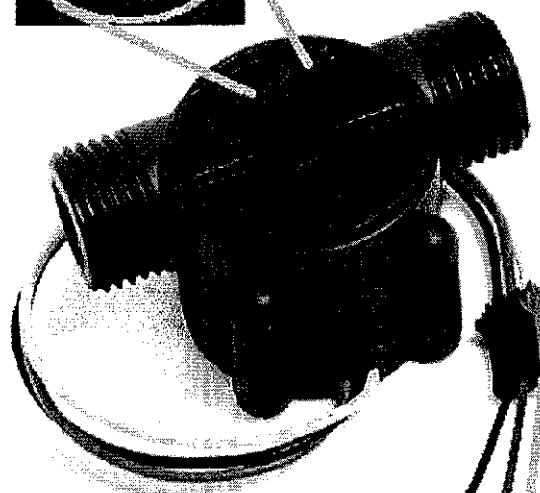
Inside View of Water Flow Sensor



theoryCIRCUIT.com



Water Flow  
Direction



(Black) Gnd  
(Red) +5V

(Yellow) O/P Signal

Imagen 51. Partes del caudalímetro.

### 2.2.3. Cableado

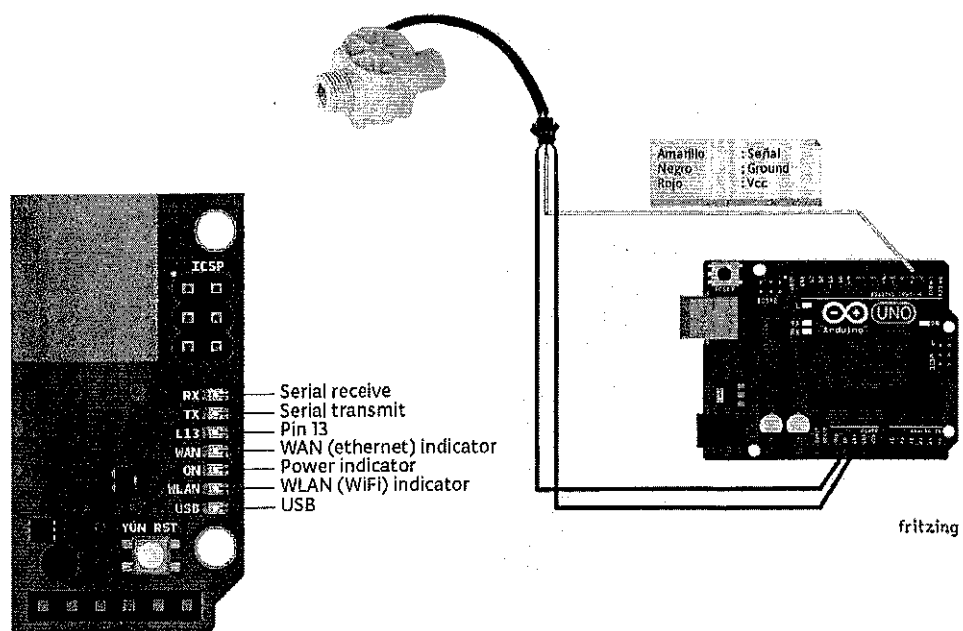


Imagen 52. Sistema de conectividad del sensor de flujo a una regadera.

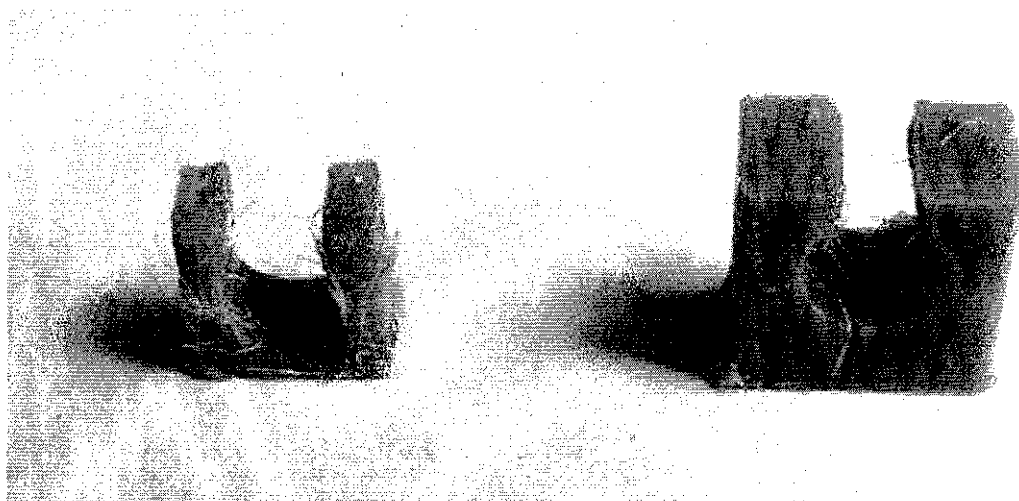
|                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características del sensor de flujo de agua:</b>                                             |
| Modelo: YF-S201                                                                                 |
| Tipo de sensor: Hall effect                                                                     |
| Voltaje de funcionamiento: 5 a 18 V DC                                                          |
| Max consumo de corriente: 15 mA a 5 V                                                           |
| Tipo de salida: 5V TTL                                                                          |
| Trabajo Caudal: de 1 a 30 litros / minuto                                                       |
| Temperatura de funcionamiento: -25 a 80 °C                                                      |
| Humedad de trabajo Rango: 35% -80% de humedad relativa                                          |
| Precisión: $\pm 2\%$                                                                            |
| Rango de flujo: 1-30L/min                                                                       |
| Modo de detección: Vertical                                                                     |
| Presión máxima del agua: 1,75 MPa                                                               |
| Ciclo de trabajo de la salida: 50% + 10%                                                        |
| Tiempo de subida de la salida: 0.04us                                                           |
| Tiempo de caída de la salida: 0.18us                                                            |
| Velocidad de flujo características del pulso: Frecuencia (Hz) = $7,5 * \text{Caudal (L / min)}$ |
| Pulsos por litro: 450                                                                           |
| Durabilidad: un mínimo de 300.000 ciclos                                                        |
| Longitud del cable: 15cm                                                                        |
| 1/2 "conexiones nominales de tubería, 0.78" de diámetro exterior, 1/2 "de la rosca              |
| Tamaño: 62 x 36 x 34 mm aprox.                                                                  |



## 2.3. Carcasa impresa en 3D

### 2.3.1. Pruebas de impresión

El material fue seleccionado basándonos en el objetivo inicial del proyecto, que sea de diseño abierto, por lo que se decidió utilizar un proceso tecnológico de producción individual en donde las características de desempeño del material sean resistencia, plasticidad y durabilidad en el tiempo y que exista la posibilidad de reciclar la carcasa, por lo que se propuso utilizar el termoplástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).



---

## Pruebas

# Prueba: # 17 Agarra Cables

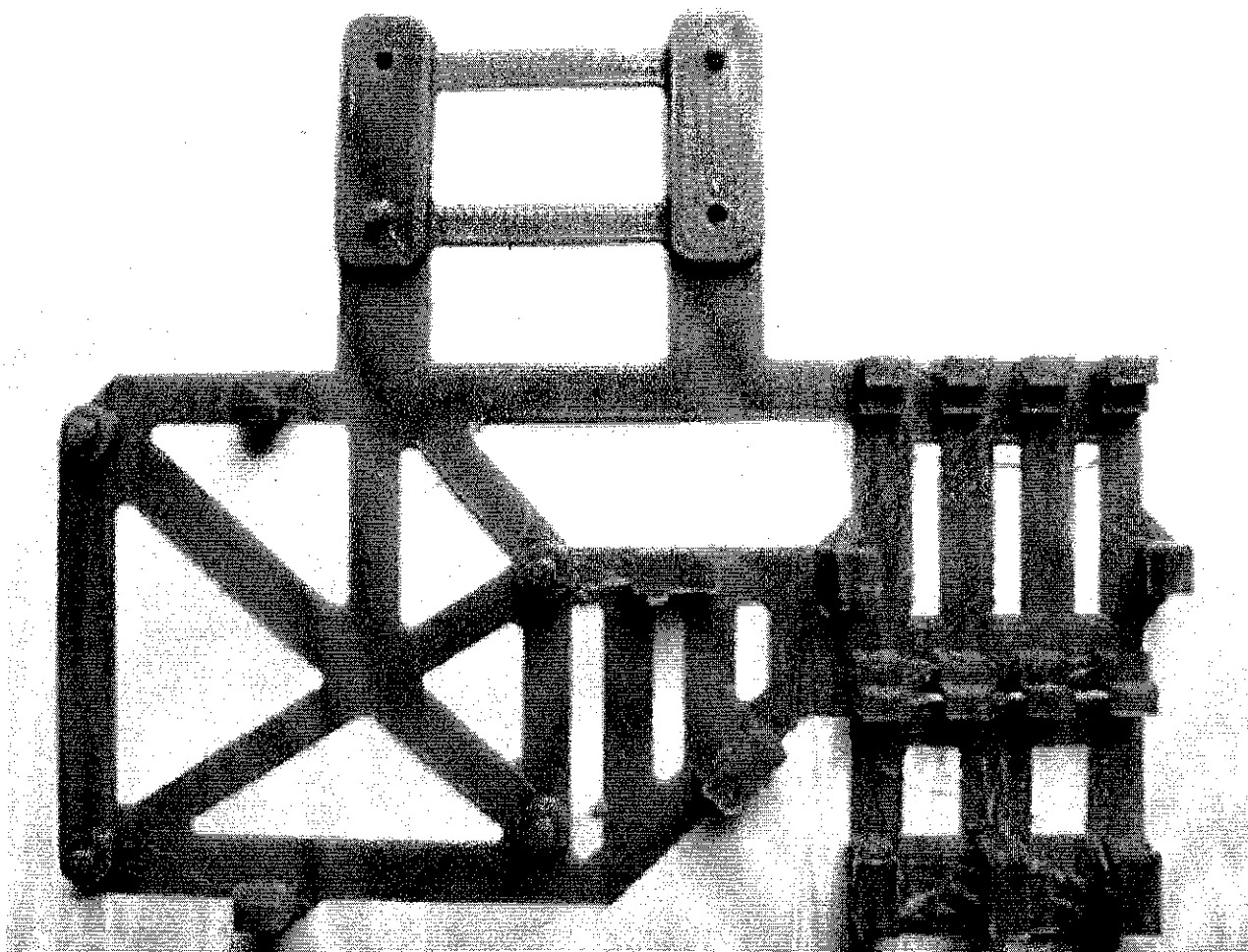
Material: Pla

Temperatura: 210°

Velocidad Infill: 50 mm/s

Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: quedan muchos hilos en la impresión



---

## Pruebas

# Prueba: # 12 Soportes de las tarjetas

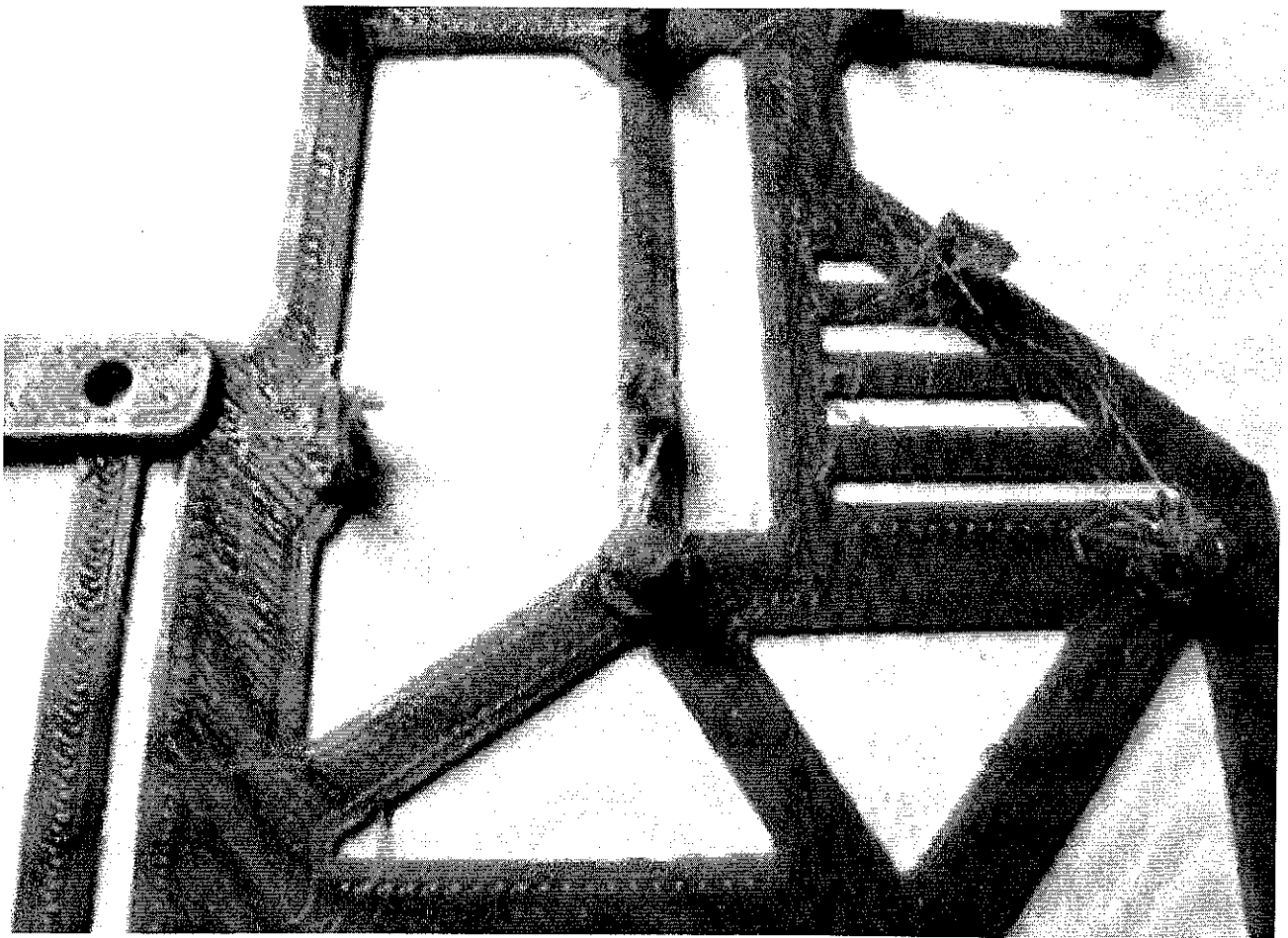
Material: PLA

Temperatura: 210°

Velocidad Infill: 50 mm/s

Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: Se puede ver unos hilos de maerial



---

## Pruebas

# Prueba: # 12 Soportes de las tarjetas

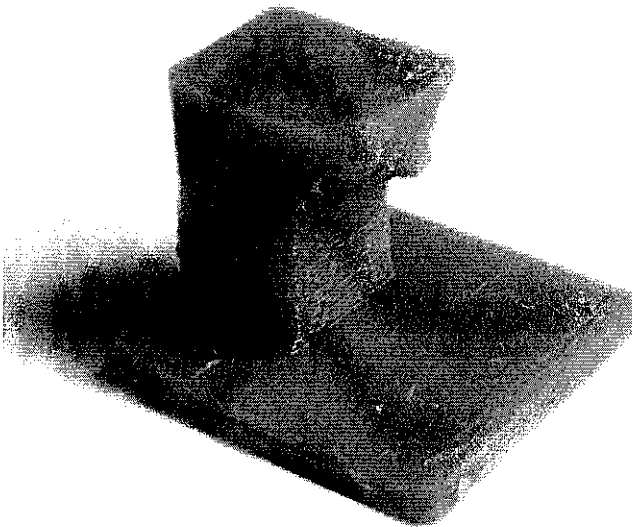
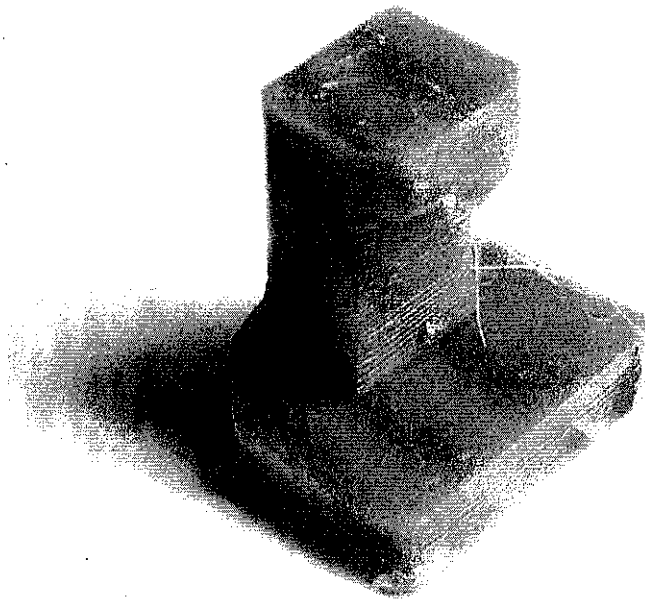
Material: PLA

Temperatura: 210°

Velocidad Infill: 50 mm/s

Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: Vista de detalle de los hilos en los soportes

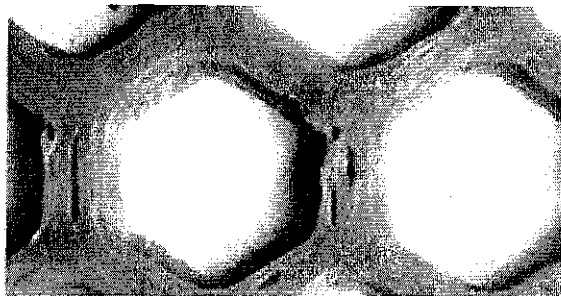
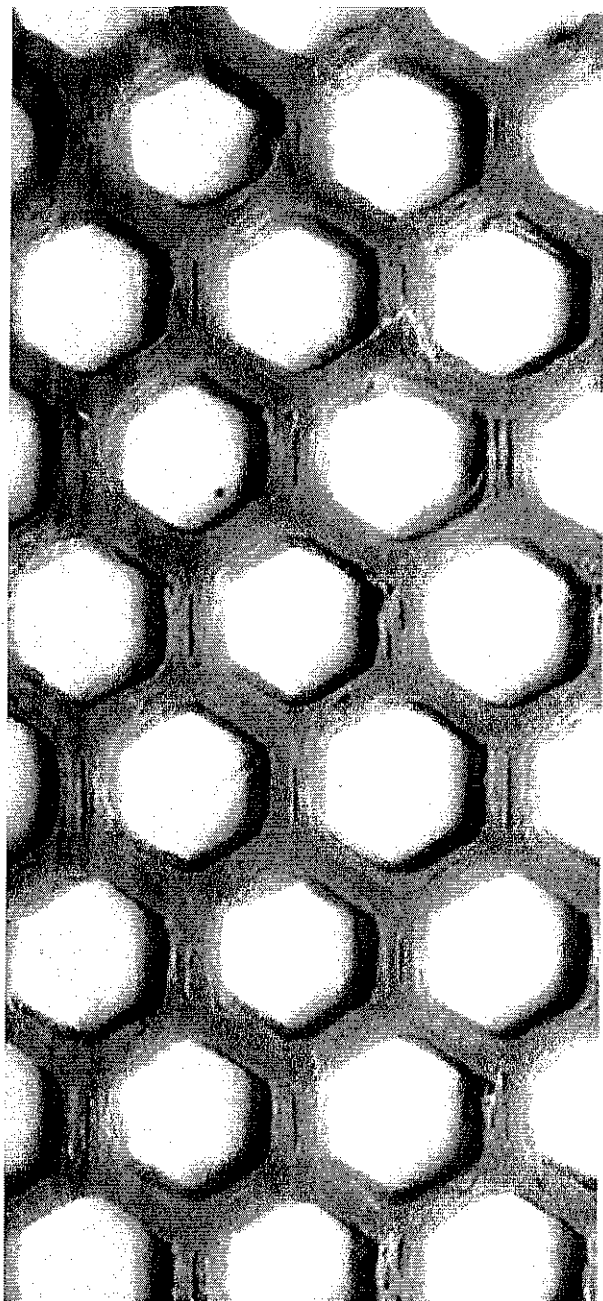


---

## Pruebas

# Prueba: # 18 Ganchos  
Material: PLA  
Temperatura: 210°  
Velocidad Infill: 50 mm/s  
Extrusion Multiplier: 1.1

Descripción: la parte de abajo queda mal por que no lleva soporte.



---

## Pruebas

# Prueba: # 1 Tamacho y relleno

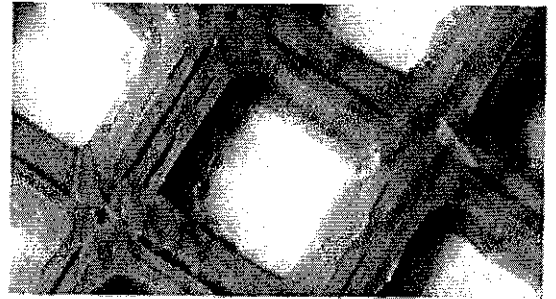
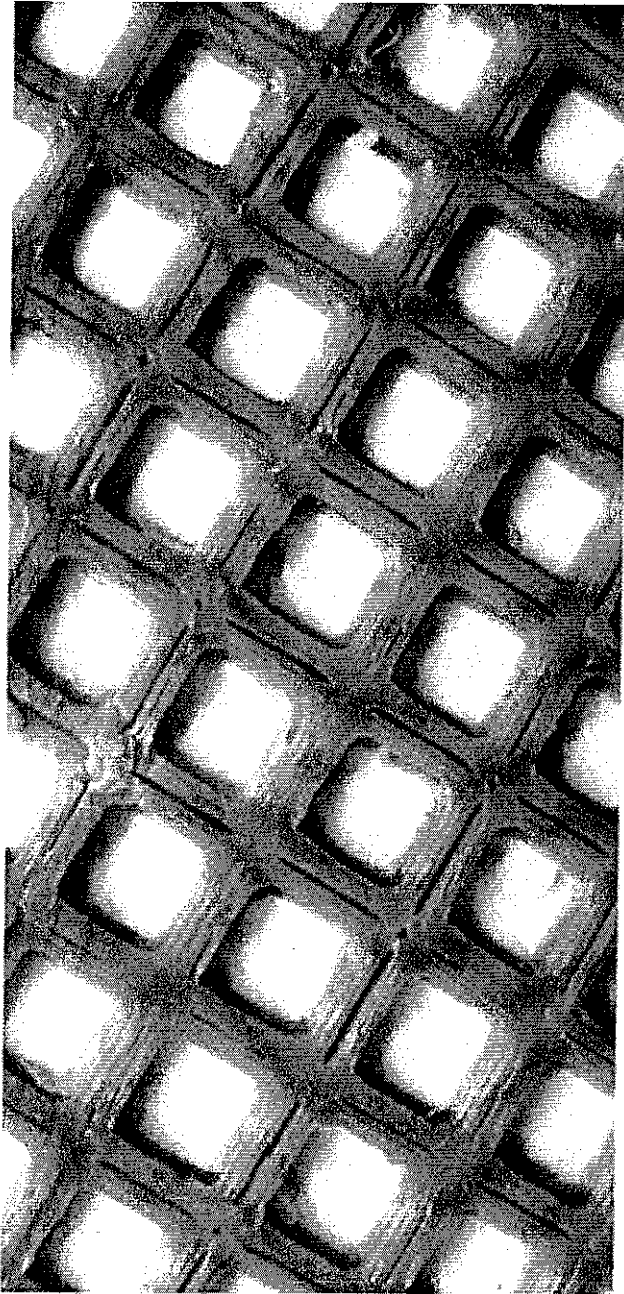
Material: PLA

Temperatura: 210°

Velocidad Infill: 50 mm/s

Extrusion Multiplier: 1

Descripción: Impresión muestra  
hexagono falla en el relleno.



---

## Pruebas

# Prueba: # 1 Tamacho y relleno

Material: PLA

Temperatura: 210°

Velocidad Infill: 50 mm/s

Extrusion Multiplier: 1

Descripción: Impresión mues-  
tra cuadrado falla en el relleno.

### 2.3.2. Impresión de prototipo

Construir la carcasa diseñada por medio de impresión tridimensional: para la fabricación de la carcasa se usó la impresora de inyección de plástico robo3D (ver imagen 14) que cuenta con una superficie de impresión de: 25.4 cm de largo x 2.86 cm de ancho x 20.32 cm de alto, se utilizó el termoplástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) aunque la impresora puede adaptarse a diversos materiales ya que alcanza una temperatura de fundición mayor a los 290 °C.

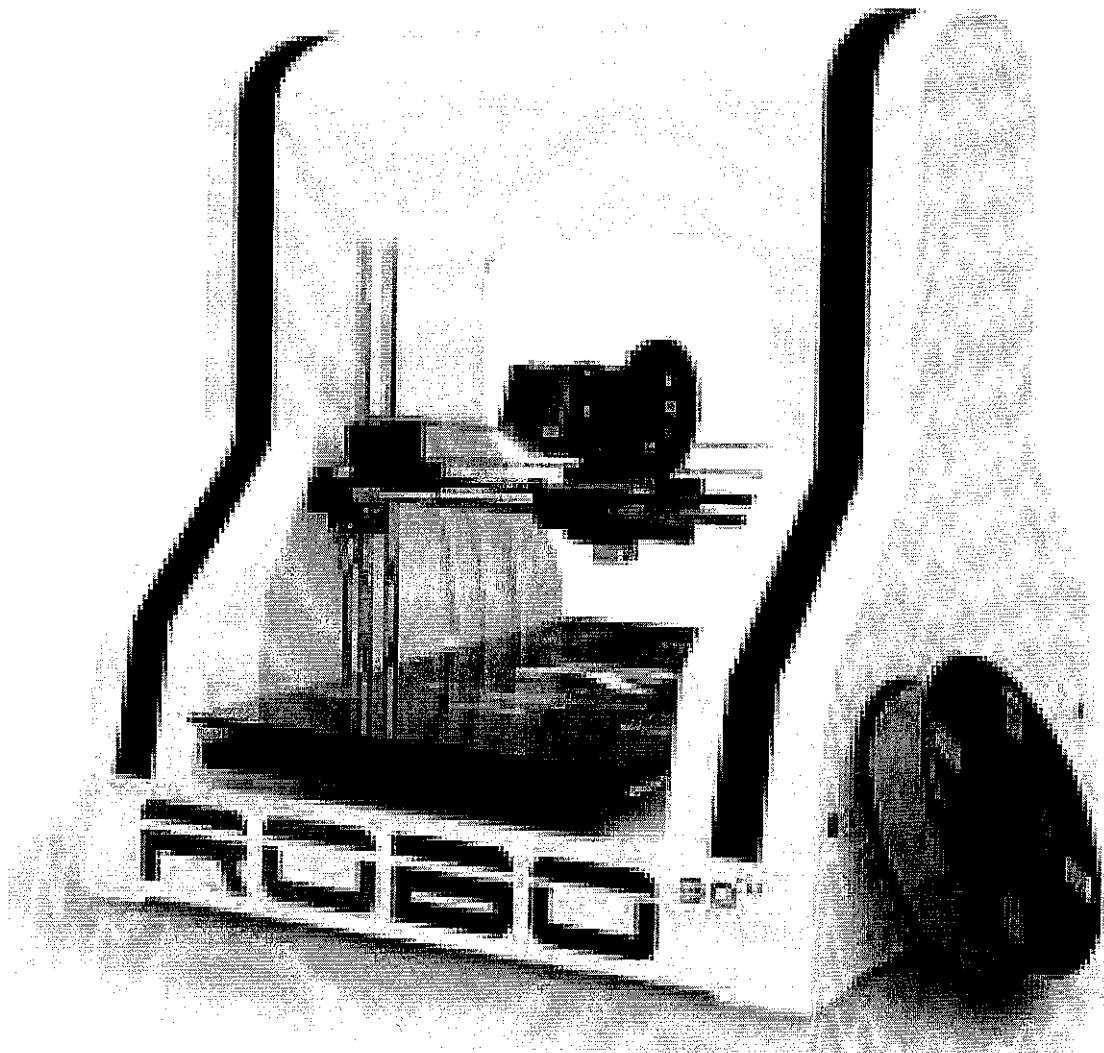


Imagen 55. Impresora de inyección de plástico y ABS en diversas presentaciones.



Imagen 56. Impresión de la primera capa de la carcasa del caudalímetro.

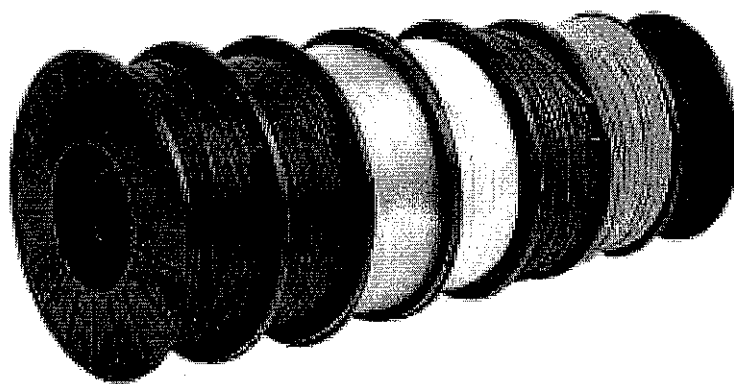
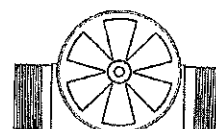
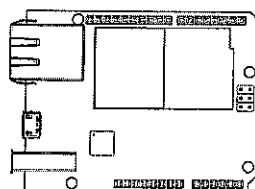
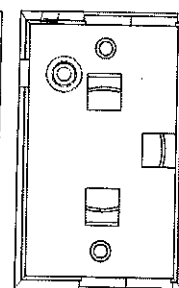
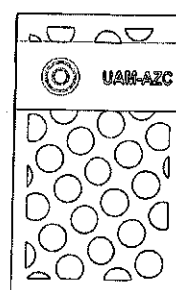
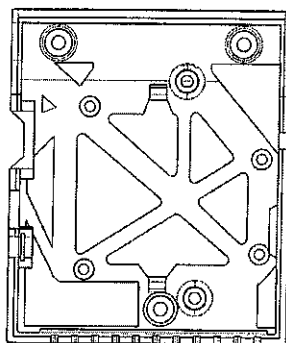
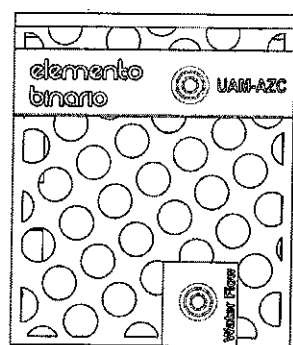
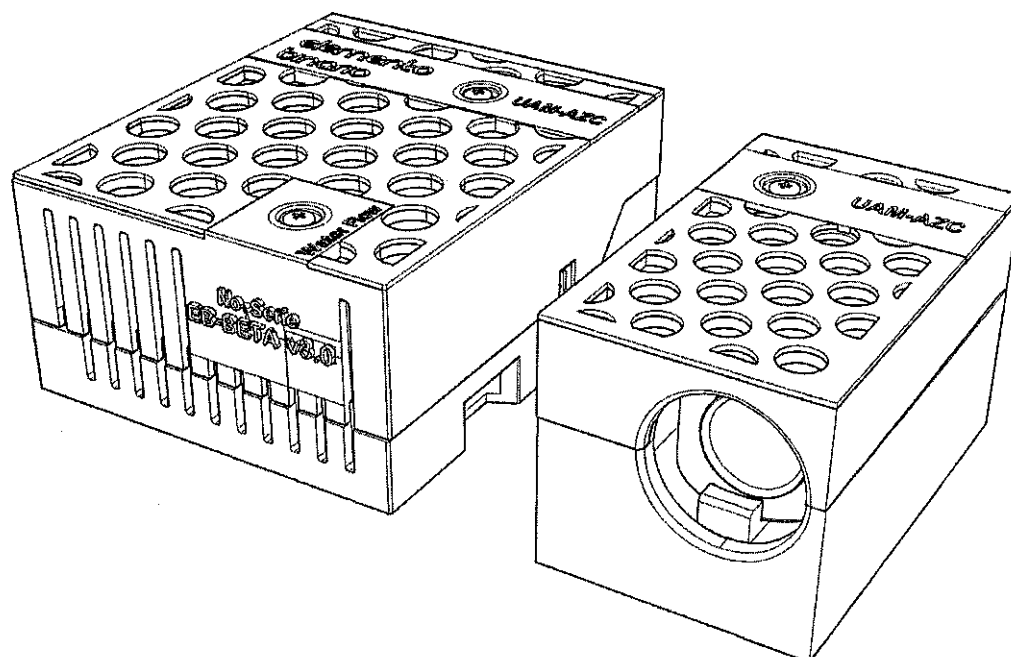


Imagen 57. Consumibles para impresora de inyección de plástico (rollos de diversos colores de acrilonitrilo butadieno estireno, ABS)

# Manual de construcción y usuario

## Capítulo 3

### 3.1. Conozca su medidor



### 3.2. Impresión de carcaza

En la página web de Elemento Binario se encuentra la descarga del archivo STL para imprimir. <https://elementobinario.wordpress.com/>



Imagen 58. Página principal de Elemento Binario

Dentro de la página principal, en la pestaña *Proyectos*, se encuentra la sección de *Arquitectura*.



Imagen 59. Sección de proyectos de arquitectura.

En este apartado, ingresamos al proyecto *Desarrollo de medidor de consumo de agua para la vivienda.*

Diseño y desarrollo de dispositivos de medición de agua y gas L.P. en la vivienda: una aproximación hacia el consumo sustentable en México.

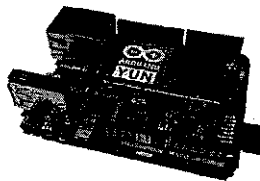
Proyecto: UAM N-462



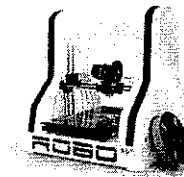
Imagen 60. Desarrollo de medidor de consumo de agua para la vivienda.

En la parte inferior del sitio, podremos encontrar la sección de *Descarga de archivos* con la opción de descarga del Código de programación (.IFO), así como el archivo de impresión 3D (.STL). Seleccionamos la imagen de la impresora 3D para descargar el archivo de STL.

Descarga de archivos:



Archivo .IFO



Archivo .STL

Imagen 61. Sección de Descarga de Archivos.

El enlace nos redireccionará a la descarga vía Dropbox. En la pestaña de *Descarga* en la parte superior derecha, seleccionamos la opción de *Descarga directa* para obtener el archivo en formato RAR, el cual podemos descomprimir posteriormente con el software de preferencia para obtener el archivo STL.

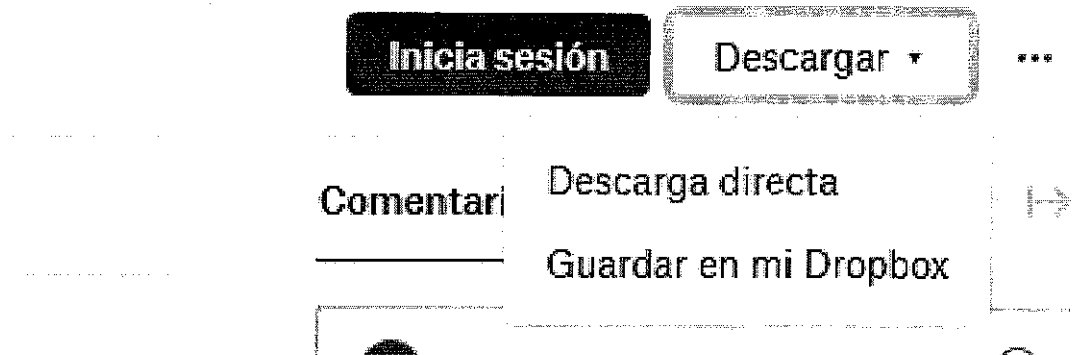


Imagen 62. Descarga vía Dropbox.

El archivo STL está preparado para imprimir directamente desde el software de la impresora que se utilizará. En este caso, utilizaremos el software MatterControl con la impresora ROBO 3D R1+.

MatterControl puede descargarse directamente desde la página principal de MatterHackers

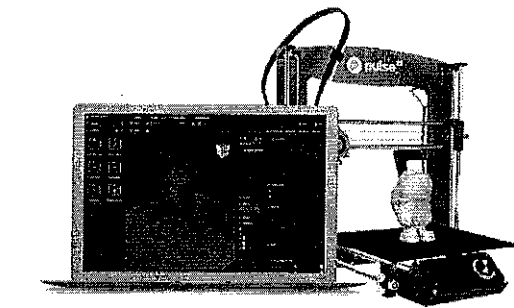
(<https://www.matterhackers.com/store//mattercontrol/sk/MKZGTDW6>) y en la sección de descargas de software en la página web de ROBO 3D.

(<https://robo3d.com/pages/desktop-software>).

Ambas opciones incluyen la descarga para Windows y macOS.

## MatterControl - 3D Printing Software

Home / Store / Software and Add-ons / MatterControl - 3D Printing Software



MatterControl is a free, open-source, all-in-one software package that lets you design, slice, organize, and manage your 3D prints. With MatterControl, you can design your parts from scratch using the Design Tools, or visit the Design Apps to browse existing projects. You can also slice your designs using a variety of advanced settings for customized support generation, software bed leveling, and integrated controls for dual extrusion using powerful 64-bit processing. When you have all the variables managed, you can print straight from MatterControl - no need for multiple programs - MatterControl does it all.

Tagged: Software and Add-ons

Price: **FREE**  
Instant Digital Delivery

DOWNLOAD 2.0 (WINDOWS)

DOWNLOAD 2.0 (MAC OS)

DOWNLOAD 1.7.5 (WINDOWS)

DOWNLOAD 1.7.11 (MAC OS)

DOWNLOAD 1.7.5 (LINUX)

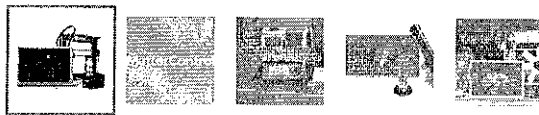
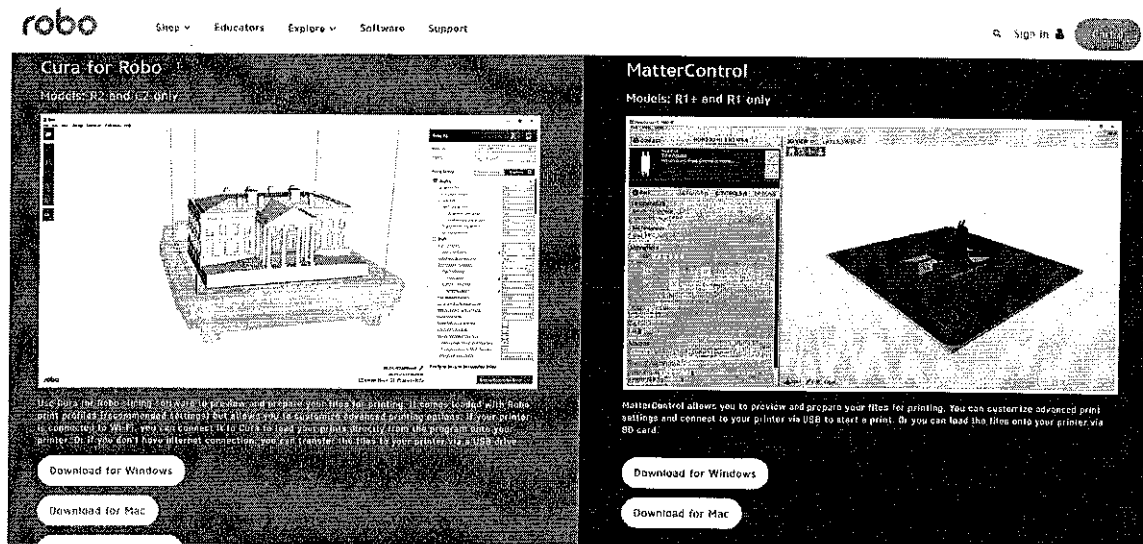


Imagen 63. Página principal MatterHackers.



The screenshot shows the Robo3D website with a navigation bar at the top containing links for Shop, Educators, Explore, Software, and Support. Below the navigation bar, there are two main sections. The left section is titled 'Cura for Robo' and specifies 'Models: R2 and R2 only'. It features a 3D model of a house and a list of features. Below the model, there are two buttons: 'Download for Windows' and 'Download for Mac'. The right section is titled 'MatterControl' and specifies 'Models: R1+ and R1 only'. It features a 3D model of a printer bed and a list of features. Below the model, there are two buttons: 'Download for Windows' and 'Download for Mac'.

Imagen 64. Página de descarga de software de Robo3D

Al instalar el software, el primer paso será configurar la impresora. (MatterControl funciona no sólo con Robo3D, se pueden ver las impresoras compatibles dentro del software y página web). Normalmente se configura automáticamente al detectar una impresora, pero si no, comenzará un asistente de instalación que nos ayudará a configurar adecuadamente nuestra impresora.

Antes de realizar la impresión del medidor, se recomienda imprimir un círculo de calibración que abre por defecto MatterControl. Esto nos ayudará a que la boquilla del extruidor se libere de cualquier residuo de material y se calibren los ejes de la máquina con respecto al software.

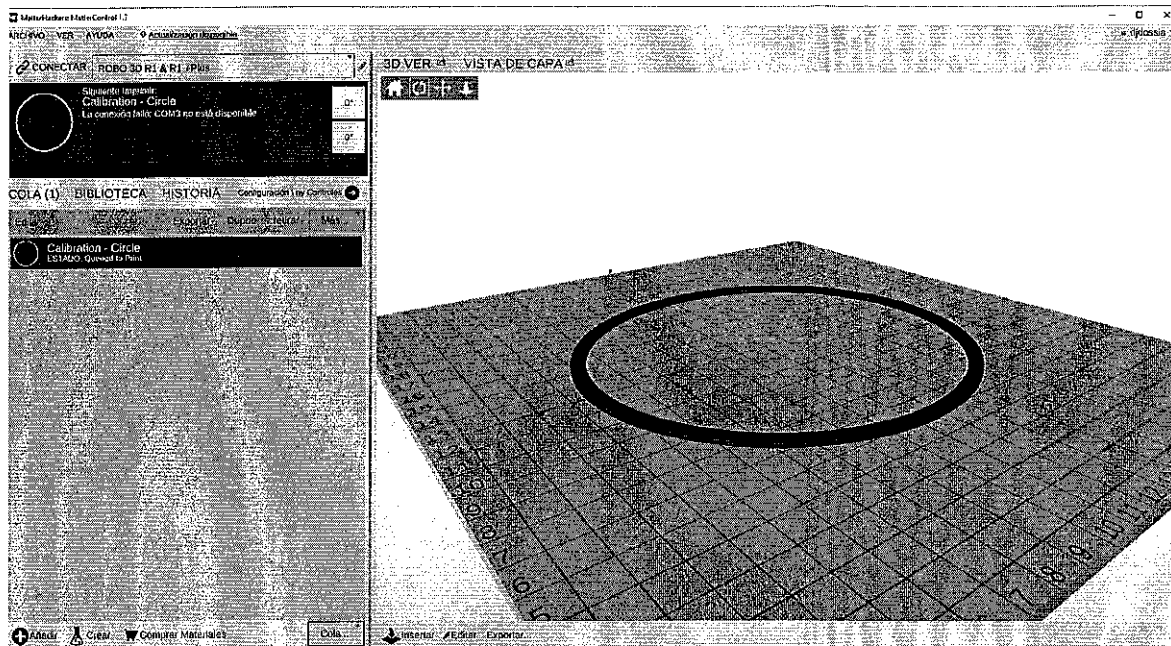


Imagen 65. Impresión círculo de calibración.

Después de realizar la calibración, podremos importar nuestro modelo 3D. Para hacerlo, podemos hacer click en **AÑADIR** que se encuentra en la esquina inferior izquierda y seleccionando el archivo STL en nuestro directorio o simplemente arrastrando el archivo dentro de MatterControl.

Al cargar el archivo, se añadirá a la COLA en la lista del lado izquierdo de la pantalla, y del lado derecho aparecerá una previsualización de la impresión. Aquí podemos acceder a las configuraciones de impresión que se encuentran en la pestaña Configuración y controles.

Para obtener la mejor calidad de impresión, la opción de calidad ALTA es la más adecuada para el medidor.

Ajustes de rebanada

Calidad: High Material: PLA

General Velocidad Adhesión Apoyo Filamento Q :

General

Grosor de la capa: 0.1 mm

Grosor de la primera capa: 0.2 mm 0%

Perímetros: 2 contar o mm

Capas sólidas superiores: 1.6mm contar o mm

Capas Sólidas Inferiores: 1mm contar o mm

Densidad de relleno: 0.25

Tipo de relleno: GRID

Capas / Superficie

Evitar el cruce de perímetros

Perímetros externos primero

Inicio final de superposición: 90 %

Combinar líneas superpuestas

Expandir paredes delgadas

Costa al final: 3 mm

Relleno

Angulo inicial: 45 °

Superposición de relleno: 0.06 mm 0%

Rellena los huecos finos

Imagen 66. Configuración recomendada de impresión.

En la sección de material, se recomienda utilizar plástico PLA o ABS para el medidor. Todos los demás ajustes predeterminados en la calidad ALTA son los adecuados para la mejor impresión. Después de tener los ajustes configurados e insertando el plástico deseado para el medidor en la máquina, podemos proceder a realizar la impresión. Un tiempo estimado de impresión nos aparecerá en la parte superior izquierda de la pantalla y comenzará el proceso de impresión.

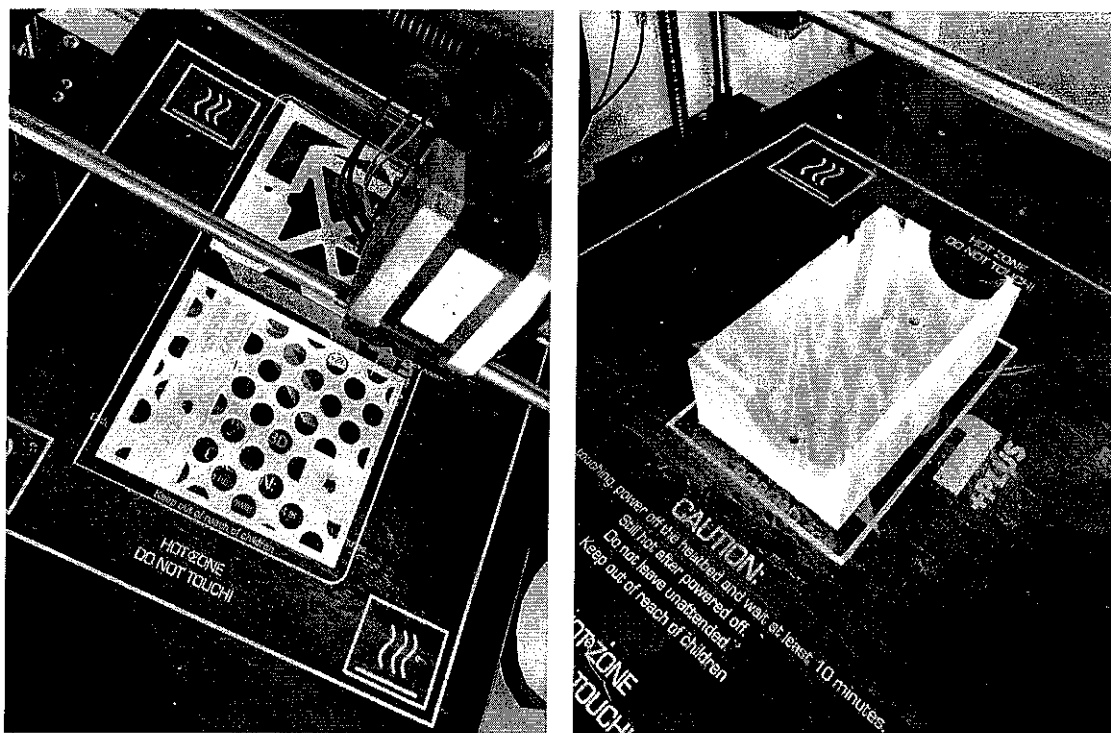


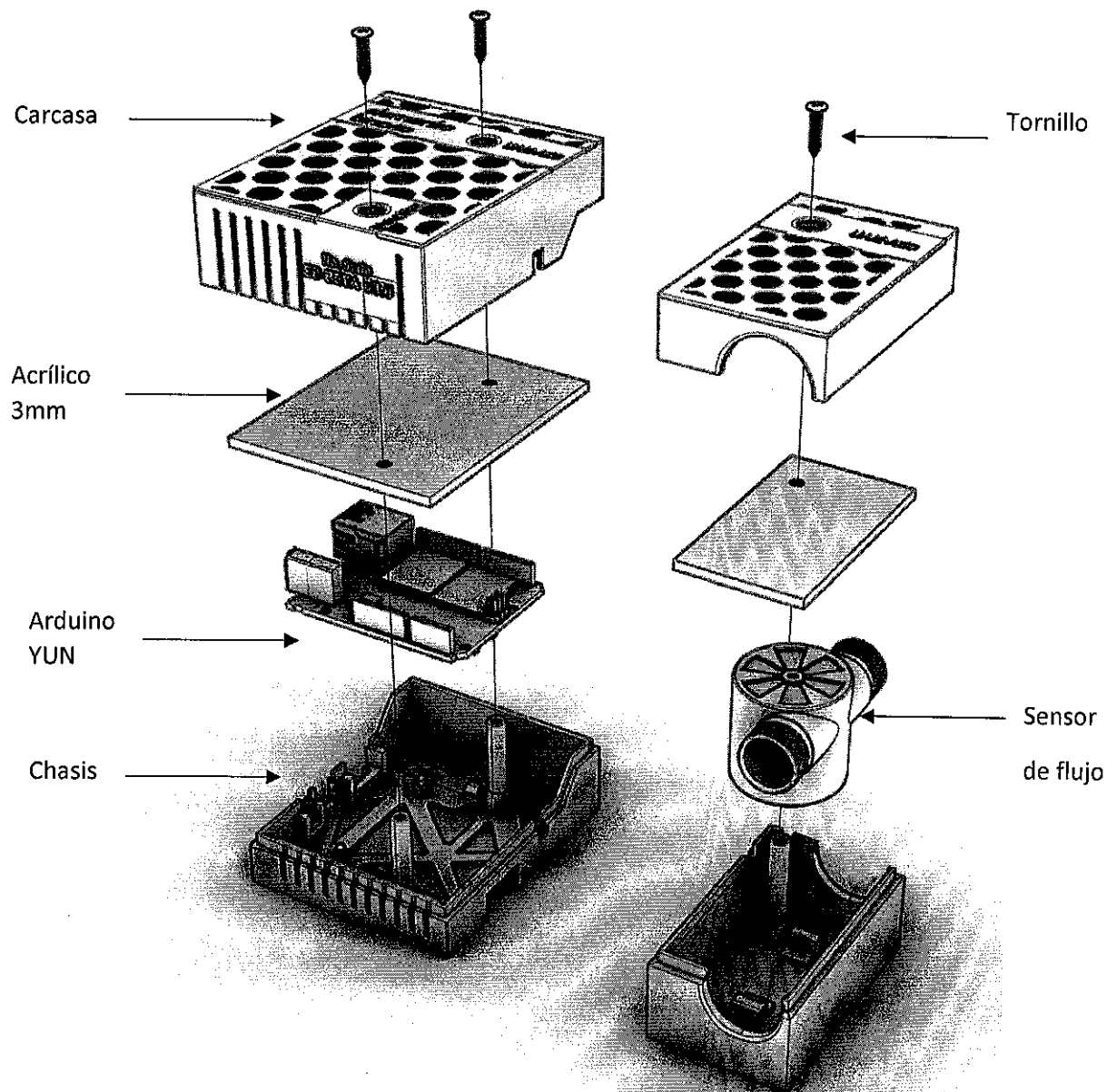
Imagen 67. Proceso de impresión.



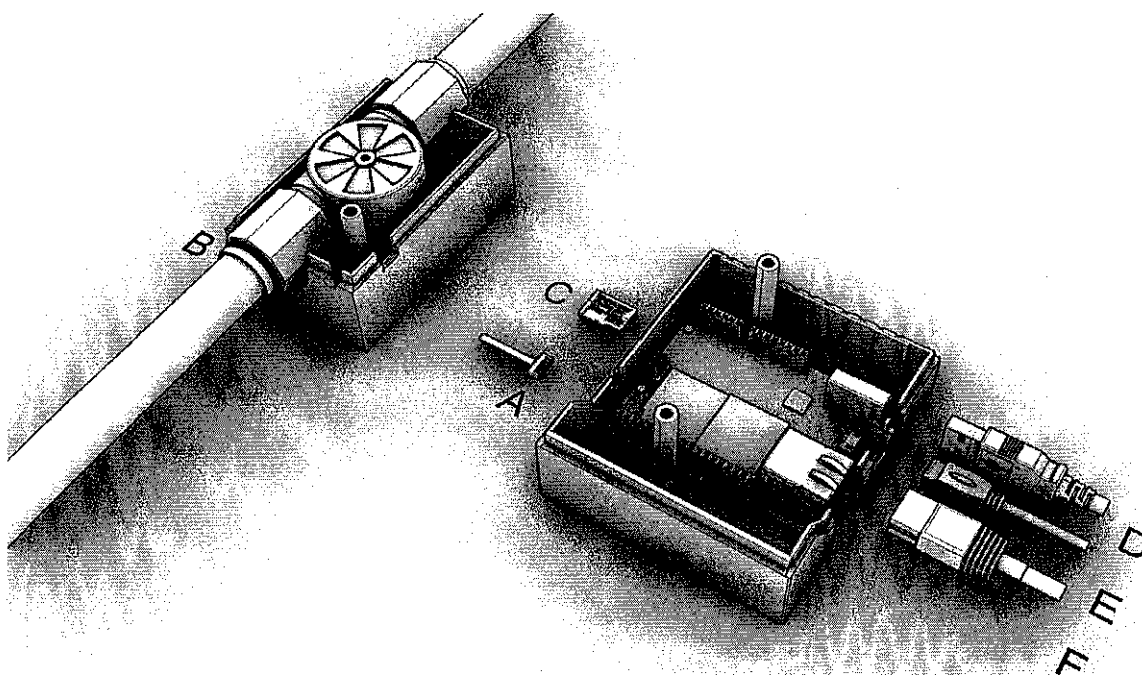
Imagen 68. Proceso de impresión 2.

### 3.3. Ensamblado

Ensamble general del medidor con la tarjeta Arduino YUN y sensor:



### 3.4. Conexión



| REF | NOMBRE                   | TIPO DE SEÑAL | DESCRIPCIÓN                               |
|-----|--------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| A   | Conector sensor de flujo | Output        | Transferencia de información.             |
| B   | Cople hembra             | N/A           | Toma de corriente.                        |
| C   | Tarjeta SD Port          | Input         | Puerto lectura de Tarjetas SD.            |
| D   | LAN Port 2.0             | Input/Output  | Conexión LAN por medio de ethernet.       |
| E   | 32u4 Port                | Input         | Conexión de cable de corriente.           |
| C   | USB Host Port            | Input         | Puerto de lectura de conexiones tipo USB. |

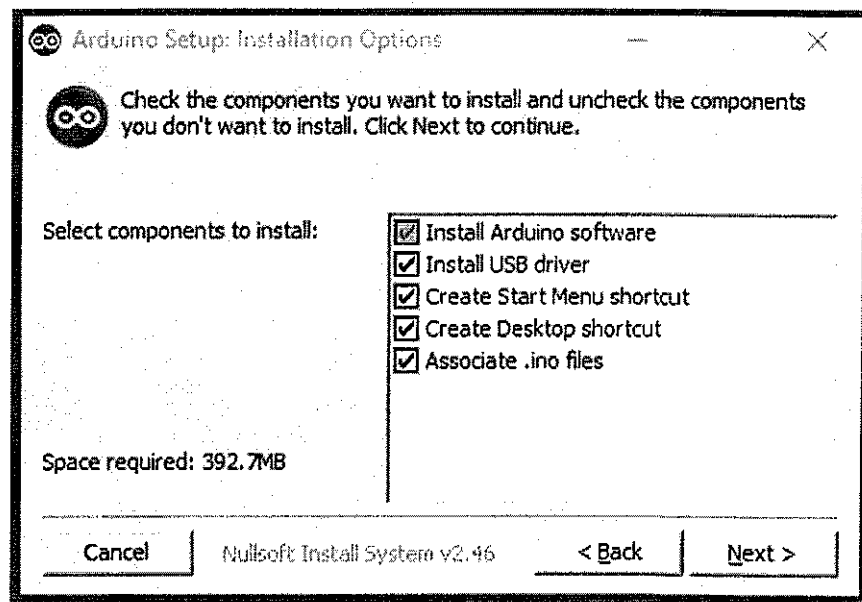
### 3.4.1. Código de Programación

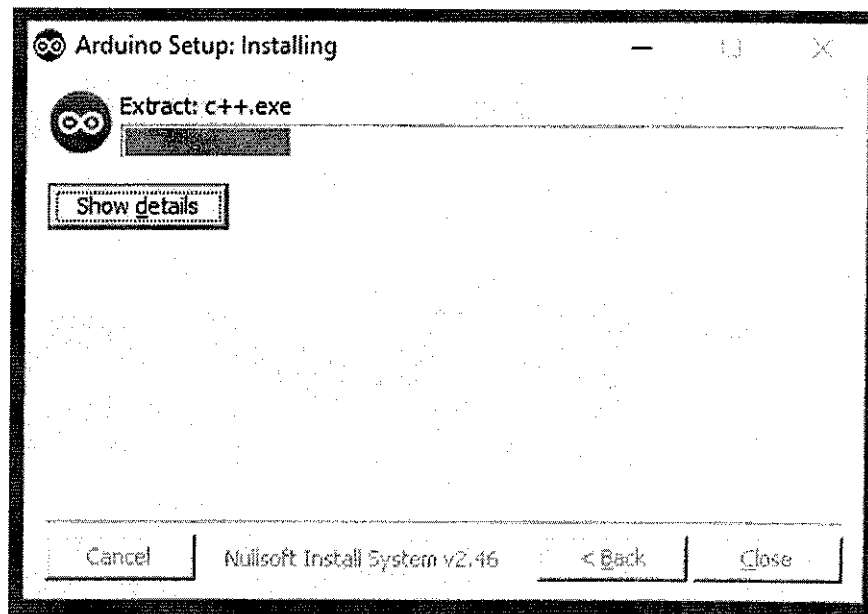
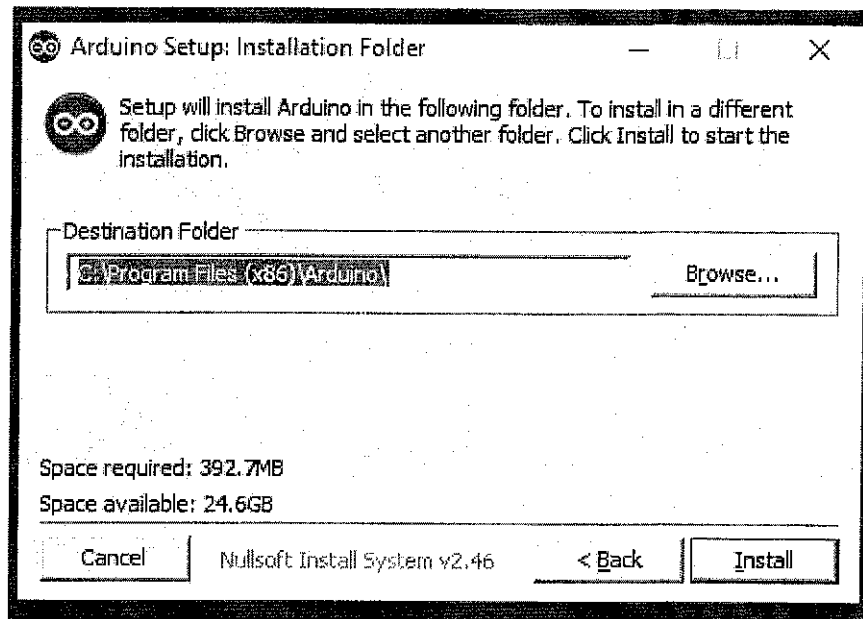
- Descarga de software oficial de Arduino.

El software Arduino (IDE) le permite escribir programas y cargarlos en el tablero. En la página de software de Arduino, se encuentran las diferentes opciones de descarga para los diferentes sistemas operativos.

Para la versión de Microsoft Windows, se puede elegir entre el Instalador (.exe) y los paquetes Zip. Se recomienda descargar el instalador .exe que instala directamente todo lo que necesita para usar el software Arduino (IDE), incluidos los controladores. Con el paquete Zip, se necesita instalar los controladores manualmente. El archivo Zip es útil para crear una instalación portátil.

Cuando la descarga finaliza, se procede con la instalación y se necesita permitir el proceso de instalación del controlador cuando reciba una advertencia del sistema operativo.



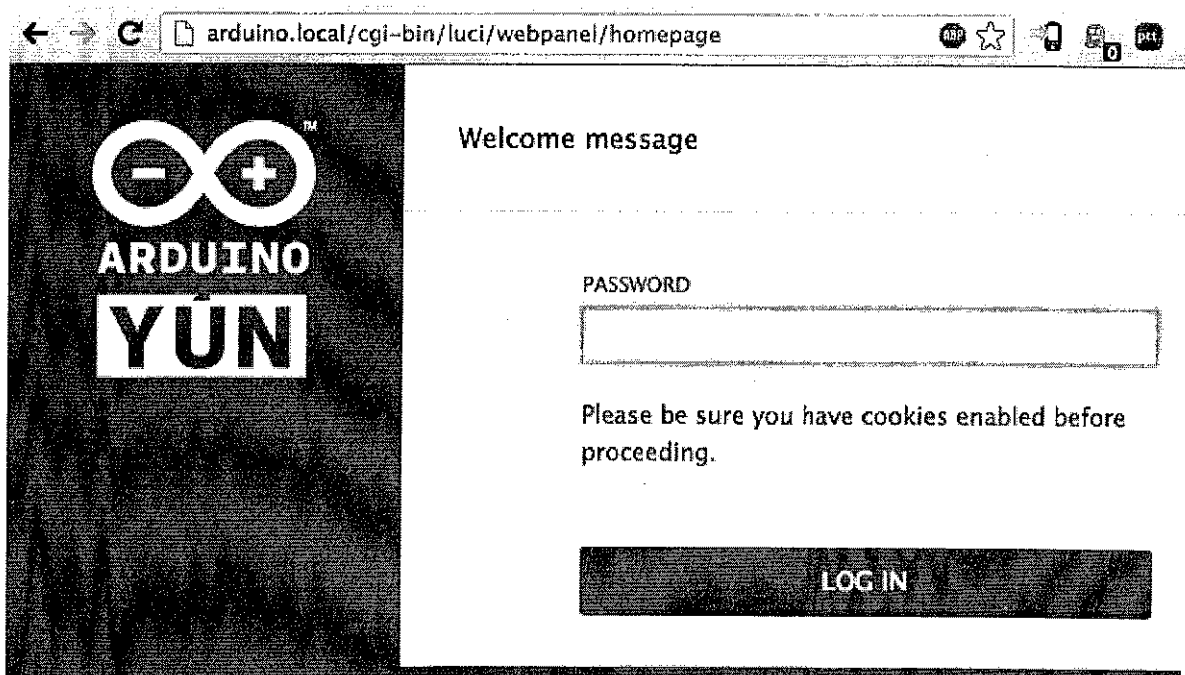


- Configurar el wifi de Arduino Yun.

Arduino Yún tiene la capacidad de actuar como punto de acceso, pero también se puede conectar a una red existente. Estas instrucciones lo guiarán para conectar la tarjeta a una red inalámbrica. Se puede conectar a redes no encriptadas, así como también a redes que admiten el cifrado WEP, WPA y WPA2.

Cuando enciendes la Arduino Yún por primera vez, se creará una red WiFi llamada ArduinoYun-XXXXXXXXXXXX. Ahora se puede conectar una computadora a esta red.

Una vez que se haya obtenido una dirección IP, en un navegador web se debe ingresar `http://arduino.local` o `192.168.240.1` en la barra de direcciones. Después de unos momentos, aparecerá una página web solicitando una contraseña. Ingrese "arduino" y haga clic en el botón Iniciar sesión.



Aparecerá una página con información de diagnóstico sobre las conexiones de red actuales. El primero es la interfaz WiFi, el segundo es la conexión ethernet.

## WELCOME TO ARDUINO, YOUR ARDUINO YÚN

### CONFIGURE

#### WIFI (WLAN0) CONNECTED

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| Address     | 192.168.240.1     |
| Netmask     | 255.255.255.0     |
| MAC Address | B4:21:8A:00:00:10 |
| Received    | 105.72 KB         |
| Trasmitted  | 160.48 KB         |

#### WIRED ETHERNET (ETH1) DISCONNECTED

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| MAC Address | B4:21:8A:08:00:10 |
| Received    | 0.00 B            |
| Trasmitted  | 0.00 B            |

En la nueva página de configuración, se puede editar y escribir un nuevo nombre para la tarjeta. Se ingresa una contraseña de 8 o más caracteres. Si se deja este campo en blanco, el sistema conserva la contraseña predeterminada de Arduino

Si lo desea, puede configurar la zona horaria y el país. Se recomienda establecer estas opciones, ya que puede ayudar a conectarse a redes WiFi locales. La configuración de la zona horaria local también selecciona el dominio regulador del país.

Se ingresa el nombre de la red WiFi a la que se desea conectar y se selecciona el tipo de seguridad y se ingresa la contraseña.

## YÚN BOARD CONFIGURATION

YÚN NAME \*

MyYun

PASSWORD

••••••••

CONFIRM PASSWORD

••••••••

TIMEZONE \*

America/New York

## WIRELESS PARAMETERS

CONFIGURE A WIRELESS NETWORK ☒

WIRELESS NAME \*

AccessPoint

SECURITY

WPA2

PASSWORD \*

••••••••

DISCARD

CONFIGURE & RESTART

Arduino se reiniciará y se unirá a la red especificada. La red Arduino se apagará después de unos momentos.

## CONFIGURATION SAVED!

I'm restarting.

Please connect your computer to the wireless network called  
**sharkrepellent.**



- Descargar código de programación

En la página web de Elemento Binario se encuentra la descarga del código de programación. <https://elementobinario.wordpress.com/>



Imagen 69. Página principal de Elemento Binario

Dentro de la página principal, en la pestaña *Proyectos*, se encuentra la sección de *Arquitectura*.



INICIO ▼

PROYECTOS ▼

HERRAMIE

## ARQUITECTURA

Imagen 70. Sección de proyectos de arquitectura.

En este apartado, ingresamos al proyecto *Desarrollo de medidor de consumo de agua para la vivienda*.

Diseño y desarrollo de dispositivos de medición de agua y gas L.P. en la vivienda: una aproximación hacia el consumo sustentable en México.

Proyecto: UAH11-482

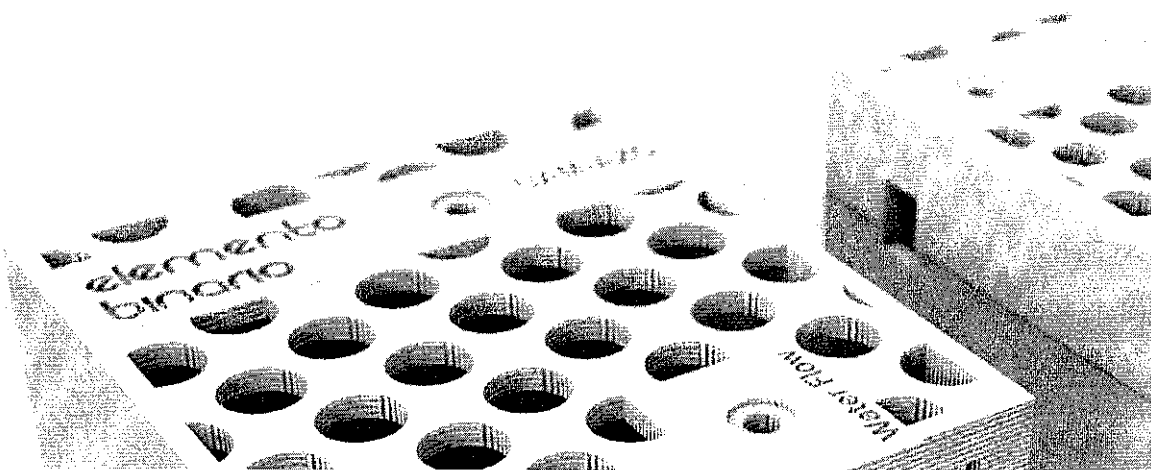
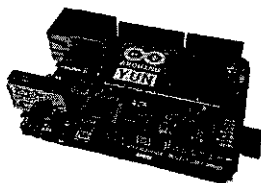


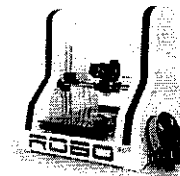
Imagen 71. Desarrollo de medidor de consumo de agua para la vivienda.

En la parte inferior del artículo, podremos encontrar la sección de *Descarga de archivos* con la opción de descarga del Código de programación (.IFO), así como el archivo de impresión 3D (.STL). Seleccionamos la imagen de la tarjeta Arduino YUN para proceder a la descarga.

Descarga de archivos



Archivo .INO



Archivo .STL

Imagen 72. Sección de descarga de archivos.

El enlace nos redireccionará a la descarga vía Dropbox. En la pestaña de *Descarga* en la parte superior derecha, seleccionamos la opción de *Descarga directa* para obtener el archivo en formato RAR, el cual podemos descomprimir posteriormente con el software de preferencia para obtener el archivo INO.

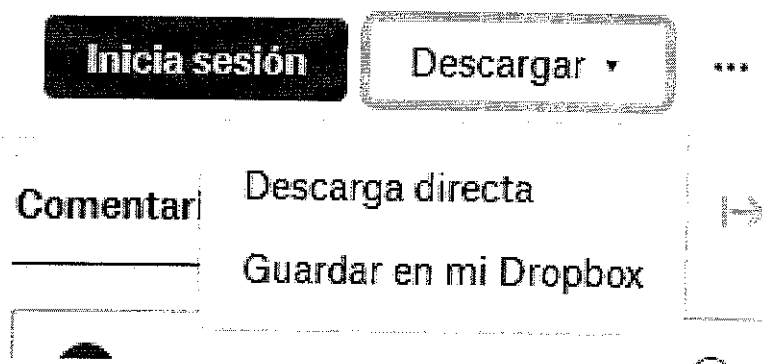


Imagen 73. Descarga vía Dropbox.

### 3.5. Instalación

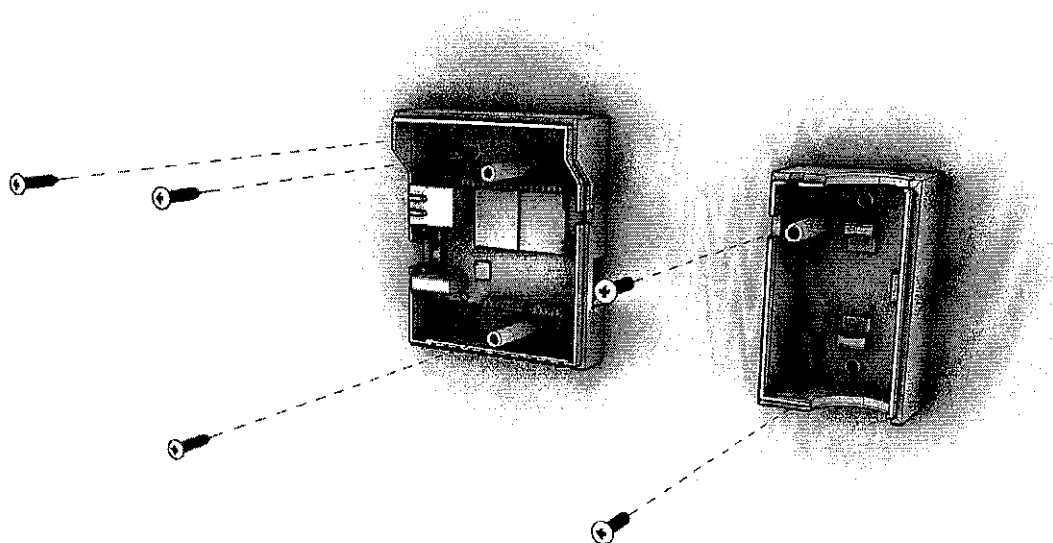


Imagen 74. Fijación de tornillos en la pared

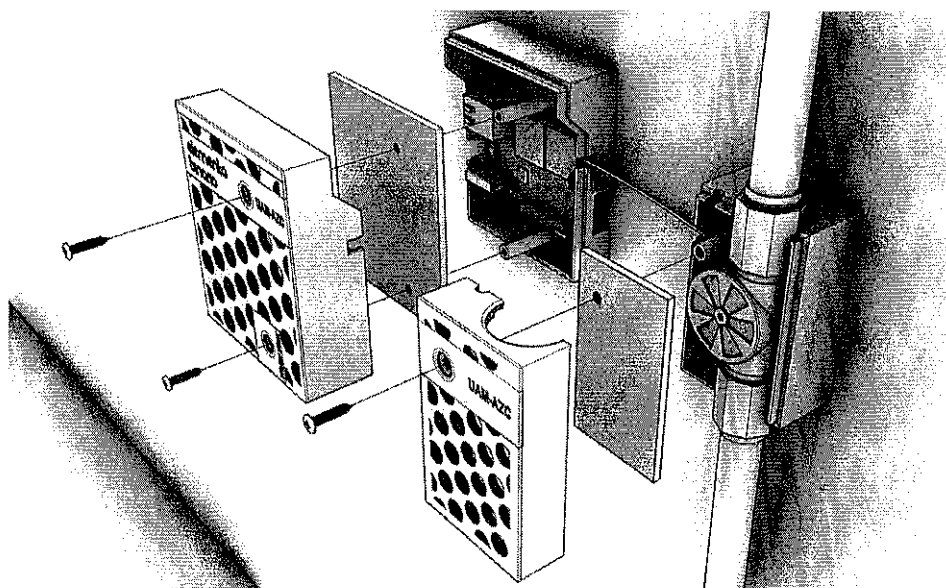


Imagen 75. Fijación de tornillos en medidor

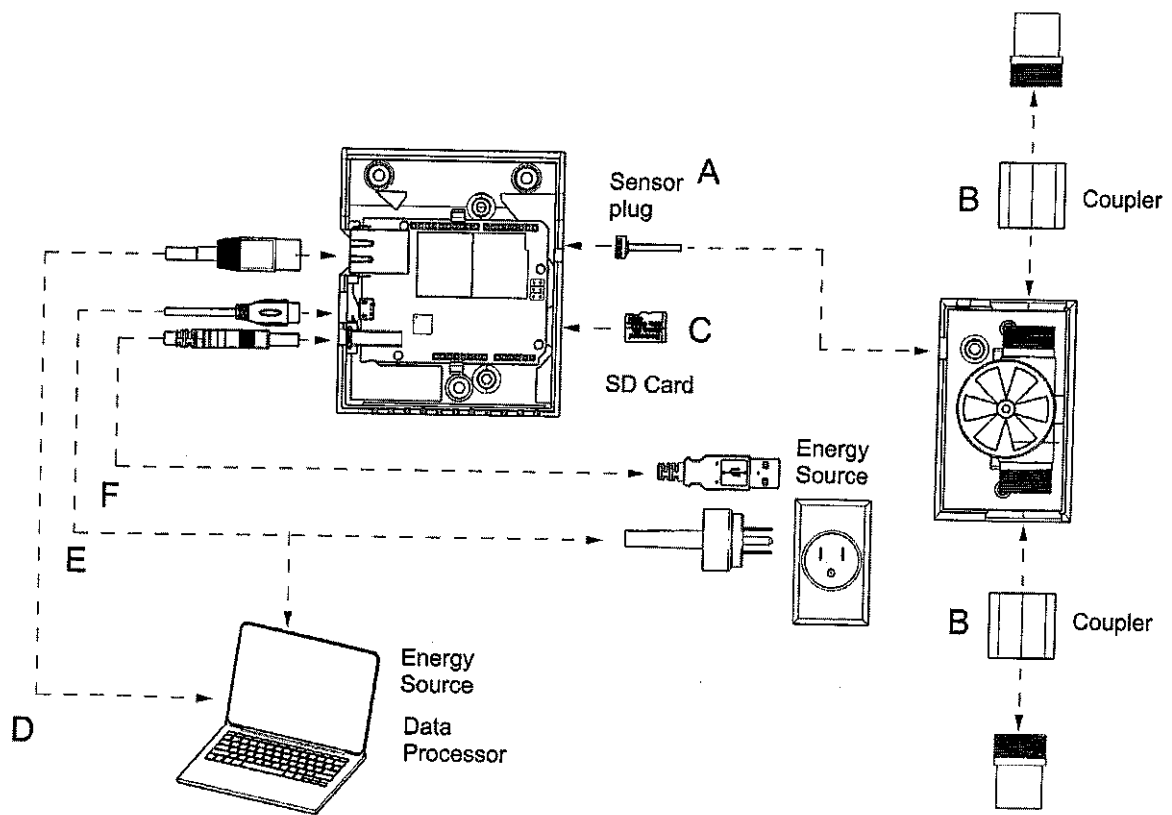
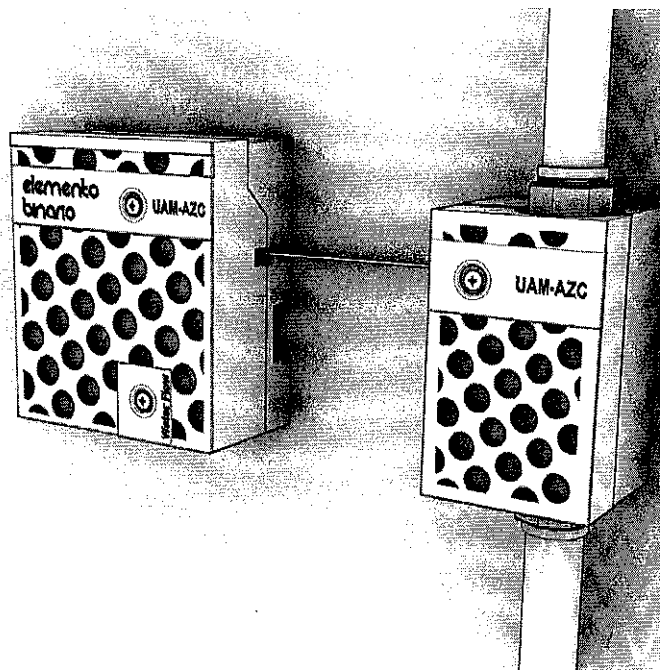


Imagen 76. Diagrama general de instalación.

### 3.6. Medición y obtención de datos

Pasos para comenzar una medición de agua.



- 01- Abrir un navegador y acceder a la configuración de Arduino Yun con la dirección:  
*Arduino.local*
- 02- Hacerse cliente de una puerta de enlace que cuente con red externa e inalámbrica.
- 03- Buscar en la puerta de enlace en su Red de Área Local la IP asignada al Arduino Yun.
- 04- Escribir en un navegador la IP asignada más: */arduino/incia/1* para comenzar la medición.
- 05- Para consultar los datos obtenidos escribir la IP asignada más:  
*/arduino/consecutivo/1* ó consultamos la MicroSD en el archivo "datalog.txt"

# Fotografías del prototipo terminado, objetivos y resultados obtenidos.

## Capítulo 4

### 4.1. Fotografías del prototipo terminado

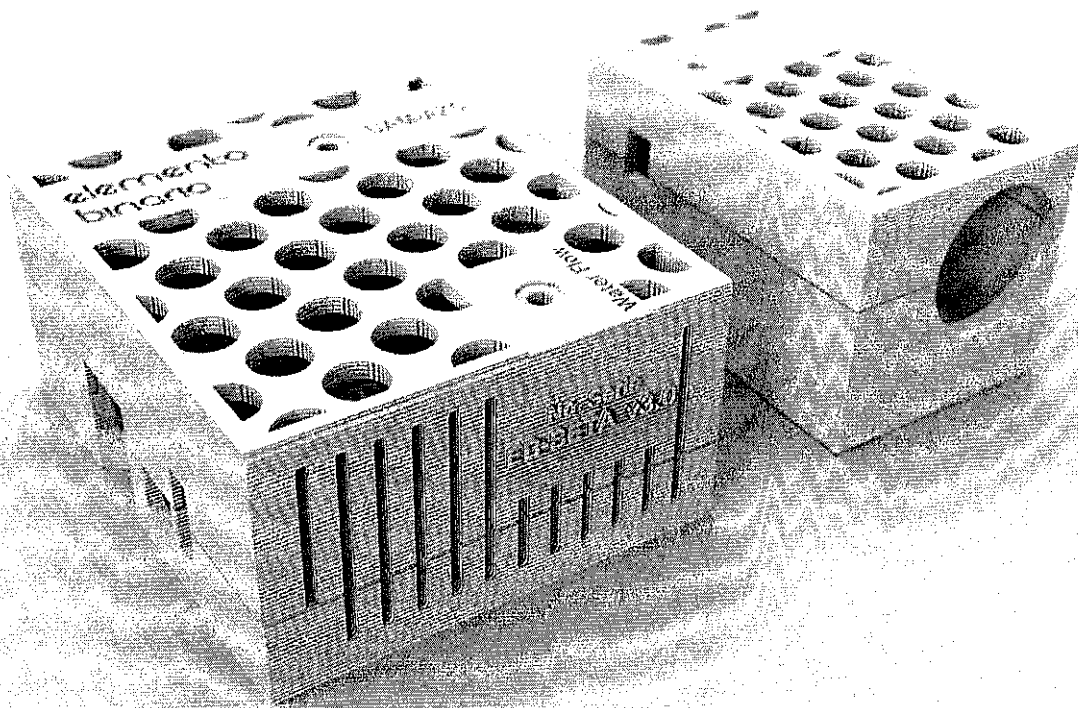


Imagen 77. Vista general del prototipo terminado.

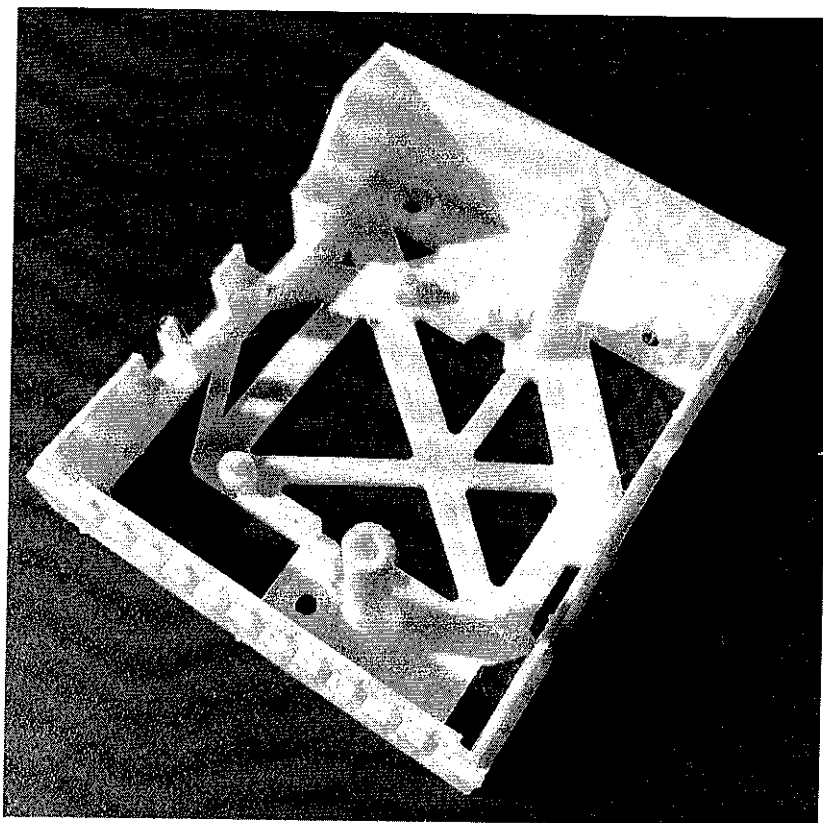


Imagen 78. Perspectiva del chasis que recibe el hardware.

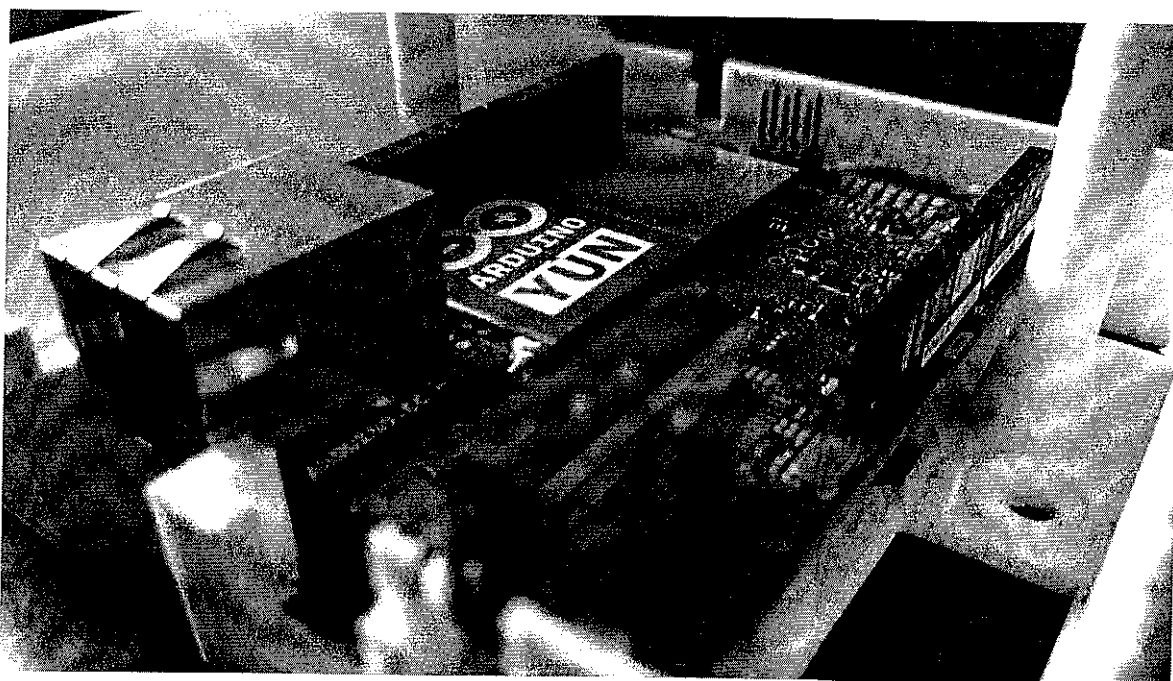


Imagen 79. Perspectiva del chasis con el hardware instalado.

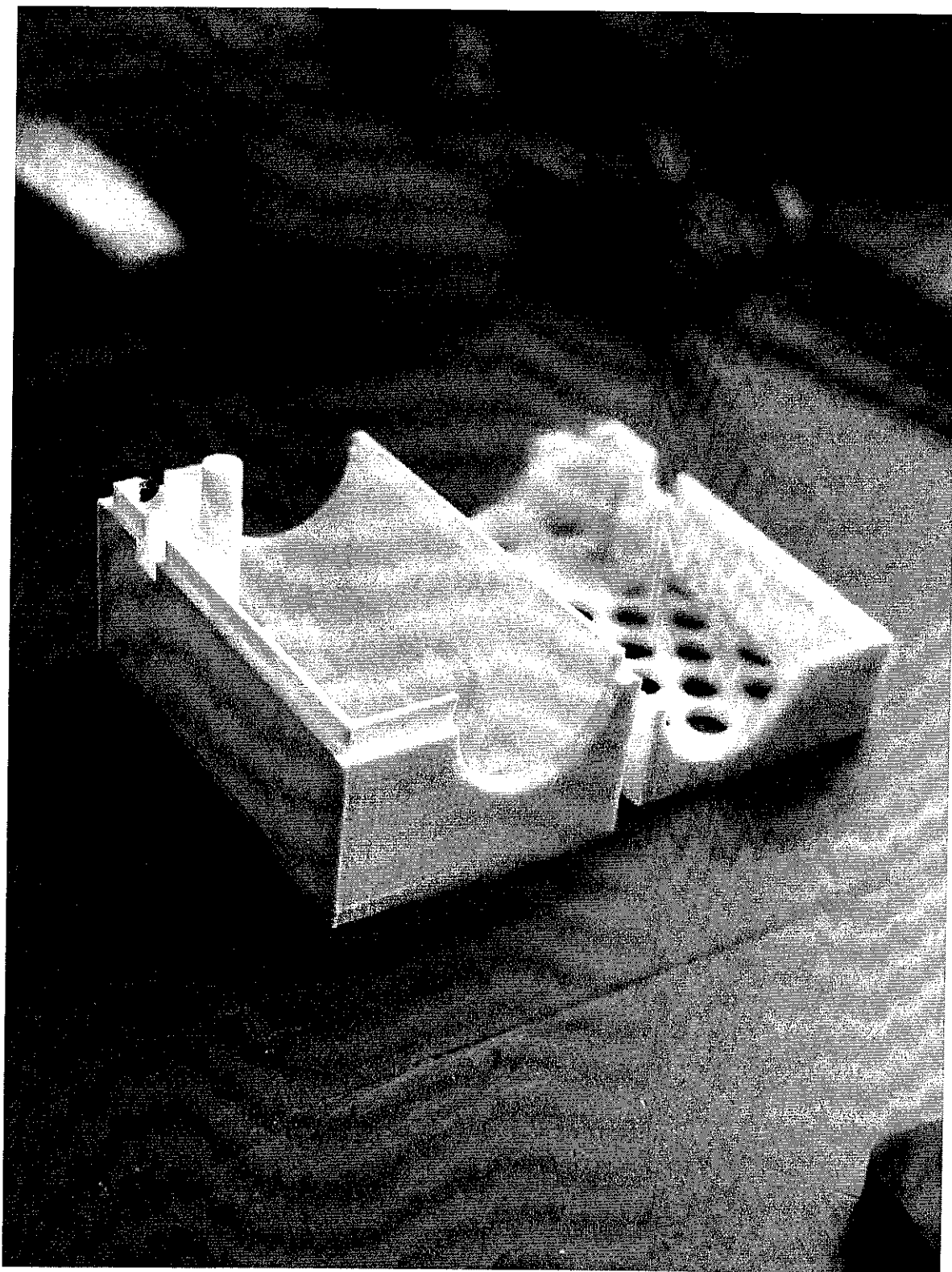


Imagen 80. Chasis y carcasa del sensor de flujo.

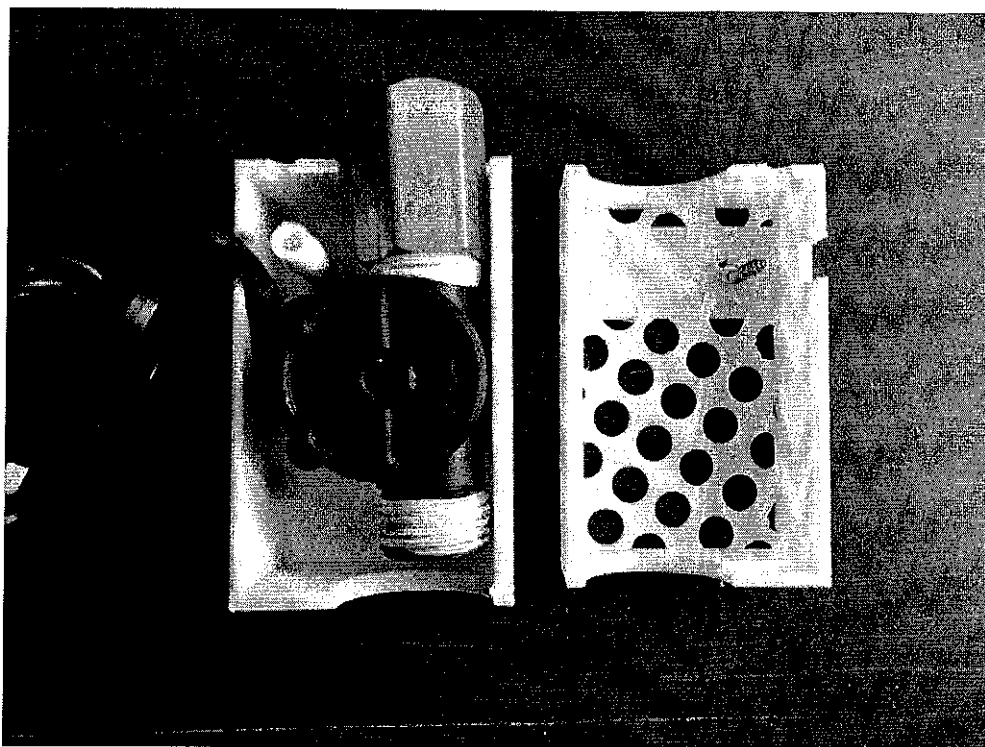


Imagen 81. Chasis, sensor de flujo y carcaza.

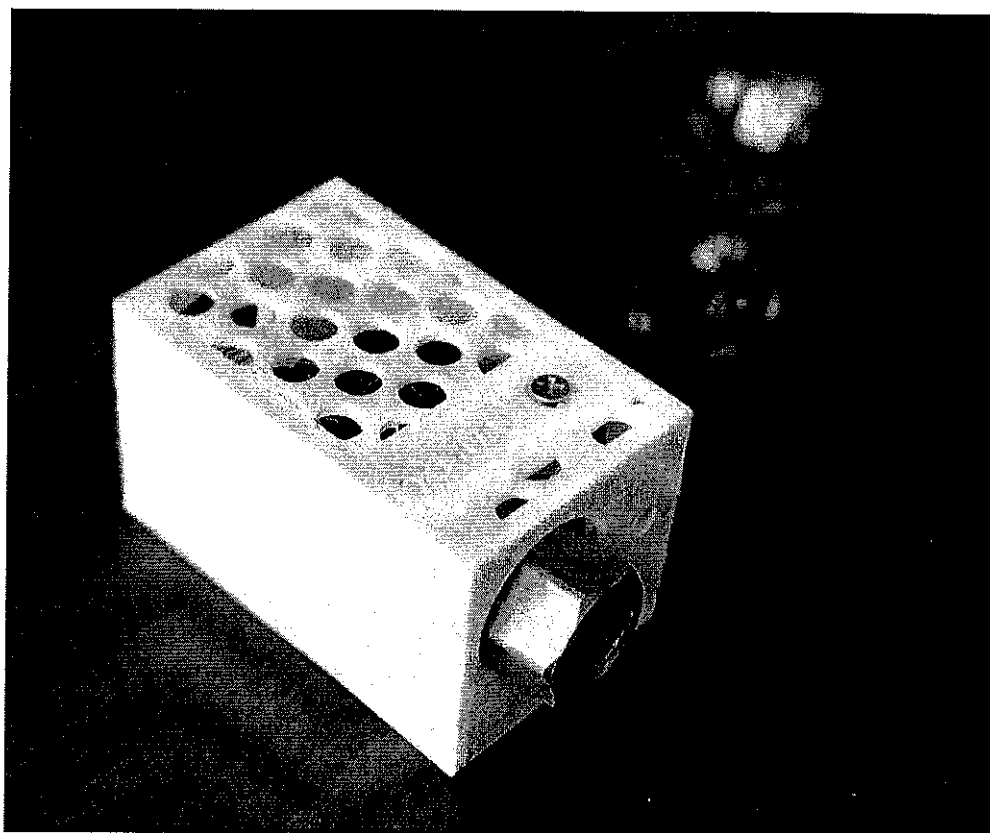


Imagen 82. Ensemble carcaza, chasis y sensor de flujo.

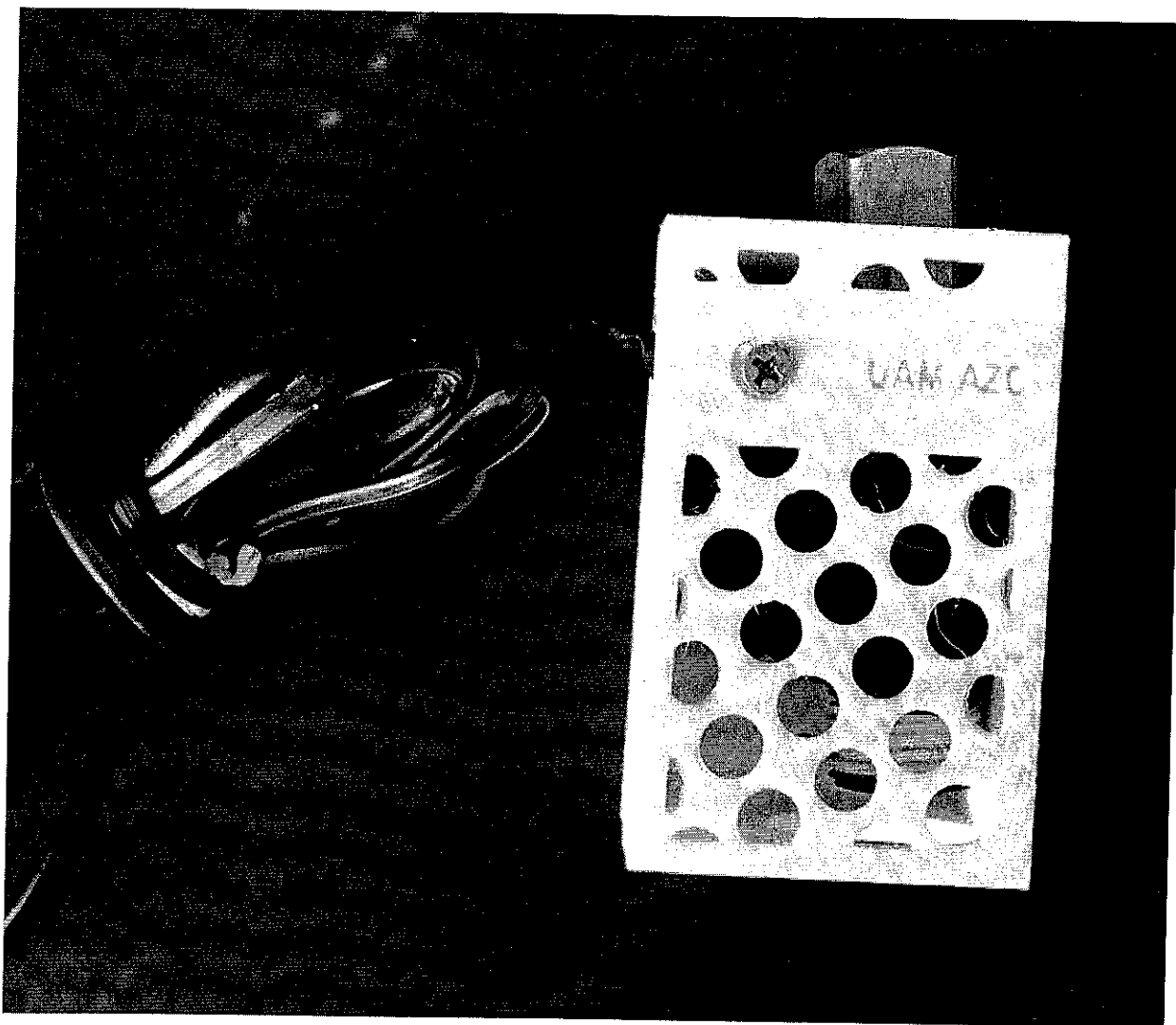


Imagen 83. Ensamble carcaza, chasis y sensor de flujo (vista superior)

#### 4.2. Objetivo

Resolver el desarrollo de un medidor de consumo de agua para la vivienda con diseño y código abierto, para fomentar la eficiencia energética y disminuir el uso de combustibles fósiles en México.

#### 4.3. Descripción

Desarrollo y diseño de un prototipo de medición de agua para la vivienda por medio de código abierto, hardware programable o reconfigurable (Arduino) y una carcasa diseñada y modelada digitalmente en estereolitografía. Este prototipo permite al

usuario conocer su consumo de agua, y de esta manera le sea posible tomar decisiones que promuevan el uso eficiente de este recurso y así mismo reducir el consumo de combustibles fósiles.

#### 4.4. Aportaciones del proyecto, resultados

Se hicieron varias pruebas para comprobar el correcto funcionamiento del medidor: energizar el sistema, verificar la comunicación entre sensor de agua y tarjeta Arduino, verificar la comunicación entre tarjeta Arduino y puerta de enlace, revisar calidad, resistencia y ensamble de carcasa, se revisaron conexiones de cada uno de los componentes, así como el caudal de agua fluyera correctamente y diversas mediciones para la calibración final.

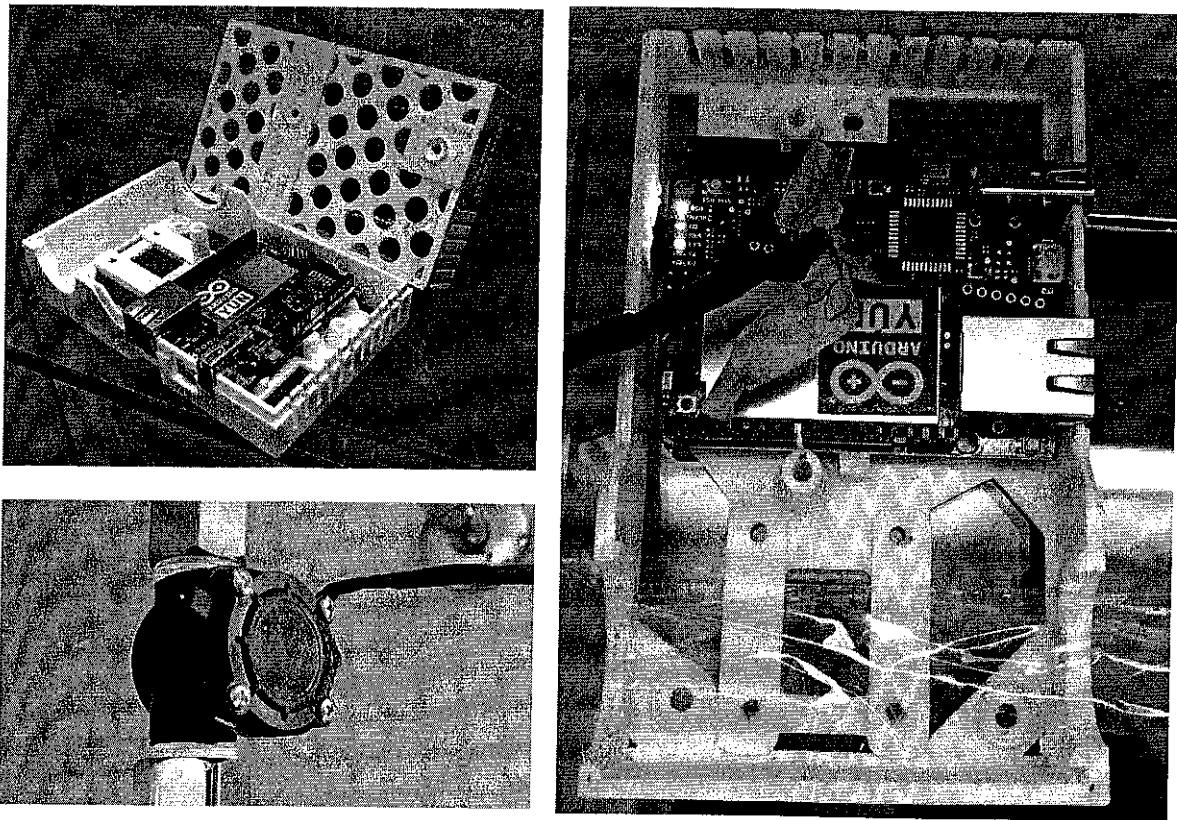


Imagen 84. Hardware, carcasa y accesorios que componen el medidor de consumo de agua para una vivienda (PROTOTIPO)

Para realizar las pruebas de funcionamiento y medición se conectó el adaptador de corriente para prender el medidor; se conectó una fuente transmisora de electricidad y a una fuente receptora de electricidad; se ingresó al Access Point de Arduino en la dirección <https://arduino.local/> seleccionando una nueva red de área local (RAL) y Access Point (ver imagen 86). Para consultar la información en la RAL se escribió la dirección proporcionada por el nuevo ruteador. Finalmente se vació la información almacenada en la micro SD en el archivo "datalog.txt" a hojas de cálculo para graficar la información de consumo eléctrico.

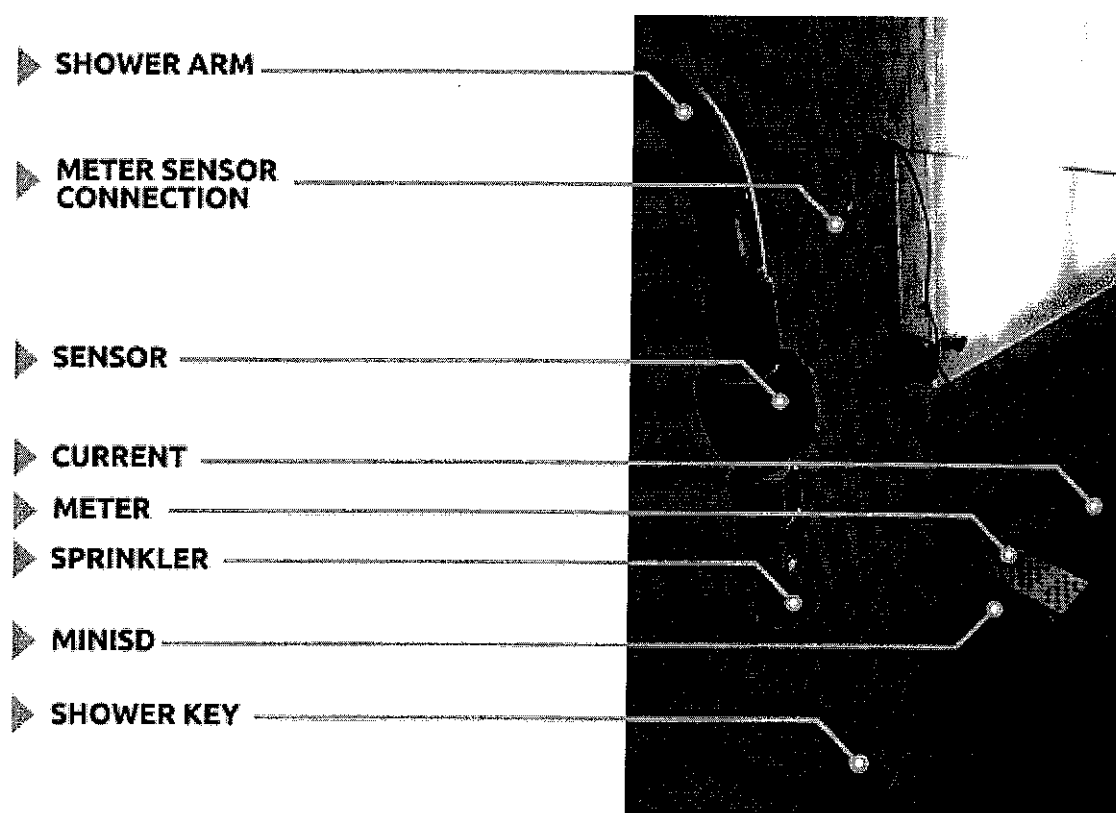


Imagen 85. Descripción de las partes que componen el prototipo para medir el consumo de agua en una vivienda.

Se obtuvieron datos con las funciones previamente programadas de un dispositivo electrónico (computadora portátil) conectado al medidor, se almacenaron en la unidad extraíble y se consultaron para obtener la información exacta del muestreo mediante el experimento expresado de la siguiente manera: Demostrar la información que proporciona el medidor de consumo de agua en la vivienda presentando los datos del gasto de una regadera ahorradora en el aseo de una persona en un día. Características generales de la vivienda: localizada en la Ciudad de México, plurifamiliar, departamento en el tercer piso, suministro de agua a los servicios básicos por tanque elevado con capacidad de 5 mil litros, cuenta con dos baños completos, calentador de paso, regaderas ahorradoras marca: Dica, modelo: 4502DP. Las variables consideradas son el tiempo que una persona se tarda en bañarse y los litros que se consumen en este intervalo. Las variables que podrían modificar la medición son la presión de trabajo, el caudal y la temperatura.

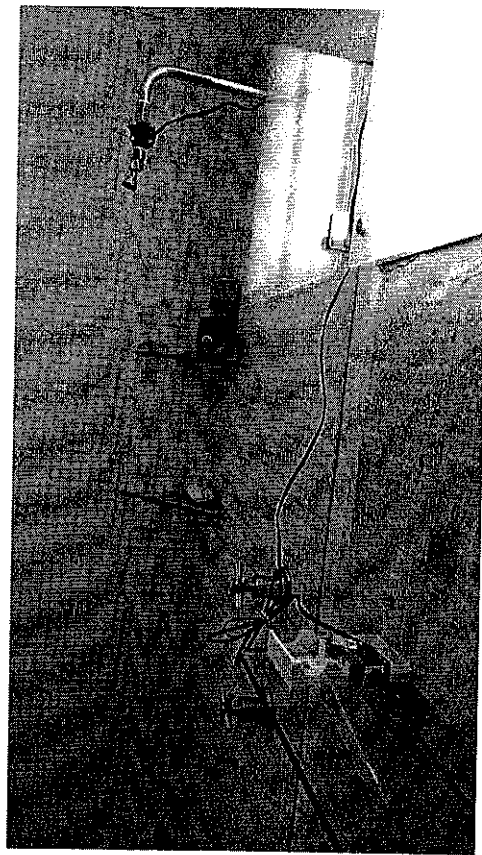
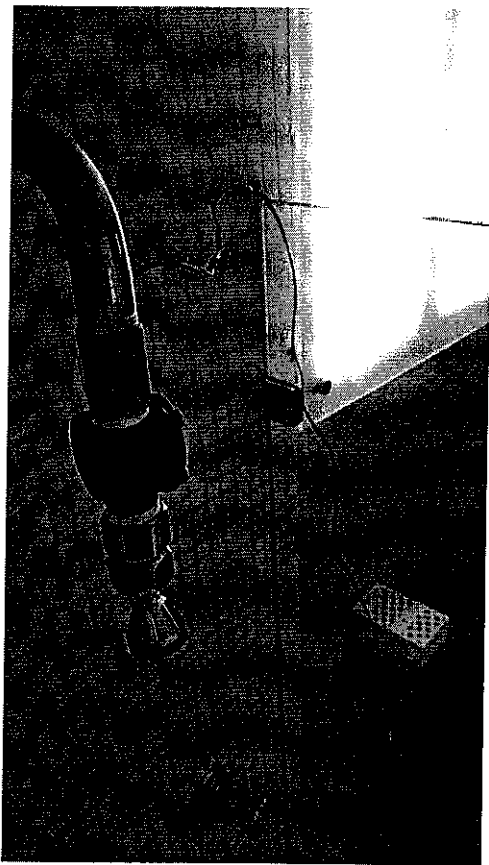
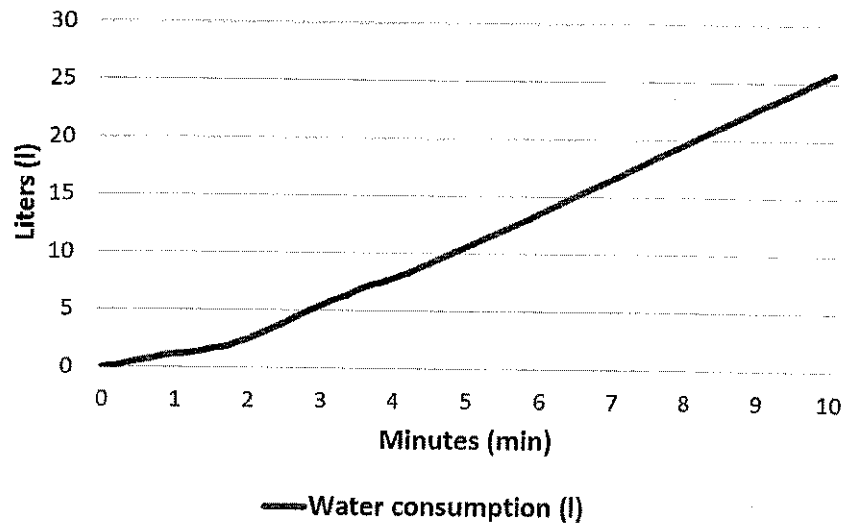
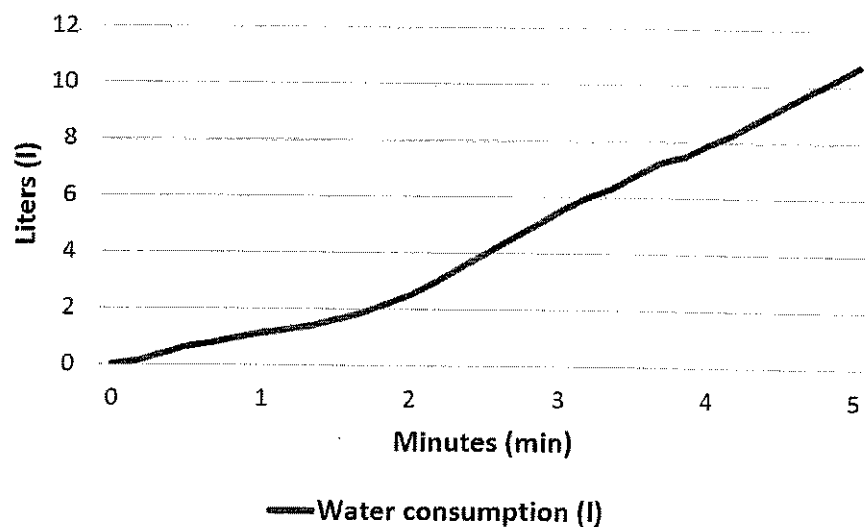


Imagen 86. Pruebas de medición de consumo de agua con prototipo.

Se realizaron 2 muestreos; el primero consistió en tomar una ducha promedio de 10 minutos (ver gráfica 1) y el segundo consistió en tomar una ducha eficiente de 5 minutos (promedio sugerido por la OMS) (ver gráfica 2), con esto se logró verificar la cantidad de agua que se consume en el tiempo indicado en cada muestra en una ducha diaria.



Gráfica 1. Consumo de agua tomando una ducha de 10 minutos



Gráfica 2. Consumo de agua tomando una ducha de 5 minutos

Tendríamos un ahorro del 50% en el uso del agua con sólo disminuir el tiempo que tomamos en darnos una ducha, información que nos proporcionaría el medidor y que el usuario podría consultar todos los días. Esto también nos muestra que mientras más tiempo usemos agua, más litros serán utilizados sin importar si los sistemas son ahorradores. El usuario confirmó que 5 minutos es tiempo suficiente para ducharse.

## Anexo 2: Artículo



Mis Visitados

Primeros pasos

Acceso cuentas de Google

Bienvenido a Facebook

Dropbox

Software de Mind Map

Inicio

Pinterest

Elemento Binario - La...

Centro de Contacto y...

ScalixWeb

Google Académica

https://www.jerek.com/abstract/status/1581

Buscar



## UPLOAD FULL PAPER Green Urbanism - 2nd edition - The Periphery as a Catalyst for Energy and Sustainability

### Abstract Accepted

It is the time now to upload your paper for revision. We will review your paper and make sure it meets with our requirements before sending it to the scientific committee for revision. You will be able to check the revision status of your paper by going to My Account > Manage My Abstracts, then to choose the paper you want to check from the list.

Please enter a descriptive title for your paper and upload your paper file.

### Instructions:

\* Please upload your paper using provided writing template.

Fields with ( \* ) is required.

Topic:

9. Energy-efficiency in the Built Environment

Paper Title: \*

Development of an open-source water consumption meter for housing.

Please upload your paper file: (Allowed Extensions: DOC AND DOCX, Max Size: 50 MB)

Choose File

Remove

jerek\_abstract.docx

☒ Please Confirm that you Read Instructions.

Upload Paper

1. Abstract

Upload your abstract for revision.

2. Status

Check your abstract revision status.

3. Paper

Upload your paper for revision.

4. Revision

Check your paper revision status.

5. Result

Paper revision result.

Payment

Download Writing Template

Chat Online

**Advances in Science, Technology & Innovation**  
IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development



Antonella Falzetti . Luciano De Bonis . Lucia Nucci . Fabio Naselli  
Ferdinando Trapani . Mourad S. Amer . Nabil Khélifi *Editors*

# Green Urbanism

Proceedings of Green Urbanism (GU) 2<sup>ND</sup> Edition,  
Rome, Italy 2018

Volume 1

Part II



Advances in Science, Technology & Innovation  
IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development

Antonella Falzetti · Luciano De Bonis · Lucia Nucci · Fabio Naselli  
Ferdinando Trapani · Mourad S. Amer · Nabil Khélifi *Editors*

## Green Urbanism

Proceedings of Green Urbanism (GU), Rome, Italy 2018

Volume 1

The second version of the Green Urbanism Conference discusses the importance of green urbanism and sustainable development. This conference will be aimed to provide solutions towards zero waste cities. It will be an attempt to create a more sustainable place, using fewer resources. By putting together the term "green" and the study of "urbanism" and despite its promise of a sustainable, energy-efficient and developed world, we are still faced with deep challenges.

Cities must become the most environmentally-friendly model for inhabiting our earth. It is more important than ever to re-conceptualize existing cities and their systems of infrastructure, to become compact, mixed-use and polycentric cities. Therefore, green urbanism combines the work of engineers, urban planners, economists, transport planners, architects. Hoping for improving the relationship between humans and their environment by focusing on the city.

IEREK organizes this conference to deal with cross-cut issues in architecture and urban design and addresses the question of the ways we can best and cohesively integrate all the aspects of energy systems, transportation systems, waste and water management and passive and active strategies into contemporary urban design and improved environmental performance of our cities.

The significance of this conference lies in the pressing need for the integration of sustainability principles in the urban design process of cities and the general need for sustainable development. It will be of particular relevance to the rapid urban growth of developing cities.

Earth Sciences

ISBN 978-3-319-70547-7



Springer.com



2<sup>nd</sup> Green Urbanism (GU)  
05-07 Dec. 2018, Rome, Italy  
[www.ierak.com](http://www.ierak.com)



## Editors

**Prof. Antonella Falzetti** Associate professor  
of Architecture Design  
Department of Civil, Computer Engineering  
University of Tor Vergata, Rome, Italy

**Fabio Naselli**,  
Lecturer of Urban Planning and Design  
Department of Architecture  
EPOKA University, Tirana, Albania

**Prof. Luciano DE BONIS**  
Associate Professor of Urban and Regional  
Planning  
Department of Biosciences and Territory  
University of Molise, Campobasso, Italy

**Prof. Ferdinando Trapani**  
Associate Professor Urban Planning  
Department of Architecture -Polytechnic  
School University of Palermo, Palermo, Italy

**Prof. Lucia Nucci**  
Associate Professor of Urban and Regional  
Planning  
Department of Architecture

**Nabil Khélifi**,  
Springer Nature  
Heidelberg, Baden-Wurttemberg, Germany

Advances in Science, Technology , Innovation

IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development

ISBN 978-3-319-70547-7

ISBN 978-3-319-70548-4 (E-book)

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-70548-4> Library of Congress Control Number: 2017958022

© Springer International Publishing AG 2018

This work is subject of copyright. All rights are reserved by Publisher, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction of micro-films or in any other physical way, and transmission or information storage and retrieval, electronic adaptation, computer software, or by similar or dissimilar methodology now known or hereafter developed. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. In this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free of general use.

The publisher, the authors and the editors are safe to assume that the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication. Neither the publisher nor the authors or the editors give a warranty, express or implied, with respect to the material contained herein or for any errors or emissions that may have been made. The publisher remains neutral with record to jurisdiction claims in published maps and institutional affiliations.

Printed on acid-free paper.

This Springer imprint is published by Springer Nature

The registered company is Springer International Publishing AG

The registered company address is Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland

**Green Urbanism – 2<sup>nd</sup> Edition: "The Periphery as a Catalyst for Energy and Skills" Committee of Reviewers:**

|                                         |                                                                                                                                                                                     |                       |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Professor Alessandro Barracco</b>    | <i>Assistant Professor at SUPINFO International University and Research Fellow at Kore University of Enna</i>                                                                       | <b>Italy</b>          |
| <b>Professor Alessandro Di Graziano</b> | <i>Associated professor of "Road, Railways and Airport" at the Department of Civil and Architectural Engineering (DICAR) of University of Catania</i>                               | <b>Italy</b>          |
| <b>Professor Arif Kamal</b>             | <i>Associate Professor Architecture Section Aligarh Muslim University</i>                                                                                                           | <b>India</b>          |
| <b>Professor Branka Dimitrijevic</b>    | <i>Professor of Architecture, Director of Knowledge Exchange, Special Projects and Operations Research, Impact Coordinator Department of Architecture University of Strathclyde</i> | <b>United Kingdom</b> |
| <b>Professor Cristina Piselli</b>       | <i>Building Engineer, CIRIAP - Interuniversity Research Centre, Department of Engineering, University of Perugia, Italy</i>                                                         | <b>Italy</b>          |
| <b>Professor Denia Kolokotsa</b>        | <i>Assistant Professor Department of the Environmental Engineering Technical University of Crete</i>                                                                                | <b>Greece</b>         |
| <b>Professor Dimelli Despoina</b>       | <i>Assistant professor at TUC</i>                                                                                                                                                   | <b>Greece</b>         |
| <b>Professor Eric J. Strauss</b>        | <i>Professor of Urban and Regional Planning, School of Planning, Design, and Construction, Michigan State University, East Lansing, Michigan (U.S.A.)</i>                           | <b>U.S.A</b>          |
| <b>Professor Giuseppe Di Benedetto</b>  | <i>Associate Professor of Architectural and Urban section (ICAR 14), Department of Architecture of the University of Palermo</i>                                                    | <b>Italy</b>          |
| <b>Professor Hoshlar Nooraddin</b>      | <i>Assistant Professor at the School of Architecture and Interior Design, Canadian University of Dubai</i>                                                                          | <b>Norway</b>         |
| <b>Professor Luca Barbarossa</b>        | <i>Assistant Researcher City and Regional Planning, Department of Architecture University of Catania</i>                                                                            | <b>Italy</b>          |
| <b>Professor Mohamed Ibrahim</b>        | <i>Head of Center for Planning and Architectural Studies,</i>                                                                                                                       | <b>Egypt</b>          |
| <b>Professor Samer Al-Ratrout</b>       | <i>Assistant Professor of Architecture, Faculty of Architecture and Design, Al Zaytoonah University</i>                                                                             | <b>Jordan</b>         |
| <b>Professor Usama A. Nassar</b>        | <i>Associate Professor in the Faculty of Engineering at Suez Canal University</i>                                                                                                   | <b>Egypt</b>          |

# Contents

## Part I Natural Resources and Waste Management at The Neighborhood Scale

|   |                                                                                                                                                  |    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | The study on the pedestrian block: Urban design effects on humans' thermal comfort in hot-summer and warm-winter region of southern China.....   | 3  |
|   | .....XUAN MA & Hiroatsu Fukuda & Mengying Wang                                                                                                   |    |
| 2 | Approach towards Localization of public spaces development in Muscat: A step towards sustainable urban reform within existing neighborhoods..... | 9  |
|   | .....Rowa Elzain & Rumana Al Othmani                                                                                                             |    |
| 3 | Empirical Study of Human Body Voltage Behavior in Contact with Conductive Floorings in Residential Buildings.....                                | 20 |
|   | .....ARJUN VASATKAR & A.G.Kharat                                                                                                                 |    |
| 4 | Zero (Food) Waste in Buildings: A Decentralized Approach to Organics Recovery in the City .....                                                  | 25 |
|   | ..... YuNong Khew & Chi-Lik Ken LEE                                                                                                              |    |
| 5 | Cultural urban branding as an approach toward sustainability Case study of Al-Madinah, KSA.....                                                  | 30 |
|   | ..... Reeman Mohammed Rehan & Mohammed Refaat M. Abdelaal , Ghina Maher Hakim, Rouba Mayyas Gamal, Ghadah Mohammed Baraat                        |    |
| 6 | "Oasis" Cities : A Reference To The Development Of Sustainable Saharian Cities .....                                                             | 31 |
|   | .....Hadj Mohamed Naima, Benziada Radia , Zatir Sara, Benkhedda Fatima                                                                           |    |

## Part II Energy Efficiency and Passive Design in Buildings

|    |                                                                                                                     |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7  | Selecting Ventilation Fan Capacity for University Classroom Based on Empirical Data.....                            | 49 |
|    | ..... Wannawit Taemthong                                                                                            |    |
| 8  | Research on Green Building Design by Digital Technology.....                                                        | 56 |
|    | ..... Ieng yi & Hiroatsu Fukuda                                                                                     |    |
| 9  | Development Prospects and Technical Points of Wood-based Prefabricated Building.....                                | 62 |
|    | ..... WANG LU                                                                                                       |    |
| 10 | Do we practice what we preach? - Energy education vs. energy behavior in Indian higher educational institutes ..... | 67 |
|    | ..... Sutapa Das                                                                                                    |    |
| 11 | Development of an open-source water consumption meter for housing .....                                             | 72 |
|    | .....Miguel Arzate & Gerardo Arzate & Javier Aguirre                                                                |    |
| 12 | Design of a system generating electricity by means of a solar heater for a house.....                               | 81 |
|    | ..... Aguirre Contreras Javier & Aguirre Muñoz Javier & Arzate Perez Miguel                                         |    |
| 13 | Load shifting assessment of residential heat pump system in Japan .....                                             | 93 |
|    | .....XUEYUAN ZHAO & Weijun Gao & Yanxue Li & Yoshiaki Ushifusab                                                     |    |

|    |                                                                                    |             |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 14 | lessons learnt form the first Pssivhaus building in Qatar .....                    | May Khalfan | 99  |
| 15 | Biomimicry, In Search Of Adapted Urban Forms .....                                 |             | 110 |
|    | ..... Souheila El Bar & Noureddine Zemmouri & Najet Aroua                          |             |     |
| 16 | Typology and Solar Gain Analysis: Vernacular Courtyard Houses of Tabriz, Iran..... |             | 116 |
|    | ..... Maryam Khatibi                                                               |             |     |
| 17 | Architectural Passive Design: Optimal Shading for Southern Windows in Amman.....   |             | 132 |
|    | ..... Ayoub Abu Dayyeh, Heba Nazer                                                 |             |     |
| 18 | Evaluating Heat Island Effect at University Campus with Reference to LEED v4 ..... |             | 138 |
|    | ..... Aishimaa A. Farag & Rahma M. Doheim & Samaa Badawi                           |             |     |

## Introduction

---

The second version of the Green Urbanism Conference discusses the importance of green urbanism and sustainable development. This conference will be aimed to provide solutions towards zero waste cities. It will be an attempt to create a more sustainable place, using fewer resources. By putting together, the term "green" and the study of "urbanism" and despite its promise of a sustainable, energy-efficient and developed world, we are still faced with deep challenges.

Cities must become the most environmentally-friendly model for inhabiting our earth. It is more important than ever to re-conceptualize existing cities and their systems of infrastructure, to become compact, mixed-use and polycentric cities. Therefore, green urbanism combines the work of engineers, urban planners, economists, transport planners, architects. Hoping for improving the relationship between humans and their environment by focusing on the city.

IEREK organizes this conference to deal with cross-cut issues in architecture and urban design and addresses the question of the ways we can best and cohesively integrate all the aspects of energy systems, transportation systems, waste and water management and passive and active strategies into contemporary urban design and improved environmental performance of our cities.

The significance of this conference lies in the pressing need for the integration of sustainability principles in the urban design process of cities and the general need for sustainable development. It will be of particular relevance to the rapid urban growth of developing cities. The conference also provides a context for a general debate about the regeneration of the periphery, peri-urban fringes (and city center) as a catalyst for energy and skills and discusses how green urbanism is affected by the paradigms of ecology.

# Development of an Open-Source Water Consumption Meter for Housing

Miguel Arzate,<sup>1</sup> Gerardo Arzate<sup>1</sup>, Javier Aguirre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of the Environment, Division of Art and Science for Design, Metropolitan Autonomous University, Mexico City, Mexico, mape@correo.azc.uam.mx*

## Keywords

*Meter; water; housing; town planning; design; efficiency; sustainability.*

## Abstract

This article reports on the project "Design and development of water and gas P.L. measurement devices in the housing: an approach to sustainable consumption in Mexico", prepared at the Metropolitan Autonomous University in the Department of the Environment, whose objective was to develop a device to measure water consumption in the housing, which allows users to know their spending and can make decisions in favor of efficiency through the reduction of water use in household activities. The meter is made up of open source, programmable or reconfigurable software, which receives the signal from a water flow sensor and a casing designed to contain the hardware and facilitate the user's installation. Both the hardware and the casing can be purchased, downloaded, manufactured and assembled at home (Do It Yourself). As specific results were obtained: hardware programming and housing design and as a final result: the assembly of the functional prototype with which measurements of water consumption were made in a housing in Mexico. With this work we conclude that through the development of new accessible and common measurement technologies for the users of a house, it will be possible to promote efficiency in the use of natural resources in cities, increasing availability and promoting a more sustainable urban development.

## 1. Conceptual framework

The water fundamentally sustains the environment, society and the economy. Ecosystems such as wetlands, rivers, aquifers and lakes are indispensable for life on the planet and essential to directly guarantee a set of benefits and services such as drinking water, water for food and industry, habitats for aquatic life and natural solutions that purify water, mitigate floods and overcome periods of drought, so they are essential for sustainable development, peace and security, and human well-being (PNUMA, 2017). According to the World Health Organization (WHO) in 2017, there are 2100 million people in the world who lack access to drinking water services and 4500 million people who lack safe sanitation services. Recall that 70% of the planet's surface is covered by water, but only 1% is consumable (OMS, 2018).

In Mexico, according to estimates of the National Population Council (CONAPO by its acronym in Spanish), between 2012 and 2030 the population of the country will increase by 20.4 million people. In addition, by 2030 approximately 75% of the population will be in urban locations (Agua.org.mx, 2018). The increase in population will cause the decrease of renewable water per capita nationwide so it will be important to reduce demand by increasing the efficiency of water distribution systems in cities and consumption in homes, as it poses the National Water Plan (NWP) "...operate and manage our national waters in a sustained, sustainable and responsible way, considering climate change, population growth and the needs of industry, the countryside and urban public supply." (Gobierno de la Republica, 2018, pág. 11), as well as the Sustainable Development Goals (SDG) in goal 6.4: significantly increase the efficient use of water resources in all sectors (ONU, 2018) and 11.b: increase the number of cities that adopt plans to promote the efficient use of resources (ONU, 2018).

According to data from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI by its acronym in Spanish), in Mexico, 95% of households with potable water availability were counted in 2015<sup>1</sup>, what represents that about 30 million homes or 111 million people who have this public service (INEGI, 2018). However, although this number is favorable to the development indexes of the country, we must monitor and preserve this resource, since its

<sup>1</sup> In Mexico, water uses have been classified into two main groups: consumptive use (the main ones: agriculture, urban public, industry, aquaculture and domestic), which in simple terms refers to the consumption of water by different sectors, and non-consumptive use, which involves the use of the motor energy of water to produce electricity (hydroelectric).

availability over the last hundred years has been significantly reduced from 31,000 m<sup>3</sup> to only 4230 m<sup>3</sup> for every Mexican (CONUEE, 2018). Another significant aspect is the increase in water consumption *per capita*: in 1955, each Mexican consumed about 40 liters a day; it is estimated that in 2012 consumption increased to 280 liters by person per day (Agua.org.mx, 2018).

The use of water in the domestic sector can be classified as: hydration: water that people ingest to satisfy human biological needs; food repair: water used to wash, prepare and cook food; Personal hygiene: includes shower, washing face, teeth and hands; washing kitchen utensils used in the preparation of food; washing machine clothes; Water Closet (WC): the water used in each WC and other discharge, such as irrigation, washing, recreation (Castillo Ávalos & Rovira Pinto, 2013).

In Mexico there is a large number of homes that do not have drinking water measuring equipment, a fixed quota is applied to them, which causes a great disparity between the water consumed and the water that is paid; therefore if the user does not have information that indicates his daily expenditure generates disinterest in being more efficient in saving the vital liquid (SACMEX, 2018). "The measurement of household water consumption may be desirable for reasons of equity and to allow volumetric charges that better reflect the costs of the water consumed by each family". (Solís, M., 2005)

The growing increase in the demand for water resources increasingly requested for a greater number of uses makes it limited and highlights the fact that more efficient ways must be found to take advantage of it and take measures that allow using less water in any process or activity, for the conservation and improvement of water resources (Castillo Ávalos & Rovira Pinto, 2013), for these reasons and taking into account some NWP strategies such as improving measurement systems in urban and industrial public uses as well as promoting scientific research and technological development (Gobierno de la Republica, 2018, págs. 70,72) the design and development of a water consumption meter for housing in Mexico is proposed, which will allow users to know their water expenditure and can make decisions that promote efficiency through the reduction of the use of water resources in their domestic activities.

#### Nomenclature

$f$ = flow (liters per second)

$F$ = Frequency (number of pulses)

$CF$ = Conversion Factor (7.5)

$V$ = Volume (liters)

$T$ = Time (seconds)

$IWS$ = Inhabitants with water service (people)

$DCSI$ = Daily consumption in the shower per inhabitant (liters)

$Y$ = 365 days of consumption (year)

## 2. Investigation methodology

In order to fulfill the main objective of the project to solve the design and development of a water consumption meter for housing in Mexico, the analytical and experimental method was used, performing an applied research where knowledge was sought to integrate technologies and improve the quality of life of people. The methodology is described below:

### 2.1. Get the set of elements that make up a system (hardware)

#### 2.1.1. Select the elements of a water consumption meter for a housing

The Arduino Yun card (see figure 1) was selected, consisting of a microcontroller based on the Amdel Atmega 32u4 and the Atheros AR0331. Linux support based on OpenWRT, Ethernet and WIFI communication, USB-A port, micro SD memory slot, 20 digital pins configurable as inputs and outputs and 16MHZ clock.

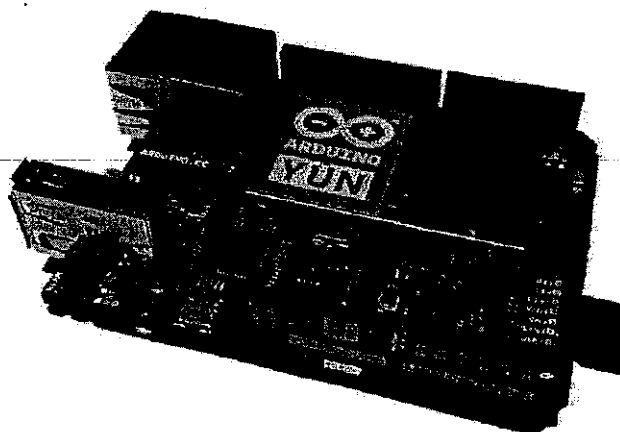


Figure 1. Arduino Yun card

The ½ "water flow sensor model YF-S201 was selected, it consists of a valve with a plastic body, a water rotor, and a Hall effect sensor. The sensor internally has a rotor whose vanes have a magnet, the chamber where the rotor is completely isolated avoiding water leakage, externally to the chamber has a hall effect sensor that detects the magnetic field of the magnet of the vanes and with this the movement of the rotor, the hall effect sensor sends the pulses through one of the sensor cables where they are converted into flow through the Arduino Yun card.

#### 2.1.2. Program software

A code was programmed in Wiring, based on the Processing platform with C/C++ language to read water consumption in the home, where the basic syntax was used, as well as operators of control structures, variables, constants, types of data, conversions and analog functions through an Integrated Development Environment (IDE) offered by Arduino.

#### 2.1.3. Download software

With the IDE, we download the code to the Arduino Yun card, execute and purify it until all the operations that will make the selected water intake, the water sensor and the Arduino Yun card function properly.

To obtain the flow rate, the following equation was used:

$$f = F/CF \quad (1)$$

To obtain the volume, the following equation was used:

$$V = f \times T \quad (2)$$

#### 2.1.4. Connect elements that make up the system (hardware)

The necessary physical connections between the water sensor and the Arduino Yun card were made for the correct functioning of the parts.

### 2.2. Get the design of the hardware casing (see figure 2(b))

#### 2.2.1. Design shape, function, ergonomics and usability of the casing in which the hardware will be housed

A design methodology was used that includes six stages: plating the concept, analyzing form, analyzing function, analyzing ergonomics, analyzing materials and developing final volumetry (digital file in .stl format).

#### 2.2.2. Build the casing designed by means of three-dimensional printing

For the manufacture of the casing, the robo3D plastic injection printer (see figure 2 (b)) was used, which has a printing surface of: 25.4 cm long x 2.86 cm wide x 20.32 cm high, the thermoplastic acrylonitrile butadiene styrene (ABS) although the printer can adapt to various materials as it reaches a melting temperature higher than 290°C.

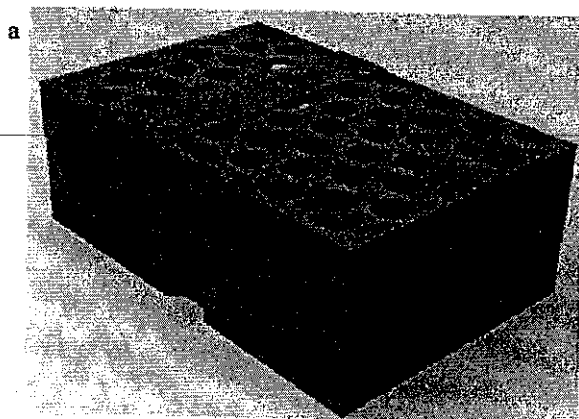


Figure 2 (a). Final volumetry of the 3D casing



Figure 2 (b). Plastic printer

### 2.3. Obtain final product: water consumption measurer

#### 2.3.1. Couple casing/hardware

The final product was a water consumption meter made up of the Arduino Yun card (in which the developed code was downloaded), the water sensor (YF-S201) and the casing which was designed to integrate with the hardware.

#### 2.3.2. Connect water meter

- Connect the water sensor cables to the Arduino Yun card.
- Connect the water sensor to the source of origin.
- Connect the Arduino card to the electric current.
- Identify and connect the wireless network to a computer the Access Point of Arduino Yun.
- Open a browser and access the Arduino Yun configuration with the address: Arduino.local/
- Become a client of a gateway that has an external and wireless network.
- Search in the gateway in your Local Area Network the IP assigned to the Arduino Yun.
- Write in a browser the assigned IP more:/arduino/start/1 to start the measurement.
- To consult the data obtained write the assigned IP more:/arduino/consecutive/1 or consult the MicroSD in the file "datalog.txt"

#### 2.3.3. Take measurements of water consumption

Many tests were made to verify the correct functioning of the meter: energize the system, verify the communication between water sensor and Arduino card, verify communication between Arduino card and gateway, check resistance quality and casing assembly, check connections of each one of the components, check that the flow of water flowed correctly and various measurements for the final calibration.

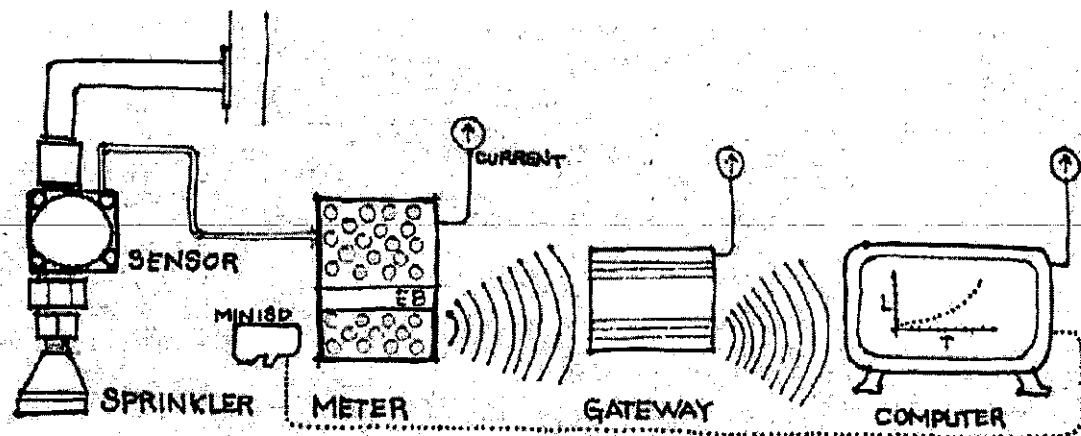


Figure 3. Diagram of connection and sending of meter data

Then an experiment (see figure 4), which is described below was performed: to demonstrate the information provided by the meter water consumption in housing presenting spending data from a thrifty shower in the toilet of a person in one day. General characteristics of the home: located in Mexico City, multi-family, apartment on the third floor, water supply to basic services per elevated tank with a capacity of 5 thousand liters, has two full bathrooms, step heater, money-saving showers Brand: Dica, model: 4502DP. The variables considered are the time a person takes to bathe and the liters consumed in this interval. The variables that could modify the measurement are the working pressure, the flow rate and the temperature.

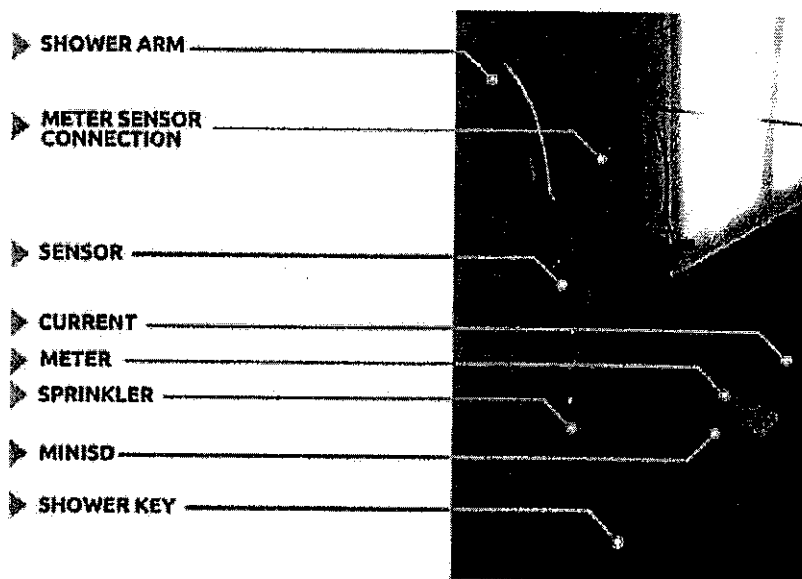


Figure 4. Measurement of water consumption

### 3. Analysis of results:

With an IDE supported by Arduino (version 1.8.2), a digital file with the extension ".ino" was obtained, which contains the programmed code and all the parameters to measure and deliver water consumption data in a certain time, this file is free to use and can be downloaded in any digital medium with internet access.

Using computer assisted drawing software, a digital file with the extension ".sldprt" containing the three-dimensional model of the housing that was integrated into the aforementioned hardware, was later exported to the ".stl" extension, which defines geometries. of 3D objects to be manufactured in a plastic injection printer, this file is free to use and can be downloaded in any digital medium with internet access.

With the development of the code and the design of the housing the objective of this project was obtained: a water consumption meter for the home ready to be used, which we verified with the proposed experiment, inviting the person who lives in the apartment to participate through 2 samplings; the first consisted of taking an average

shower of 10 minutes (see figure 5) and the second consisted of taking an effective shower of 5 minutes (average suggested by the WHO) (see figure 6), with this it was possible to verify the amount of water which is consumed in the time indicated in each sample in a daily shower.

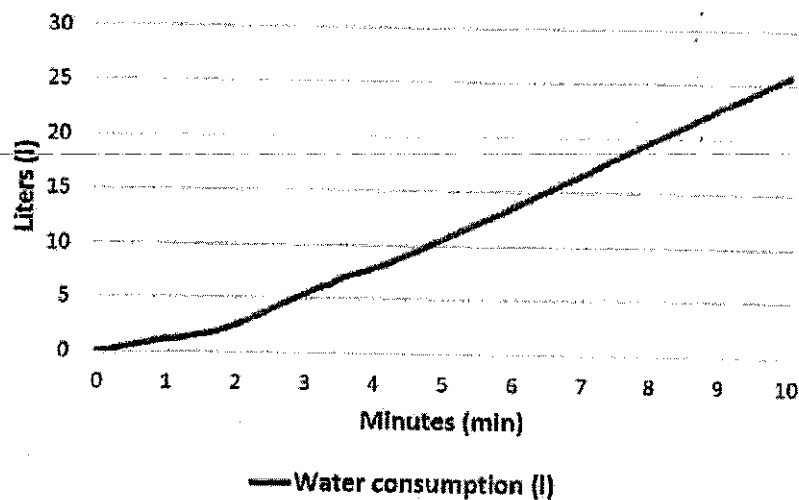


Figure 5. Water consumption taking a 10 minute shower

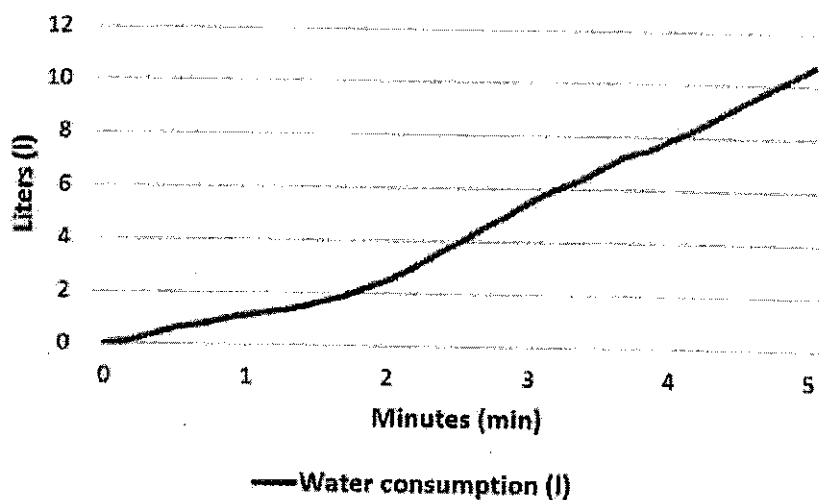


Figure 6. Water consumption taking a 5 minute shower

With the obtained results we can propose two scenarios with the equation described below:

$$\frac{IWS \times DCS \times Y}{1000} = m^3/Y \quad (3)$$

- Average scenario according to the WHO in Mexico: take a shower in 10 minutes.  

$$\frac{111 \text{ million inhabitants} \times 25 \text{ liters} \times 365 \text{ days}}{1000} = 434 \text{ million } m^3$$
- Efficiency scenario according to WHO in Mexico: take a shower in 5 minutes.  

$$\frac{111 \text{ million inhabitants} \times 10 \text{ liters} \times 365 \text{ days}}{1000} = 217 \text{ million } m^3$$

Total water that can be saved per year in Mexico if we take into account the second scenario: 217 million  $m^3$ . I would have a 50% saving in the use of water with only the time it took to take a shower, information that the meter gave us and that the user could consult every day. This also shows us that the longer we use water, the more data servers it does not matter if the systems are savers. The user confirmed that 5 minutes is enough time to shower.

#### 4. Discussion and reflections:

In Mexico, there are current problems in water management such as a low revenue collection, illegality and irregularities in the water and sanitation system, informal potable water vendors, high costs for operation and maintenance, and unjustified tariffs and poorly applied subsidies. By this, in the country there are people who receive the water at no cost, others pay for it with subsidies, and even, there are people who pay exorbitant prices.

In Mexico City, the local government values the water for the housing sector considering the following factors:

1. The classification of the property (popular, low, medium, high),
2. the type of water intake,
3. the type of meter (which is not installed in all the houses and only can be read by the government),
4. the measure of the general consumption,
5. and a high percentage of the subsidy that is provided by the government.

This methodology makes the final price very variable, difficult to calculate and unrealistic (since important environmental and economic aspects are not taken into account), causing confusion and disinterest in people about the use of water in their daily activities.

The proposed meter (with an approximate cost of US\$100) is a necessary tool for the housing sector in Mexico since it enables people to take a clear measurement of their water consumption helping to improve the current regulation and to strengthen social participation which is important to achieve equity in water distribution, to guarantee its availability and quality, and to educate people about the importance of caring and respecting this vital source of life. The meter will also help people to save some money since it allows them to make decisions for reducing their water consumption.

We can say that an action to reduce the expense of the water resource is to provide the user of a home with the immediate information of daily water consumption provided by devices (meters) that are installed in the home in an easy and simple way so that people they can carry out an adequate management obtaining as a result, a much more efficient consumption avoiding waste and excessive use of water.

The search for new technologies in developing countries that are accessible in cost, manufacturing and simple installation can be found in Arduino, since it is a microcontroller widely used by areas related to electronics and robotics, but currently other professions are beginning to use it to solve important needs of society, in this case, has been used by the architecture to obtain a product that helps users of a home to know their water consumption can make savings decisions and efficiency in the daily use of this vital liquid.

This project has fostered multidiscipline with the participation of architecture, urbanism, industrial design and electronic engineering, this must be considered in an important way in the design and development of new products that are more friendly to the environment. The architecture contributes the proposal of the project, the urban planning and growth of the place, the industrial design brings the creativity and technique of devising useful and aesthetic objects that a society may require to satisfy its needs; one of the most important tools that currently has this profession are 3D printers, as they are technologies that have transformed the way of producing all kinds of objects and electronic engineering that controls industrial processes through microprocessors; one of the most used tools in this profession is the Arduino since it has an integrated circuit through which instructions can be written using a programming language that allows establishing programs that interact with electronic circuits.

Through the proposal of the development and design of a water consumption meter in which an open source platform has been selected and a housing has been designed to be coupled in the hardware, it will allow users to share, use, and even freely build the meter in your home. In addition, this project promotes access to new technologies to be used in housing in favor of efficiency and saving of natural resources.

#### 5. Conclusions:

The water is fundamental for the survival of the human population and for the ecosystems that make up the Earth, most of the water used by anthropogenic activities is in the activities of agriculture, in the transformation of energy, in the elaboration or transformation of consumer products and in the distribution and supply for cities with the infrastructure that requires it. The constant growth of the human population has generated greater pressure on the water resources resulting in little availability of the resource, which in many cases has brought impacts on public health in many towns or cities. In addition, we can include the current problems of climate change that have altered

the rainfall patterns and poles with the melting of the main glaciers where fresh water is distributed, complicating even more, the management and distribution and obtaining of the liquid.

To plan measures to conserve water resources, work should be done to develop and implement adequate technology related to the supply and consumption of water; with systems of recovery and reuse of water, with the infrastructure that allows us to infiltrate and replenish aquifers and retention to capture rainwater and reuse it and with a systematized management where consumption can be controlled, leaks can be detected and educate people efficient use to meet their basic needs.

Because Mexico faces a problem of water loss per inhabitant in the last 100 years, it must take efficiency measures in each of its existing cities since it is projected that in 2030 75% of the population will be in urban areas. The water conservation in cities should be sought through education through programs that promote the saving of this liquid, an action that would bring great benefits would be the installation of meters in each of the homes since there is currently a large number of homes does not have such measurement equipment.

This growth should guarantee universal access to adequate, safe and affordable housing, as well as access to green and public spaces, this represents a great opportunity to design and build efficient infrastructures that bring us closer to more sustainable lifestyles. Implementing constructions that generate low impact on the environment, that save resources and energy in the different phases of construction and habitation, arises as a demand of society indispensable in the future growth of cities, where the lifestyle must be sustainable, promoting a behavior change that encourages an efficient consumption of resources.

The main benefits of the implementation of technology to measure the consumption of water in a house and be more efficient in their use are water savings; decrease in CO<sub>2</sub>; the reduction of expenses; the preservation of water resources for future generations, reduction of pressure on the state or municipal water supply network, use of water savings in other important sectors that influence the quality of life of the human being.

#### Acknowledgement

We thank the Metropolitan Autonomous University, Azcapotzalco for supporting this project entitled "Design and development of water and gas P.L. measurement devices in the housing: an approach towards sustainable consumption in Mexico" with the number N-462.

#### References

1. AGUA.org.mx. (2017). *Falta de medidores y fugas alteran el consumo de agua no facturado*. Retrieved on June 15, 2018, of <https://agua.org.mx/falta-medidores-fugas-alteran-consumo-agua-facturado/>
2. Agua.org.mx. (2018). *Visión general del Agua en México*. Retrieved on June 14, 2018, of <https://agua.org.mx/cuanta-agua-tiene-mexico/>
3. Castillo Ávalos, Y., & Rovira Pinto, A. (2013). Eficiencia hídrica en la vivienda. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(4), 159-171. Retrieved on June 15, 2018, of [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222013000400011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000400011&lng=es&tlng=es).
4. CONUEE. (2018). *Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía*. Retrieved on June 14, 2018, of Coverage of drinking water: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/cobertura-de-agua-potable-agua-y-energia-bombeo-de-agua-estados-y-municipios?state=published>
5. Gobierno de la Republica. (26 de Junio de 2018). *Plan Nacional Hídrico*. Retrieved in 2014, of [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PROGRAMA\\_Nacional\\_Hidrico\\_2014\\_2018\\_espa%C3%B1ol.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PROGRAMA_Nacional_Hidrico_2014_2018_espa%C3%B1ol.pdf)
6. INEGI. (2018). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Retrieved on June 12, 2018, of Bank of indicators: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/?t=0120002000000000&ag=00#D0120002000200000#divFV31140050013114005001>
7. OMS. (2018). *Organización Mundial de la Salud*. Retrieved on June 11, 2018, of Press center: <http://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>
8. ONU. (2018). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Retrieved on June 12, 2018, of clean water and sanitation: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

9. ONU. (2018). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Retrieved on June 13, 2018, of Sustainable cities and communities: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
10. PNUMA. (2017). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. (O. m. ambiente, Ed.) Retrieved on June 03, 2018, of Strategy on freshwater 2017-2021: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20479/Freshwater\\_strategy\\_2017-2021\\_SP.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20479/Freshwater_strategy_2017-2021_SP.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
11. SACMEX. (2018). *Sistema de aguas de la Ciudad de México*. Retrieved on June 16, 2018, Service by tandeo: <http://www.sacmex.cdmx.gob.mx/atencion-usuarios/tarifas>
12. Solís, M., L. (2005). La escasez, el costo y el precio del agua en México. *Economía UNAM*, 2(6), 24-42. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-952X2005000300002&lng=es&tling=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2005000300002&lng=es&tling=es).

## Anexo 3: Conferencia IEREK



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PALERMO

SCUOLA  
POLITECNICA



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE,  
AEROSPAZIALE, DEI MATERIALI

To whom it may concern

Dear Sir or Madam,

This is to confirm that **Mr. Miguel Arzate**, passport number: **G 17603373**, has been accepted to attend the International Conference on Green Urbanism (GU) –The 2nd Version that will take place at Roma TRE Università Degli Studi, (ITALY) from the 5th to 7th of December of 2018.

**Mr. Miguel Arzate** will travel to the Conference's Venue with the purpose of presenting his own research. For further inquiries about the event, please contact Professor Ferdinando Trapani using the following contacts:

Mobile Number: +39 09123865433

Email: [ferdinando.trapani@unipa.it](mailto:ferdinando.trapani@unipa.it)

The conference is organized by IEREK, –International Experts for Research Enrichment and Knowledge Exchange, in collaboration with the University of Palermo, Italy and Roma TRE Università Degli Studi, Italy

For more information about the conference, visit the following link:

<https://www.ierek.com/events/green-urbanism-2nd-edition#introduction>

**Mr. Miguel Arzate** be required to travel to attend the conference for the duration of the conference days. We therefore ask whomever it may concern for any support regarding the issuing of the Entry Visa for this scientific event.

Any assistance in this matter would be highly appreciated.

Yours faithfully,

**Ferdinando Trapani** -The conference chairman for the international conference on "Green Urbanism-GU",

---

## Anexo 4: Expo CyAD Investiga

### 2019



N-462

## DISEÑO Y DESARROLLO DE DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE AGUA Y GAS L.P. EN LA VIVIENDA: UNA APROXIMACIÓN HACIA EL CONSUMO SUSTENTABLE EN MÉXICO.

Sustentabilidad, desarrollo, medición.  
Sustainability, development, measurement.

### RESUMEN Y OBJETIVOS EN ESPAÑOL

Este resumen es la primera parte del proyecto N-462 donde desarrollamos un medidor de consumo de agua. (prototipo funcional) con la finalidad de saber el gasto de agua en la vivienda, pudiendo ofrecer una alternativa al usuario de medir y controlar su consumo, tomando decisiones que fomenten el uso eficiente del de este recurso.

Objetivo general del proyecto:  
Resolver el diseño y desarrollo de medidores de consumo de agua y gas L.P. para la vivienda en México.

Objetivo particular:  
Resolver el diseño y desarrollo de un medidor de consumo de agua para la vivienda en México.

### RESUMEN Y OBJETIVOS EN INGLÉS

This summary is the first part of the project N-462 where we develop a water consumption meter. (Functional prototype) in order to know the expenditure of water in homes, being able to offer an alternative to measure and control people household consumption, making decisions that promote the efficient use of this resource.

Overall objective:  
Solve the design and development of water and gas consumption meters L.P. for housing in Mexico.

Particular objective:  
Solve the design and development of a water consumption meter for housing in Mexico.

### APORTACIONES AL CAMPO DEL DISEÑO

#### A un objeto en:

**PRODUCCIÓN**  
El producto debe ser autoportante, para evitar gasto de material en la fabricación de una estructura de sujeción de las piezas.

**FUNCION**  
El producto debe operar con sensores comerciales de bajo precio y precisión media.

**USABILIDAD**  
El modelo virtual debe estar listo para impresión en cualquier equipo.

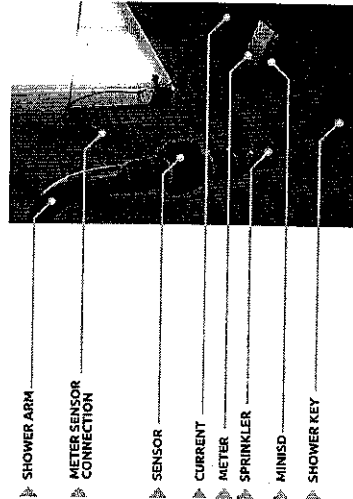
**ESTÉTICA**  
El volumen se construirá con figuras geométricas básicas, que logren llevar el lenguaje visual a un estilo limpio y contemporáneo.



DR. MIGUEL ARZATE PÉREZ  
0000-0003-4070-9885



MDI. GERARDO ARZATE PÉREZ



DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL COMPONENTE. PROTOTIPO FINAL PARA MEDIR EL CONSUMO DE AGUA EN UNA VIVIENDA. (imagen del autor)



Azcapotzalco

### AVANCES DE LA INVESTIGACIÓN EN 2018-2019 Y PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN GENERADOS

#### Avances:

Seleccionar los elementos de un medidor de consumo de agua para una vivienda. (100 % terminado)  
Programar uno de los elementos para realizar la medición de consumo de agua en la vivienda. (100 % terminado)  
Organizar el conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen un sistema (hardware) (100 % terminado)  
Probar el funcionamiento correcto del hardware para realizar mediciones del consumo de agua. (100 % terminado)  
Diseñar forma, función, ergonomía y usabilidad de la carcasa en la que se alojara el hardware. (100 % terminado)  
Construir la carcasa diseñada por medio de impresión tridimensional. (100 % terminado)

Acoplar la carcasa en el hardware obtenido. (100 % terminado)  
Operar el prototipo final y realizar pruebas de medición de consumo de agua. (100 % terminado)

#### Productos:

Desarrollo de prototipos:  
Se desarrolló un medidor de consumo de agua para la vivienda.  
Modalidades de difusión:  
Realizar publicación de un artículo en una revista relacionada con el tema. Se elaboró el artículo titulado: "Development of an open-source water consumption meter for housing."

Realizar una conferencia como discurso académico enunciado en público, cumpliendo con las características del tema investigado: se realizó una conferencia en Italia, Roma.



DR. MIGUEL ARZATE PÉREZ  
0000-0003-4070-9885



MDI. GERARDO ARZATE PÉREZ



IMPRESORA 3D (INYECCIÓN DE PLÁSTICO) (imagen del autor)

### VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD/ O RELACIÓN CON PROBLEMATICAS DE PRIORIDAD NACIONAL

Según estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), entre 2012 y 2030 la población del país se incrementará en 20.4 millones de personas. Además, para 2030 aproximadamente 75 por ciento de la población estará en localidades urbanas. El incremento de la población ocasionará la disminución del agua renovable per cápita a nivel nacional por lo que será importante reducir la demanda mediante el aumento en la eficiencia de los sistemas de distribución de agua en las ciudades y consumo en las viviendas, tal como lo plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la meta 6.4: aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y el 11.b. aumentar el número de ciudades que adopten planes para promover el uso eficiente de los recursos.

En la actualidad la eficiencia debe ser la primera opción para satisfacer la demanda energética y debe estar presente en los planes de desarrollo de la sociedad, podríamos decir de ahora en adelante que este concepto nos puede ayudar a buscar el crecimiento reduciendo el consumo y a resolver el problema del uso excesivo de recursos naturales.



CxAD  
Investiga

XXIV FORO DE INNOVACIÓN Y DISEÑO

El foro de innovación y diseño es un espacio de encuentro para los investigadores y diseñadores de la Universidad de la Ciudad de México, con el fin de compartir experiencias y conocimientos en el campo de la innovación y el diseño. El foro se realizará el día 15 de octubre de 2019, en el Auditorio del Centro de Convenciones de la Universidad de la Ciudad de México, a las 9:00 horas.

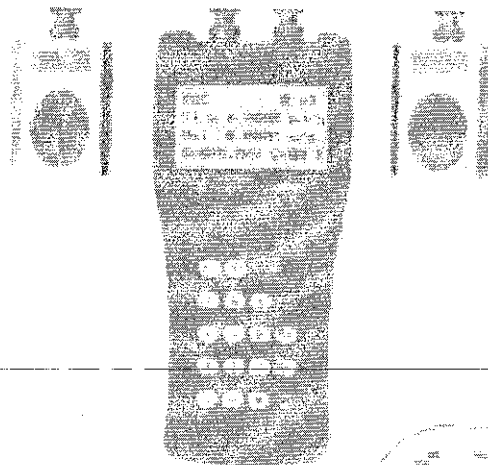
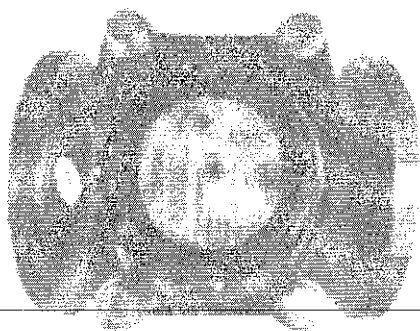
XXIV FORO DE INNOVACIÓN Y DISEÑO

El foro de innovación y diseño es un espacio de encuentro para los investigadores y diseñadores de la Universidad de la Ciudad de México, con el fin de compartir experiencias y conocimientos en el campo de la innovación y el diseño. El foro se realizará el día 15 de octubre de 2019, en el Auditorio del Centro de Convenciones de la Universidad de la Ciudad de México, a las 9:00 horas.

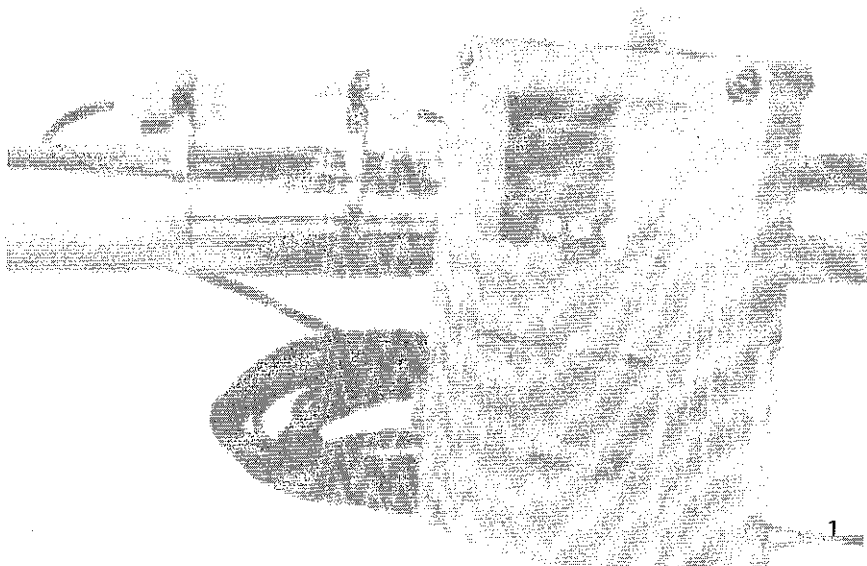
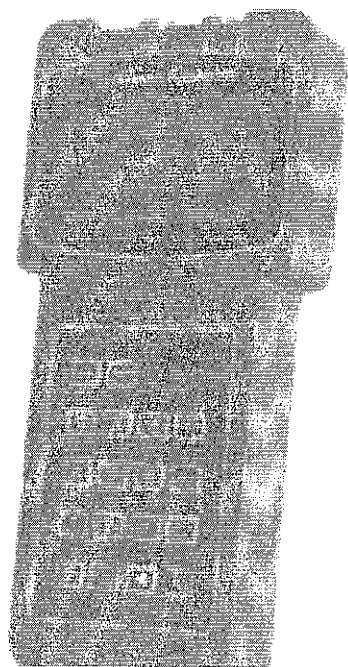


RENDER DEL PROTOTIPO FINAL Y DETALLE DEL HARDWARE PARA EL ARDUINO Y UN INSTALADO EN EL CASO DE PLÁSTICO (imagen del autor)

## Anexo 5: Análogos

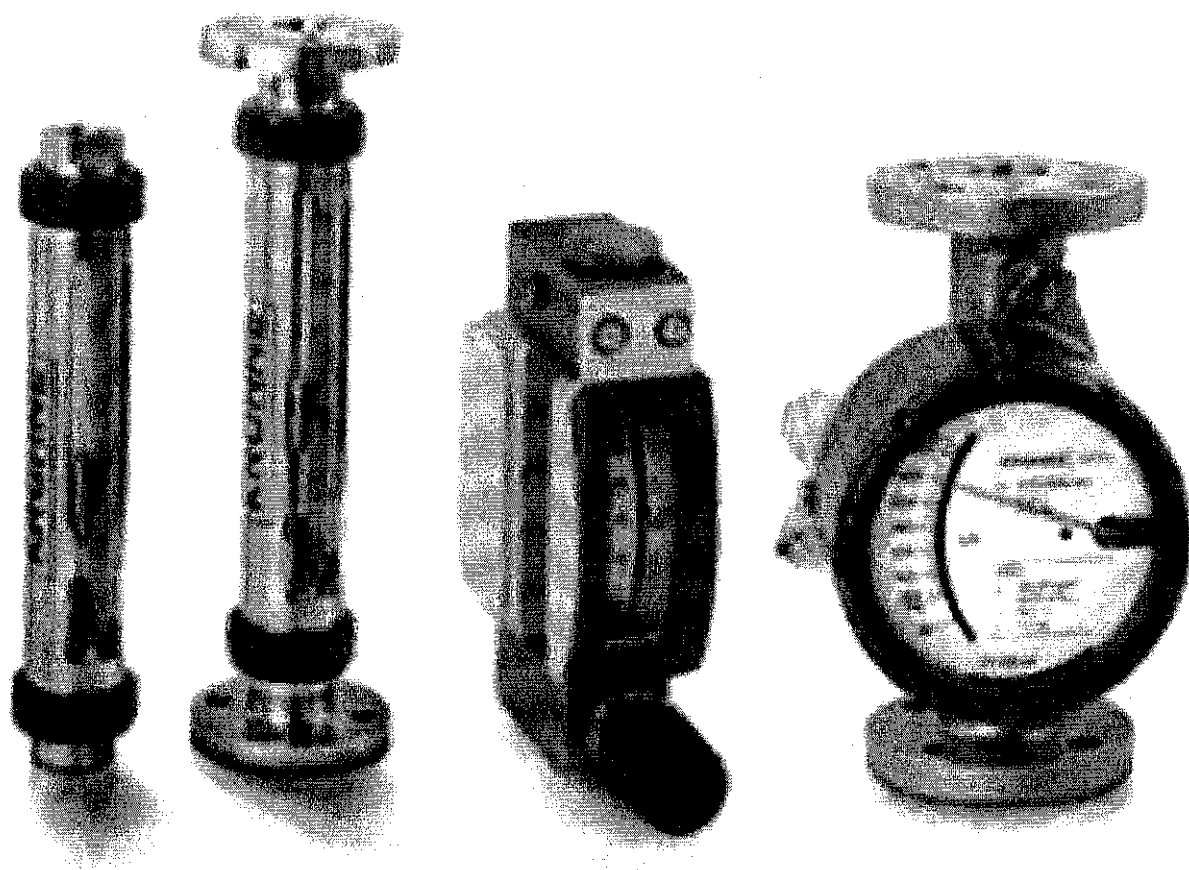


# Medidores de gasto de agua



# Rotámetros V440/H250 RR M40

Marca KROHNE



## Características

- Diseño sencillo y robusto para ambientes industriales
- Indicación de flujo sin alimentación eléctrica
- Indicaciones digitales de flujo instantáneo y totalización
- Salidas analógicas 4-20mA/ HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA, pulsos y alarmas
- Para mediciones de líquido ó gases
- Disponibilidad para aplicaciones sanitarias
- Alta exactitud y confiabilidad para el control de procesos

# Detector de caudal n° 13995

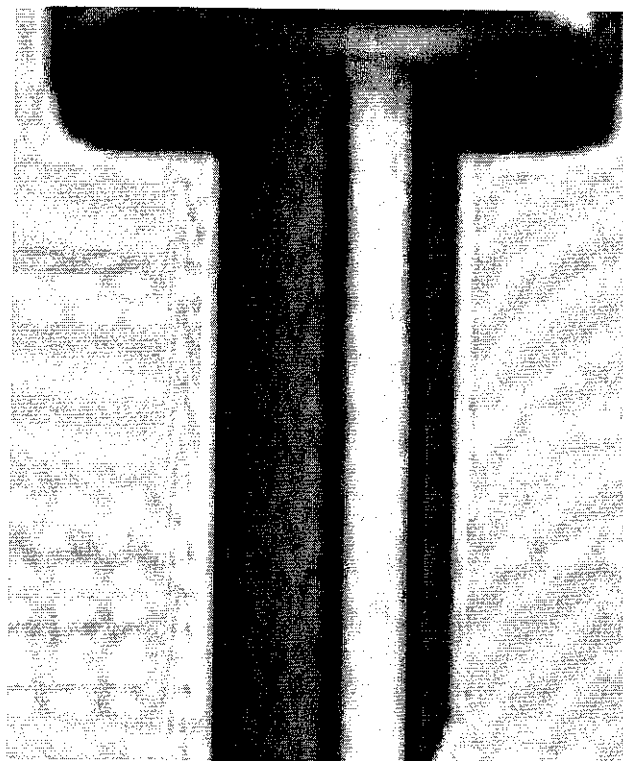
Marca Aguamarket, Chile

El Caudalímetro a Turbina para Líquidos no Viscosos, emite pulsos para medir velocidad de un fluido.

Estos Medidores y sus Indicadores han tenido gran éxito por haber demostrado increíble robustez, duración y exactitud a un costo muy atractivo y, al haberse mantenido su Principio de Inserción (para permitir mantenimiento sin sacar el tubo a tierra). Su remoción para inspección, limpieza y/o reparación es práctica e instantánea. Fabricados con metales durísimos, tales como el Carburo de Tungsteno, y con plásticos de reciente desarrollo, su resistencia a la agresión química y mecánica es considerablemente superior a la de los materiales utilizados hasta ahora. Se usan en Tratamientos de Aguas, Industrias Alimentarias y Químicas, y Dosificaciones de tipo Batch. Hay equipos midiendo agua en Recuperación Secundaria de Petróleo en la Patagonia donde las Turbinas están expuestas a arenas cuarcicas y silíceas en suspensión a presiones de 150 Bar, y donde los Indicadores sufren una intemperie inusualmente inclemente con temperaturas de -20 a +60°C (en el Indicador), con sol, nieve, granizo, y vientos abrasivos de más de 100 kph casi constantes. Es nuestro Caudalímetro de mayor venta para caños de hasta 36" (en mayores diámetros es más costo-efectivo el Tubo Pitot Promediador).

## Especificaciones

- Instalación: cañerías 1/2" a 36".
- Exactitud: 1% del fondo de escala.
- Rango : 0,21 a 14.000 m<sup>3</sup>/h.
- Apto : Intemperie NEMA6.
- Versiones: A (imagen izq.) modelo "METALEX" para altas presiones y Apto Zona Ex; modelo B (imagen der.)- Modelo 515 Apto Zona Ex solo con indicador Analógico.
- Requieren : Indicador de Caudal y Volúmen.

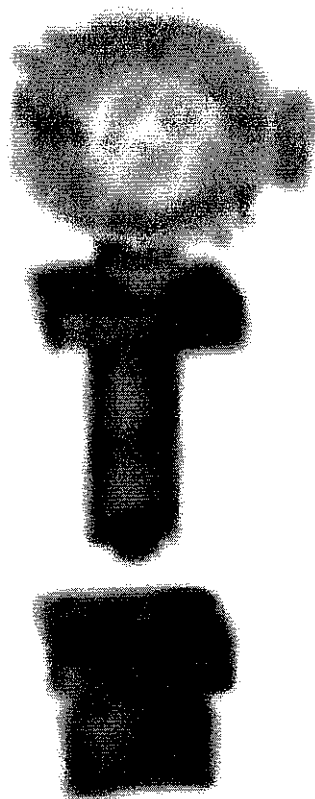


Fuente:

<http://www.aguamarket.com/productos/productos.asp?producto=13995&nombreproducto=caudalimetro+a-turbina>

## **Detector de caudal n° 15243**

**Marca Aguamarket, Chile**



Turbina de inserción tangencial para caño de 63 mm. Cuerpo de acero inoxidable AISI 316, al igual que los internos. Conexión mediante niple o abrazadera (dependerá del modelo a elegir). Rotor de inox. Montaje con ágatas de zafiro. Unidad electrónica con 2 displays LCD con indicación de caudal instantáneo y volumen toalizado. Alimentación autónoma a batería de Litio de 3,6 V (5 años de duración). Gabinete IP 66 de aluminio esmaltado para intemperie. Se puede remotar de solicitarlo.

**Fuente:**

<http://www.aguamarket.com/productos/productos.asp?producto=15243&nombreproducto=caudalimetro+a+turbina+de+insercion>

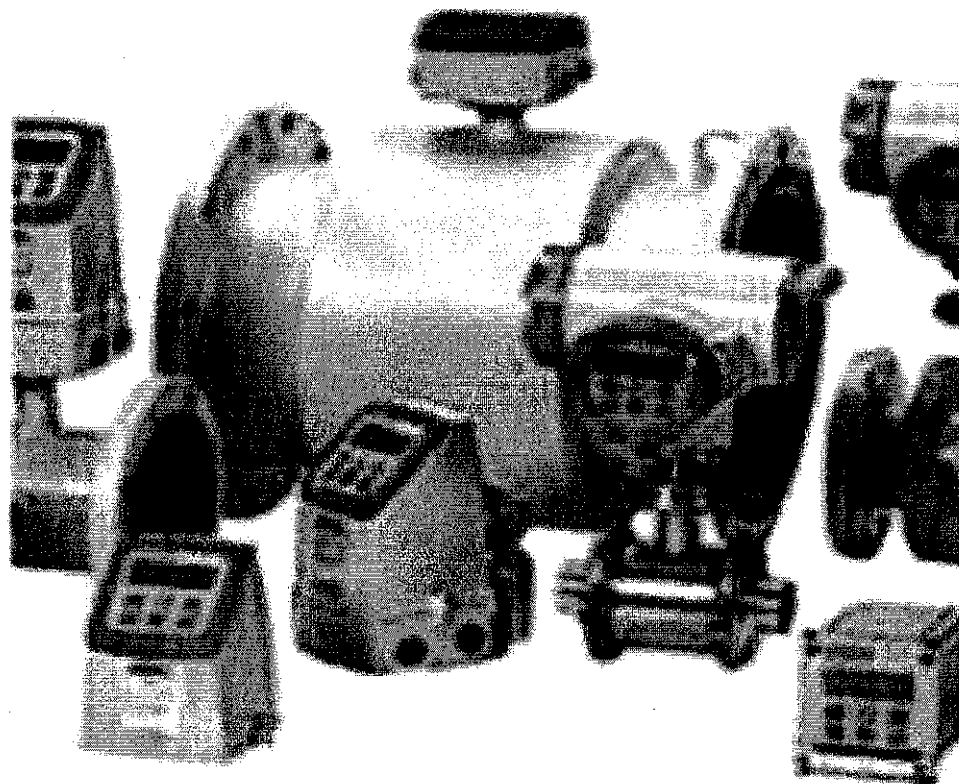
## Caudalímetro Electromagnético para Líquidos

n° 14000

Marca Aguamarket, Chile

El Caudalímetro Electromagnético para Líquidos mide Caudal Instantáneo y Volumen Total. Opera perfectamente en cañerías parcialmente llenas. Resiste altas temperaturas hasta 180°C, y altas presiones hasta 300 bar, líquidos abrasivos o erosivos, limpieza CIP y esterilización con vapor.

No ofrece restricción al paso de líquidos conductores de la electricidad aún cuando son viscosos, sucios o arrastran sólidos en suspensión. Se fabrica desde 3/4" a 40". Gran variedad de materiales para revestimiento interno y electrodos. Aptos para operación con paneles solares.



### Especificaciones

- Instalación: Cañerías 3/4" a 40".
- Exactitud: 0,5% de la lectura.
- Construcción: Bridados, Wafer, Sanitarios, Roscados, en Acero Inoxidable AISI 316, Electrodo de Titanio, Hastelloy C o Ac. Inox. AISI 316, Revestimiento interno de PVC, Cerámica, Polipropileno.
- Alimentación: 220/110 VCA (Opcional: 24 V CA ó 24 V CC).
- Salidas: analógica de 4 a 20 mA, digital 0 a 5000 Hz.
- Apto: hasta 180°C, 300 bar. Unidad electrónica: Intrínsecamente Segura.

Fuente:

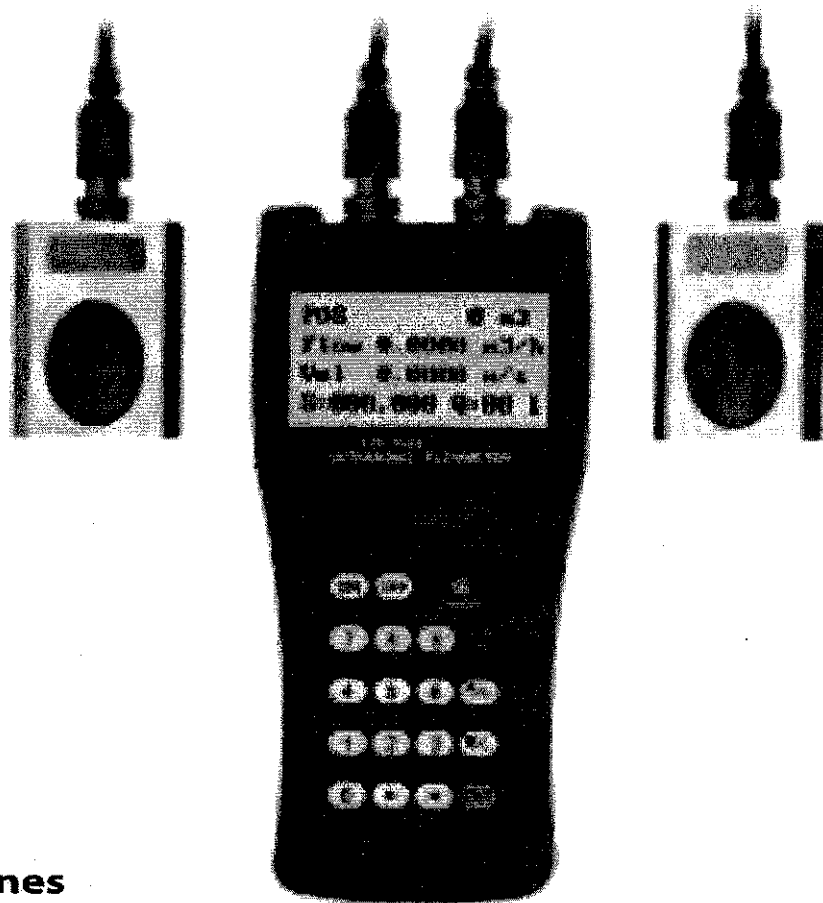
<http://www.aguamarket.com/productos/productos.asp?producto=14000&nombreproducto=caudalimetro+electromagnetico++>

## Medidor de Flujo Ultrasonico Modelo TDS-100H

Marca Tecnometrica

El equipo TDS-100H es medidor de flujo ultrasonico fiable y preciso que se basa en el principio de la abrazadera para medir el tiempo de tránsito de un caudal. Este Medidor registra la velocidad de flujo de líquido en una tubería desde el exterior de la tubería mediante un par de transductores ultrasonicos.

En general, el líquido debe estar lleno en la tubería. El medidor es aplicable para el agua (agua caliente, agua de refrigeración, agua potable, agua de mar, etc), las aguas residuales, el aceite (petróleo crudo, aceite lubricante, el aceite diesel, fuel oil, etc), productos químicos (alcohol, ácidos, etc ); los residuos; bebidas y alimentos líquidos, disolventes y otros líquidos.



### Especificaciones

- Linealidad: 0,5%
- Repetibilidad: 0,2%
- Precisión:  $\pm 1\%$  de la lectura en las tasas de  $> 0,6 \text{ m} / \text{s} \pm 0,5\%$  con las instalaciones de calibración.
- Tiempo de respuesta: 0 a 999 segundos, configurables por el usuario
- Tamaño del tubo: 2" - 28" (Rango opcional desde 0.5 " hasta 240 " disponible con sondas extra).
- Seguridad: Instalación de bloqueo. Código de acceso necesario para el desbloqueo

Fuente:

<https://www.tecnometrica.com.mx/Medidor-de-flujo-ultrasonico-TDS-100H.html?gclid=CjwKCAiAqvXTBRBuEiwAE54dcMVo2dSPT1B2xgIU138-uMyKzHtggIxu7TP0qw6>

## Medidor de flujo ultrasónico TDS-100H

Marca Cabaleri

El equipo TDS-100H es un medidor de flujo ultrasónico que se basa en el principio de la abrazadera (clamp-on) para medir el tiempo de tránsito de un caudal. Mide la velocidad de flujo de líquido en una tubería desde el exterior de la tubería mediante un par de transductores ultrasónicos. En general, el líquido debe estar lleno en la tubería. Esta tecnología es la más versátil y eficiente para la mayoría de las necesidades de medición de flujo.



### Características

- **Amplio rango de aplicación:** Aplicable para el agua (agua caliente, agua de refrigeración, agua potable, agua de mar, etc), las aguas residuales, el aceite (petróleo crudo, aceite lubricante, el aceite diesel, aceite combustible, etc), productos químicos (alcohol, ácidos, etc ); los residuos; bebidas y alimentos líquidos, disolventes y otros líquidos.
- **Fácil instalación:** No requiere cortes en las tuberías ni soldadura. No es necesario detener operaciones ni procesos. No requiere calibración inicial.
- **Personalización:** El medidor de flujo TDS-100H tiene la función de configurar señales de alarma personalizadas de acuerdo a las necesidades del usuario.
- **Versatilidad:** Se pueden hacer varias mediciones en diferentes tuberías de diferentes materiales (metálicos, no metálicos, con recubrimiento, etc.)
- **Costo-Beneficio:** Se puede utilizar un solo equipo en tuberías desde 1/2" de diámetro hasta 240" por lo que le da gran ventaja con respecto a otras tecnologías.

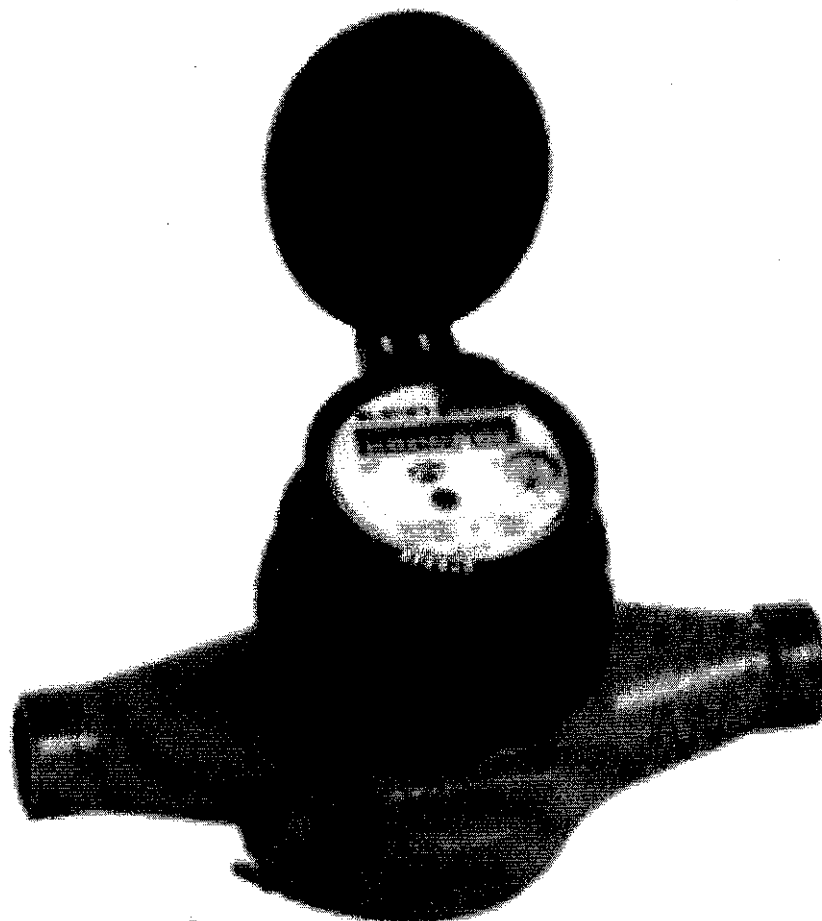
Fuente:

<http://www.cabaleri.com/medidores-de-flujo-ultrasonico/medidor-de-flujo-ultrasonico-tds-100h.html>

# Medidor de flujo para agua potable

Marca CORPORATIVO ARA

Medidores de flujo para agua potable, diseñados bajo la tecnología de Chorro Múltiple, ideal para medianos consumidores o industria pequeña.  
Gran resistencia contra la humedad y golpes.  
El medidor puede ser preparado para la lectura a distancia



MEDIDORES DE AGUA

## Especificaciones

- Medidas Disponibles: 1/2" a 1 1/2" Diámetro Exterior.
- Conexión: Roscada NPT.
- Tipo: Chorro Múltiple.
- Para uso en agua fría: 40°C
- Para uso en agua caliente: 90°C

## Medidor de Flujo Ultrasonico Modelo TDS-100P

Marca TECNOMETRICA

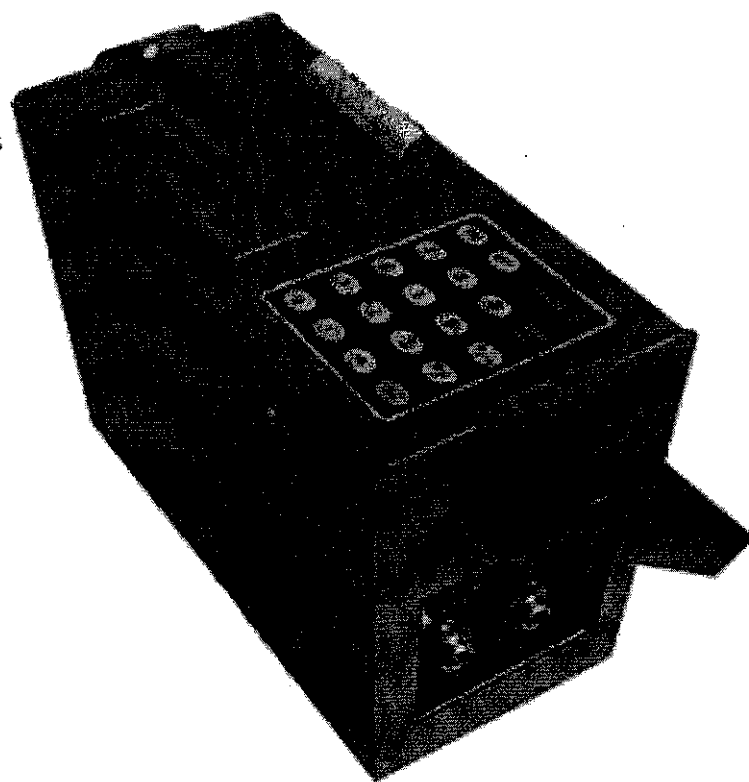
El equipo TDS-100P es medidor de flujo ultrasónico se basa en el principio de la abrazadera para medir el tiempo de tránsito de un caudal. Mide la velocidad de flujo de líquido en una tubería desde el exterior de la tubería mediante un par de transductores ultrasónicos.

En general, el líquido debe estar lleno en la tubería. Es aplicable para el agua (agua caliente, agua de refrigeración, agua potable, agua de mar, etc), las aguas residuales, el aceite (petróleo crudo, aceite lubricante, el aceite diesel, fuel oil, etc), productos químicos (alcohol, ácidos, etc ); los residuos; bebidas y alimentos líquidos, disolventes y muchos otros líquidos.

El medidor de flujo ultrasónico modelo TDS-100P a diferencia de otros modelos portátiles, cuenta con impresora integrada y tiene la opción de conexión a corriente directa.

### Características

- Alta precisión. Normalmente,  $\pm 1\%$ . Cuando se calibra en sitio,  $\pm 0.5\%$ .
- Amplio rango de flujo de 0.03 a 105 pies por segundo.
- Amplio rango en tamaños de tuberías (de 1" a 240").
- No invasivo. No causa perturbaciones en la tubería, no tiene partes móviles, no provoca caída de presión.
- Instalación fácil y económica. No es necesario hacer cortes o perforaciones en la tubería.
- Apto para los materiales más usados en tuberías.
- Fácil de usar y configurar. Menú intuitivo.
- Velocidad, flujo volumétrico y totalizador de flujo.
- Aplicable para líquidos limpios y opacos.
- Data logger integrado con tarjeta de memoria SD.



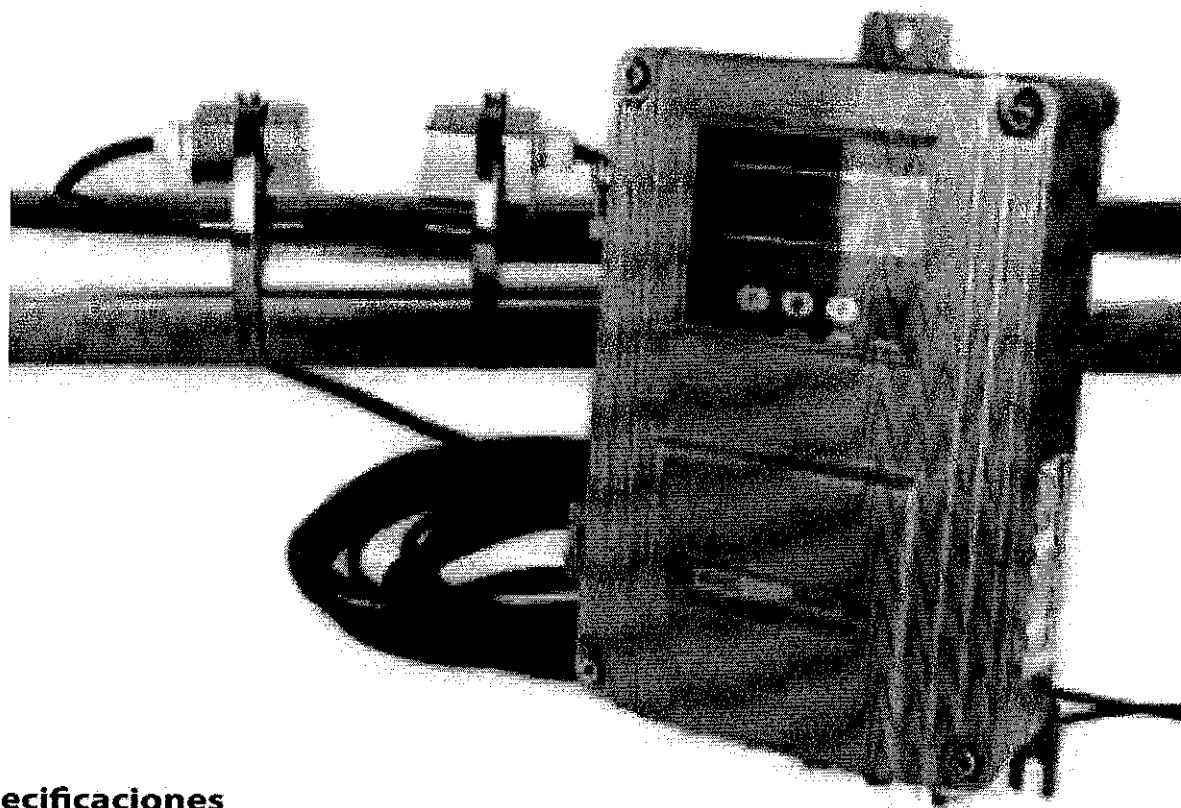
Fuente:

<https://www.tecnometrica.com.mx/Medidor-de-flujo-ultrasonico-TDS-100P.html>

## Medidor de Flujo Ultrasonico TDS-100F

Marca TECNOMETRICA

Medidor TDS-100F es un medidor de flujo ultrasónico fijo que puede funcionar con una gran variedad de transductores para diferentes diámetros y temperaturas. El sistema electrónico es clasificado como IP65 (NEMA-4X), por lo tanto, se puede instalar tanto en interiores como en exteriores.



### Especificaciones

- Linealidad:  $\pm 1\%$ .
- Precisión:  $\pm 1\%$  de la lectura en las tasas de  $> 0,6$  pies / s ( $0,2$  m / s). Asumir un perfil de flujo completamente desarrollado.
- Repetibilidad:  $\pm 0,2\%$ .
- Periodo de Medición:  $0.5s$
- LCD con luz de fondo. Letras  $2 \times 20$ .
- Teclado de membrana- $4 \times 4$  teclas con respuesta táctil

Fuente:

<https://www.tecnometrica.com.mx/Medidor%20de%20flujo%20ultrasonico%20TDS-100F1.html>

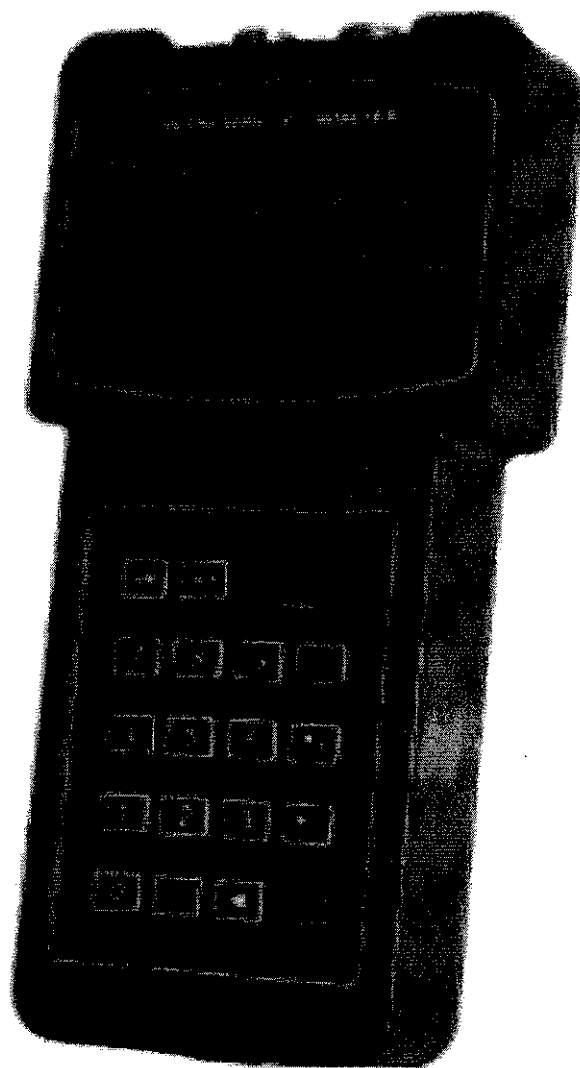
## Medidor de Flujo Ultrasonico Modelo TUF-2000H

### Marca TECNOMETRICA

El equipo TUF-2000H es medidor de flujo ultrasónico se basa en el principio de la abrazadera para medir el tiempo de tránsito de un caudal. Mide la velocidad de flujo de líquido en una tubería desde el exterior de la tubería mediante un par de transductores ultrasónicos. En general, el líquido debe estar lleno en la tubería. Es aplicable para el agua (agua caliente, agua de refrigeración, agua potable, agua de mar, etc), las aguas residuales, el aceite (petróleo crudo, aceite lubricante, el aceite diesel, fuel oil, etc), productos químicos (alcohol, ácidos, etc ); los residuos; bebidas y alimentos líquidos, disolventes y otros líquidos. El modelo TUF-2000H es especial para uso en campo pues cuenta con protección de goma para reducir el impacto de golpes y aumentar la resistencia del equipo.

### Especificaciones

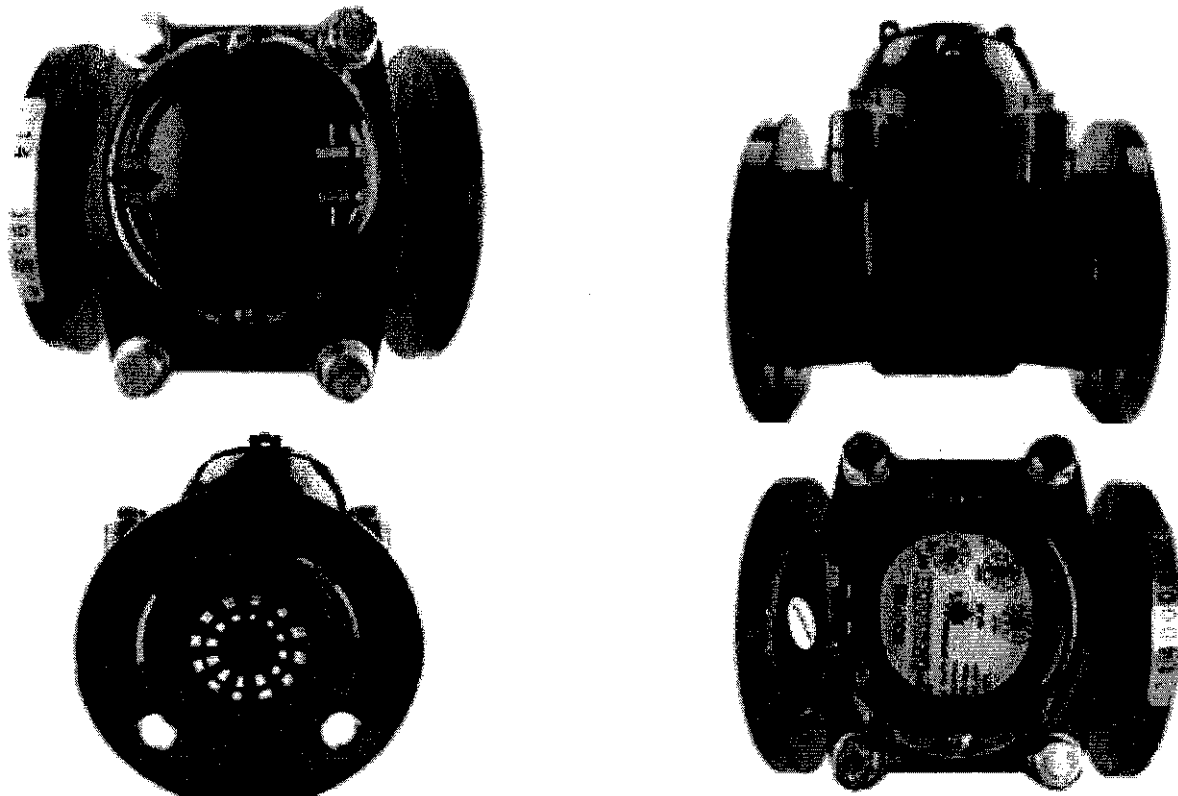
- Modelo: TUF-2000H Medidor de Flujo Ultrasonico
- Linealidad: 0,5%
- Repetibilidad: 0,2%
- Precisión:  $\pm 1\%$  de la lectura en las tasas de  $> 0,6 \text{ m/s} \pm 0,5\%$  con las instalaciones de calibración.
- Tiempo de respuesta: 0 a 999 segundos, configurables por el usuario
- Velocidad:  $\pm 0.03 \sim \pm 105 \text{ m/s}$  ( $\pm 0.01 \sim \pm 30 \text{ m/s}$ ), bi-direccional.
- Tamaño del tubo: 2" - 28" (Rango opcional desde 0.5 " hasta 240 " disponible con sondas extra).
- Tasa de unidades: Metros, pies, metros cúbicos, pies litros, cúbicos, galones EE.UU., Galón Imperial, del barril de petróleo, del barril EE.UU. líquido, líquido Imperial barril, millones de galones EE.UU.. Configurables por el usuario.



## Medidor para Agua: Turbina / Hélice Woltman

### Marca Marca: Equysis

Medidor para agua de tipo velocidad, que consiste de un rotor (hélice) de álabes helicoidales que gira alrededor del eje de flujo. Este rotor es denominado Hélice Woltman. Sirve para medir agua potable fría (máximo 40°C). Fabricado en cuerpo de Fierro Fundido. Con transmisión magnética y registro seco. Su calidad está certificada bajo la NOM-012-SCFI-1994. Producido bajo el estándar internacional ISO-4064. Con preparación para lectura remota.



#### Aplicación

- Municipal: Medición de flujo para agua en conductos cerrados
- Industrial: Medición y control de agua limpia en sistemas hidráulicos
- Medición de agua limpia en líneas de proceso

#### Características

- Registro tipo seco
- Carátula resistente, de policarbonato, que sella herméticamente al registro
- Transmisión Magnética
- Protección contra influencias magnéticas externas
- Sello de seguridad que permite identificar si el medidor ha sido alterado
- Clase Metrológica B
- Tipo Velocidad, subtipo Hélice Woltman
- Preparación para lectura remota
- Recubrimiento epóxico