



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**Departamento: Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT)**

**Programa de acreditación: CyTMA2**

**Programa de Investigación<sup>1</sup>:**

**Código del Proyecto: C2-ING-078**

**Título del proyecto: “Análisis y Desarrollo de Laboratorio de Hidráulica remoto en el conurbano bonaerense”**

**PIDC:**

**Elija un elemento.**

**PII:**

**Elija un elemento.**

**Director: Ing. Pablo Espiñeira**

**Codirector: Mag. Díaz, Daniel Oscar**

**Integrantes: Ing. Jeandet, Vivian Paula  
Ing. Valero, Cristina María  
Ing. Arrúe, Marcos Horacio**

**Alumnos de grado:**

**Alzú Velázquez, Trinidad Yolanda**

**Resolución Rectoral de acreditación: N° 448/21.**

**Fecha de inicio: 01/01/2021**

**Fecha de finalización: 31/12/2022**

---

<sup>1</sup> Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15 sobre **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación a desarrollarse en la Universidad Nacional de La Matanza**. Consultar en el departamento académico correspondiente la inscripción del proyecto en un Programa acreditado.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## **A. Desarrollo del proyecto (adjuntar el protocolo)**

### **A.1. Grado de ejecución de los objetivos inicialmente planteados, modificaciones o ampliaciones u obstáculos encontrados para su realización (desarrolle en no más de dos (2) páginas)**

Tal cual se describió en la propuesta del presente proyecto e informe de avance, durante la primera etapa del mismo, y a pesar de las restricciones y dificultades planteadas en el marco de la pandemia de COVID-19, se logró el objetivo de vincularnos con otras unidades académicas dedicadas al dictado de la carrera de Ingeniería Civil en el ámbito del conurbano bonaerense, ampliándose el espectro a la Ciudad de Buenos Aires y la Ciudad de La Plata.

En el ámbito del Conurbano, CABA y La Plata, 10 (diez) universidades dictan la carrera de Ingeniería Civil, de las cuales el 70% son de gestión pública y el 30% de gestión privada.

En tal sentido, en el conurbano bonaerense 4 (cuatro) universidades ofrecen la carrera de Ingeniería Civil (UTN–FRA Facultad Regional Avellaneda, UTN–FRGP Facultad Regional General Pacheco y UN-LaM). En la Ciudad de Buenos Aires otras 4 (cuatro) casas de altos estudios (UBA–FI Universidad de Buenos Aires Facultad de Ingeniería), UTN–FRBA Facultad Regional Buenos Aires, Universidad de Belgrano y Universidad Católica Argentina), ofrecen la carrera de Ingeniería Civil, mientras que en la capital bonaerense, la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y la UTN–FRLP Facultad Regional La Plata, disponen de la mencionada carrera de grado.

Se han presentado ciertas dificultades en la obtención de información detallada por partes de algunas de las universidades, en especial en lo referente a brindar oficialmente datos sobre las actividades prácticas desarrolladas y el estado operativo del equipamiento de los laboratorios de hidráulica. Sin embargo, el 70% de las universidades contactadas informó poseer laboratorio de hidráulica propio para el desarrollo de actividades prácticas con los estudiantes.

Un denominador común, que se advierte, en algunos de los laboratorios de hidráulica, son las dificultades en la disponibilidad de recursos humanos y económicos para el mantenimiento continuo del equipamiento instalado, de forma de estar continuamente apto para su uso regular, los cuales repercuten en el uso regular de los laboratorios por parte de los docentes y estudiantes.

Ninguna de las universidades contactadas informó disponer de algún tipo de practica de hidráulica de acceso remoto. Por su parte, consultado el CONFEDI, sobre si en el marco de la red colaborativa de Laboratorios Remotos iniciada en julio de 2021 existía a nivel nacional alguna propuesta de remotización de laboratorio de hidráulica, la respuesta fue negativa.

Conforme al relevamiento efectuado, los laboratorios de hidráulica de la UNLP, UBA-FI y UTN-FRGP presentan el mayor número de actividades prácticas e instalaciones operativas.

De las universidades del Conurbano que dictan Ingeniería Civil, la UNLaM es la de menor antigüedad, pero se ha forjado un importante prestigio en sus 33 años de vida. En la actualidad posee aproximadamente 43.000 estudiantes, de los cuales aproximadamente 7.700 cursan carreras de ingeniería. Por su parte, aproximadamente el 60 % de sus estudiantes reside en el municipio de La Matanza, el más populoso del conurbano y del país.

En particular, a diciembre de 2021, la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM) no contaba con equipamiento propio para la realización de actividades prácticas de hidráulica con los estudiantes.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

En tal sentido, tanto la Facultad de Ingeniería de la UBA y el Instituto Nacional del Agua, han sido positivamente receptivos para avanzar con la firma de Convenios de vinculación que permitan el uso de sus laboratorios de hidráulica por parte de los estudiantes de la UNLaM.

Desde el punto de vista de la proximidad física, la UNLaM se encuentra ubicada a 76 km de UNLP, a 32 km de la UTN-FRGP y 22 km de la UBA-FI, lo cual se traduce en tiempos de viaje superiores a las 2 horas promedio, por trayecto, para un estudiante que reside en La Matanza. Por tal motivo, en el caso de programarse la realización de actividades prácticas presenciales en laboratorios de hidráulica de otras instituciones, se deberán considerar aspectos logísticos relacionados con el traslado de los estudiantes y los tiempos adicionales de viaje, así como las limitaciones en las frecuencias del transporte público para el regreso a sus hogares después de las 22 horas. En el caso del INA, las actividades de la institución solo se realizan en horario diurno, lo cual en principio es limitante para la gran parte de los estudiantes que cursan durante el turno noche y trabajan durante el día.

Por tal razón, en el marco del presente proyecto, y con la colaboración de varios docentes e investigadores de la UNLaM se desarrolló y materializó el primer “Banco de prácticas hidráulicas” en el Laboratorio de Ingeniería Civil del DIIT-UNLaM. De esta forma, la universidad ya cuenta con recursos propios para el desarrollo de actividades prácticas de laboratorio de hidráulica en su sede de San Justo.

Este nuevo Banco de Prácticas Hidráulicas, se incorpora al patrimonio de la universidad para el desarrollo de actividades y ensayos de hidráulica. En tal sentido, se confeccionó y publicó a los estudiantes de la materia Hidráulica General y Aplicada la Guía de trabajo práctico de laboratorio de hidráulica de “Medición de caudal y cálculo de pérdida de energía”.

Esta actividad práctica y el Banco de prácticas hidráulicas, no solo está disponible para las actividades académicas de la cátedra de Hidráulica General y Aplicada de la carrera de Ingeniería Civil, sino que abre un abanico de alternativas y opciones de actividades prácticas para estudiantes de otras especialidades de la ingeniería que cursan las materias Física I y Mecánica de los Fluidos.

Dentro del DIIT – UNLaM, el proyecto y montaje del “Banco de prácticas hidráulicas” fue consecuencia del trabajo y vinculación entre docentes e investigadores de Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Informática.

La labor conjunta permitió avanzar en el análisis de factibilidad, en la definición de necesidades y requerimientos para el desarrollo de un laboratorio remoto, considerando en primera etapa la robotización y posterior remotización.

La robotización y remotización de prácticas de laboratorio de hidráulica permitiría simplificar la accesibilidad para los estudiantes, enriquecer el espectro de actividades y experiencias disponibles, reducir tiempos de viaje y agilizar la didáctica académica, así como optimizar los recursos humanos, técnicos y materiales disponibles.

En tal sentido, si bien los trabajos de robotización y remotización necesitan contar con recursos económicos, materiales y humanos que superan las posibilidades y alcances del presente proyecto, se avanzó en el diagnóstico, definición de actividades, necesidades tecnológicas, identificación de los riesgos asociados y definición de las etapas de trabajo para alcanzar la robotización y posterior remotización del “Banco de prácticas hidráulicas” del Laboratorio de Ingeniería Civil.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

También se estimaron los costos y requerimientos técnicos necesarios para el registro y operación de sensores y actuadores de hardware, el cual contempla el uso de una placa Arduino, controladores ESP8266, cámaras, DVR, servo motores, fuentes de alimentación, pc, accesorios varios, así como la provisión de los recursos humanos capacitados para el desarrollo del hardware y software.

En diciembre de 2022, el CONFEDI a través de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste realizó la convocatoria para la licitación para el Diseño, desarrollo, provisión, implementación u mantenimiento del “software denominado aplicación nivel 1 y nivel 2 para la administración de Laboratorios Remotos”. Siendo la UNLaM miembro participante de la Red Argentina Colaborativa del Laboratorios de Accesos Remoto – R-LAB del CONFEDI, focalizará sus esfuerzo en la robotización y remotización del “banco de prácticas hidráulicas” para su posterior vinculación al dicho software de administración de los R-LAB.

## B. Principales resultados de la investigación

### B.1. Publicaciones en revistas (informar cada producción por separado)

Artículo 1:	
Autores	
Título del artículo	
N° de fascículo	
N° de Volumen	
Revista	
Año	
Institución editora de la revista	
País de procedencia de institución editora	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISSN:	
URL de descarga del artículo	
N° DOI	

### B.2. Libros

Libro 1	
Autores	
Título del Libro	
Año	
Editorial	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del libro	
N° DOI	



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

### B.3. Capítulos de libros

Autores	
Título del Capítulo	
Título del Libro	
Año	
Editores del libro/Compiladores	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del capítulo	
N° DOI	

### B.4. Trabajos presentados a congresos y/o seminarios

Autores	
Título	
Año	
Evento	
Lugar de realización	
Fecha de presentación de la ponencia	
Entidad que organiza	
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	

### B.5. Otras publicaciones

Autores	Ing. Fernando Schifini Gladchtein, ing. Pablo Espiñeira
Año	2022
Título	Guía de trabajo prácticos de laboratorio de hidráulica de "Medición de caudal y cálculo de pérdida de energía".
Medio de Publicación	MIEL - DIIT – UNLAM CÁTEDRA DE HIDRAULICA GENERAL Y APLICADA. <a href="https://miel.unlam.edu.ar/principal/home/">https://miel.unlam.edu.ar/principal/home/</a>

### C. Otros resultados.

C.1. Títulos de propiedad intelectual. Indicar: Tipo (marcas, patentes, modelos y diseños, la transferencia tecnológica) de desarrollo o producto, Titular, Fecha de solicitud, Fecha de otorgamiento.

Tipo	Titular	Fecha de Solicitud	Fecha de Emisión

C.2. Otros desarrollos no pasibles de ser protegidos por títulos de propiedad intelectual. Indicar: Producto y Descripción.

Producto	Descripción



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

#### D. Formación de recursos humanos.

##### D.1. Tesis de grado

Director (apellido y nombre)	y Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

##### D.2 Trabajo Final de Especialización

Director (apellido y nombre)	y Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del Trabajo Final

##### D.2. Tesis de posgrado: Maestría

Director (apellido y nombre)	y Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

##### D.3. Tesis de posgrado: Doctorado

Director (apellido y nombre)	y Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

##### D.4. Trabajos de Posdoctorado

Director (apellido y nombre)	y Posdoctorando (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del trabajo	Publicación

#### E. Otros recursos humanos en formación:

Apellido y nombre del Recurso Humano	Tipo	Institución	Período (desde/hasta)	Actividad asignada <sup>2</sup>
Alzú Velázquez, Trinidad Yolanda	Estudiante	UNLaM	01/01/2021-31/12/2022	Recopilación de información equipos de hidráulica. Replanteo y dibujo para la edición de la Guía de trabajos prácticos de hidráulica. Calibración y puesta en funcionamiento del banco de prácticas hidráulicas.
Bellana, Leandro	Estudiante	UNLaM	01/01/2021-31/12/2021	Recopilación de información SW y HW para la robotización y remotización.

<sup>2</sup> Descripción de la/s actividad/es a cargo (máximo 30 palabras)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**F. Vinculación<sup>3</sup>:** Indicar conformación de redes, intercambio científico, etc. con otros grupos de investigación; con el ámbito productivo o con entidades públicas. Desarrolle en no más de dos (2) páginas.

Se establecieron vínculos con el Instituto Nacional del Agua (INA) con el fin de promover la vinculación e intercambio académico relacionado con el desarrollo de actividades prácticas por parte de los alumnos de la UNLaM, en el Laboratorio de Hidráulica de Ezeiza. En tal sentido, ya se han iniciado los trámites administrativos y legales correspondientes para la rúbrica de un Convenio Marco entre ambas el INA y la UNLaM.

**G. Otra información. Incluir toda otra información que se considere pertinente.**

- Informe A: relevamiento de Laboratorios de hidráulica en el conurbano, CABA y La Plata.
- Informe B: requerimientos para la remotización del banco de prácticas hidráulicas del laboratorio de Ingeniería Civil del DIIT-UNLaM.

**Informe A:**

**“Relevamiento de Laboratorios de hidráulica en universidades del Conurbano bonaerense, Ciudad Autónoma de Buenos Aires y La Plata”.**

**Desarrollo:**

El presente informe ha sido desarrollado sobre la base del relevamiento efectuado entre marzo de 2021 y diciembre de 2022, entre las universidades públicas y privadas ubicadas, que dictan la carrera de Ingeniería Civil, en el ámbito de los 24 partidos del Gran Buenos Aires, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la Ciudad de La Plata.

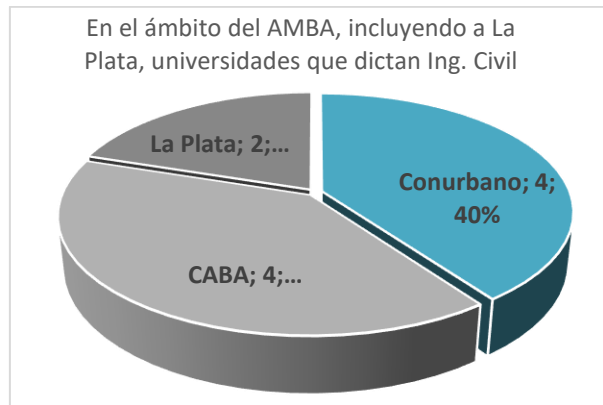
<b>Universidad</b>	<b>Unidad académica</b>
<b>Ubicación: Conurbano bonaerense</b>	
1. Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRA)	Facultad Regional Avellaneda
2. Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRGP)	Facultad Regional General Pacheco
3. Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM-DIIT)	Departamento de Ingeniería e Investigación Tecnológica
4. Universidad de Morón (UM)	Facultad de Ingeniería
<b>Ubicación: Ciudad de La Plata, Provincia de Buenos Aires</b>	
5. Universidad Nacional de La Plata (UNLP)	Facultad de Ingeniería
6. Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRLP)	Facultad Regional La Plata
<b>Ubicación: Ciudad Autónoma de Buenos Aires</b>	
7. Universidad Buenos Aires (UBA – FI)	Facultad de Ingeniería
8. Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRBA)	Facultad Regional Buenos Aires
9. Universidad Católica Argentina (UCA)	Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias
10. Universidad de Belgrano (UB)	Facultad de Ingeniería

**Tabla 1:** Universidades que dictan la carrera Ingeniería Civil en el Conurbano bonaerense, La Plata y Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Fuente: elaboración propia.

<sup>3</sup> Entendemos por acciones de “vinculación” aquellas que tienen por objetivo dar respuesta a problemas, generando la creación de productos o servicios innovadores y confeccionados “a medida” de sus contrapartes.

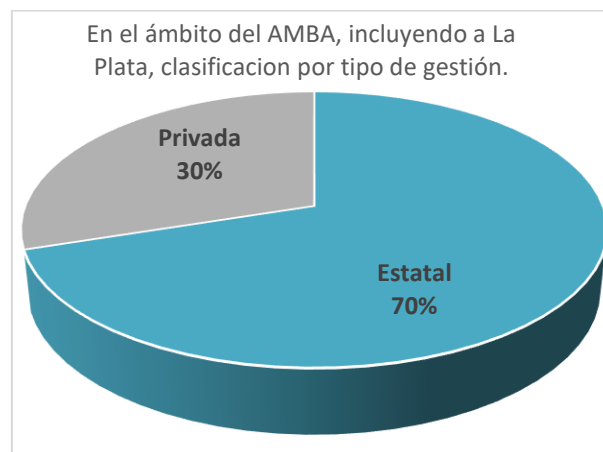


<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



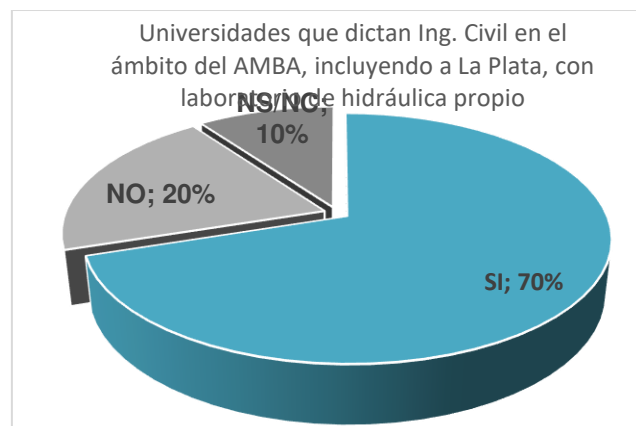
**Imagen 1:** Universidades que dictan Ing. Civil – AMBA y La Plata

El relevamiento fue llevado a cabo mediante consultas vía mail y contactos telefónicos. A tal fin se envió una nota tipo a cada universidad solicitando la información sobre si la institución cuenta con laboratorio de hidráulica y de ser así, que nos indiquen las prácticas que efectúan. De las 10 universidades contactadas, 7 son de gestión estatal y 3 de gestión privada.



**Imagen 2:** Clasificación por tipo de gestión.

De las universidades contactadas, 7 confirmaron disponer de laboratorios para la realización de prácticas hidráulicas.



**Imagen 3:** Universidades que cuentan con laboratorio de hidráulica.





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Todas las instituciones relevadas se interesaron en el proyecto de remotización del laboratorio de hidráulica y manifestaron poseer las herramientas necesarias para su implementación.

De las universidades que disponen de laboratorios de hidráulica, se detallan a continuación las prácticas que se desarrollan:

#### **Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP):**

Las prácticas de laboratorio de Hidráulica Básica que realiza la universidad incluyen:

- Ascensión capilar (entre dos placas planas paralelas);
- Equilibrio relativo (relevamiento de superficie libre de un vaso rotante);
- Regímenes de escurrimiento (Experiencia de Reynolds);
- Escurrimiento laminar (flujo de Poiseuille, con medición de pérdidas de carga a diferente temperatura);
- Resalto hidráulico (observación en un canal de tipologías según tirante de restitución y nro. de Froude);
- Flujo en vertedero y compuerta plana (medición de caudales en un canal);
- Pérdidas de carga (medición con piezómetros de pérdidas primarias y secundarias en una conducción con diversas tuberías y accesorios); Caudalimetría en conductos a presión (tubo Venturi, placa orificio, codo y método volumen-tiempo);
- Pérdidas de carga localizadas en una válvula;
- El área turbomáquinas dispone de instalaciones didácticas con turbina Kaplan, Pelton, Francis y estudio de bombas en serie y paralelo.

Adjuntamos imágenes de algunos de los equipos mencionados:



**Imagen 4:** Caudalimetría - Pérdidas de carga



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



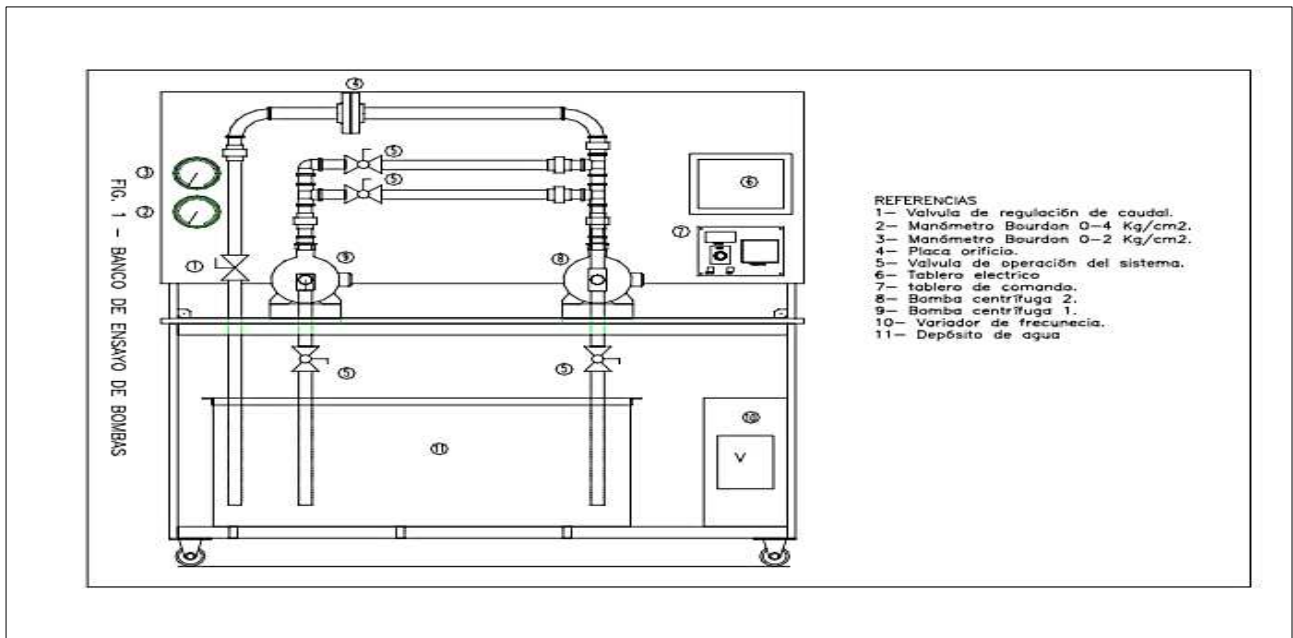
*Resalto hidráulico, flujo en vertedero y compuerta plana (canal de 12 m)*

**Imagen 5:** Canal de pruebas hidráulicas

### **Universidad de Buenos Aires (UBA):**

El laboratorio de Hidráulica Básica se ubica en la Sede Las Heras y presenta el equipamiento para el desarrollo de las siguientes prácticas:

- Manometría. Uso del Manómetro U;
- Pérdida de carga para bajos números de Reynolds;
- Pérdida de Carga en Cañería Recta;
- Ensayo de Bombas Centrifugas;
- Resalto Hidráulico.



**Imagen 6:** Esquema del banco de ensayos de la bomba centrífuga.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

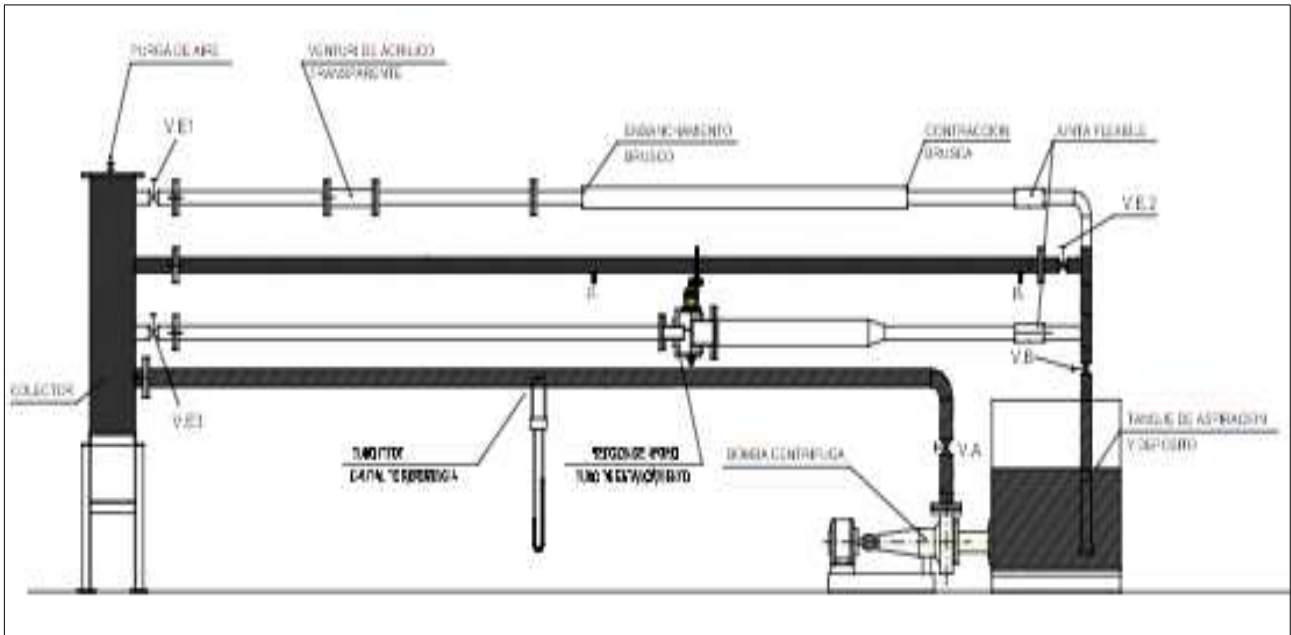


Imagen 7: Esquema del circuito de escurrimiento a presión

#### Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN-FRBA):

El laboratorio de Hidráulica se ubica en el Campus ubicado en Villa Lugano, y se desarrollan las siguientes prácticas:

- Ensayo de bombas para la determinación de la curva presión/caudal de la bomba, la potencia consumida y la eficiencia; Ensayo de fricción en cañerías ( $N^{\circ}$  Reynolds) permite determinar puntos de funcionamiento que permitan identificar las pérdidas de fricción correspondiente y graficarlas en el Diagrama de Moody para visualizar su correlación con las curvas estándar.

#### Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco (UTN-FRGP):

El laboratorio se encuentra en el Campus de la facultad y dispone de las siguientes actividades prácticas:

- Medición sistemática de datos meteorológicos y registro diario de las siguientes variables: precipitación a cielo abierto, precipitación bajo follaje, infiltración de agua de lluvia, evaporación, retención superficial, presión barométrica, dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad y presión atmosférica; Registro continuo permanente de las siguientes variables: temperatura atmosférica, temperatura del suelo y humedad relativa; Medición de precipitación mediante pluviógrafo mecánico con sifón y pluviógrafo digital con cangilones.



Imagen 8: Pluviógrafo registrador



Imagen 9: Limnógrafo registrador



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

### Universidad de Morón (UM):

Las prácticas de laboratorio de Hidráulica Básica que realiza la universidad incluyen:

- Medición de caudales en canales con canaleta tipo Marshall;
- Pérdida de carga en caño recto; FFV en sistemas de cañerías;
- Impacto de un chorro;
- Estabilidad de un cuerpo flotante;
- Descarga por vertederos;
- Calibración de un manómetro;
- Medición de caudales;
- Flujo de fluido viscoso en cañería recta.

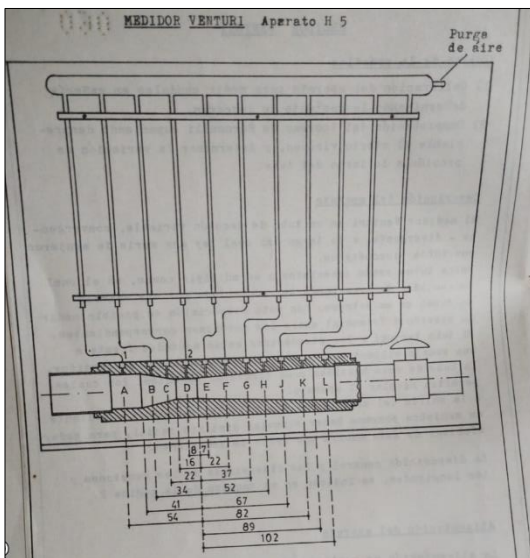


Imagen 10: Esquema del medidor Venturi.

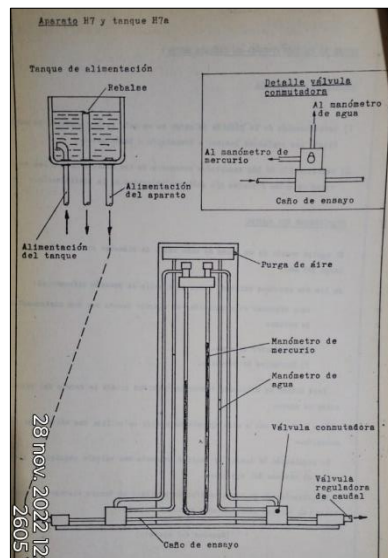


Imagen 11: Esquema del medidor de pérdida de carga caño.



Imagen 12: Vista satelital de la ubicación de las universidades que dictan Ing. Civil en el Conurbano, CABA y La Plata.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

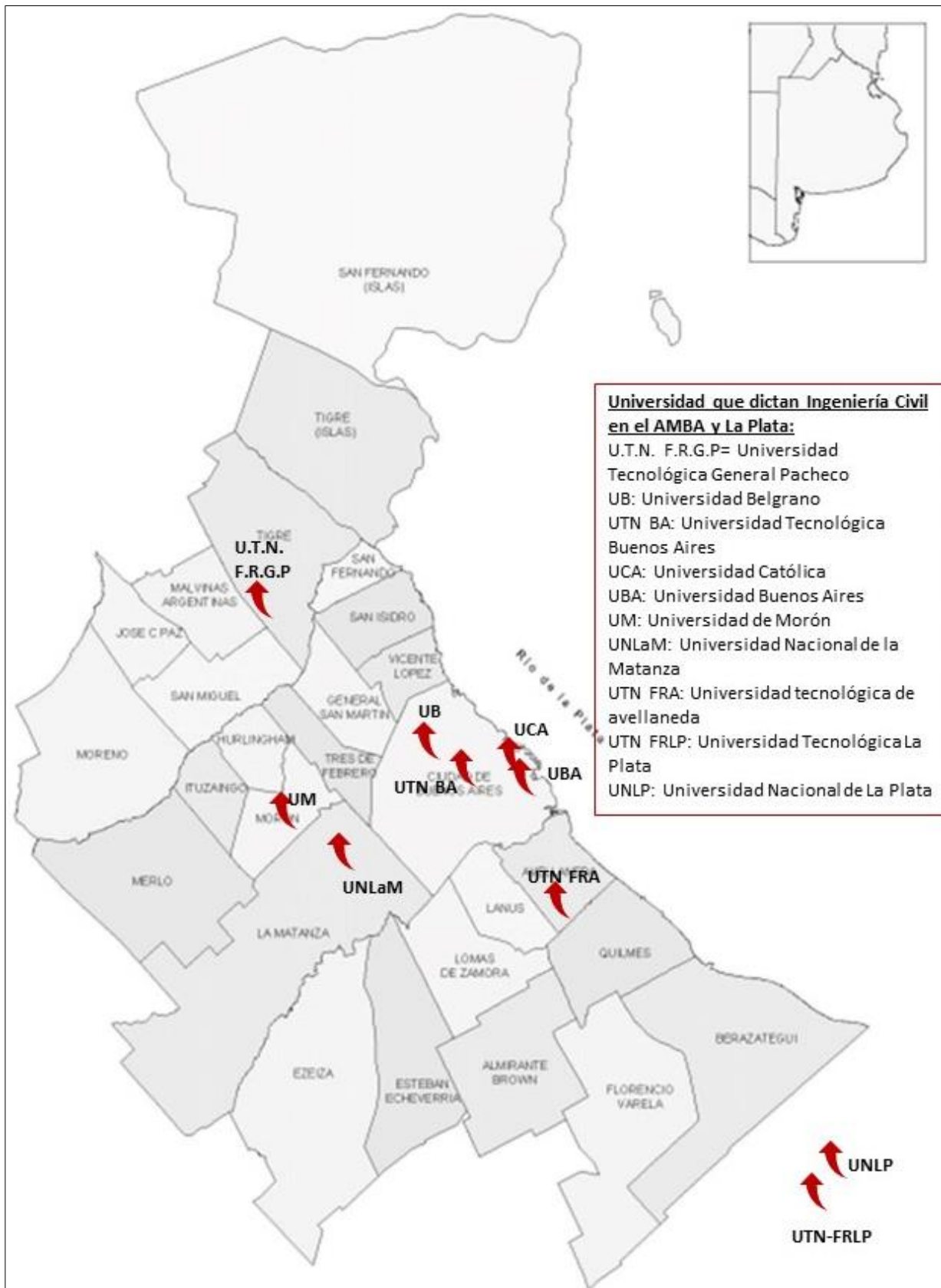


Imagen 13: Ubicación de las universidades que dictan Ing. Civil en el Conurbano, CABA y La Plata.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## Informe B

### “Requerimientos para la remotización del banco de prácticas hidráulicas del laboratorio de Ingeniería Civil del DIIT-UNLaM”.

#### Desarrollo:

A lo largo del tiempo las Universidades Nacionales del país, han montado laboratorios para las distintas prácticas de uso exclusivo para el alumnado interno, con la gran dificultad de acceso a los alumnos de otras universidades. Montar un laboratorio de similares características en cada una de las universidades nacionales es muy costoso, más allá del espacio requerido y los costos de mantenimiento.

La problemática que se pretende abordar es la robotización del Banco de prácticas hidráulicas del Laboratorio de Ingeniería Civil y el consecuente manejo / observación de forma remota.

En este aspecto, es dable destacar que luego de efectivizar la robotización, se desarrollará el acceso remoto que a su vez permite la disponibilidad de los datos obtenidos.

#### Características:

El objetivo, luego de robotizar, es avanzar en un sistema que permita tanto el acceso remoto como la explotación de los datos obtenidos para su posterior análisis. Esto permite conocer el rendimiento de los laboratorios y segmentar la información según necesidades futuras.

Cada unidad académica, será quién informe en esta aplicación, aquellos docentes o estudiantes que actualmente requieran acceso a laboratorios remotos, lo que permitiría a futuro el acceso desde distintas universidades.

Se considera conveniente contar con un sistema de alta disponibilidad que permita administrar los valores según período de tiempo para determinar los accesos y el uso del laboratorio.

Ese sistema de gestión y los diferentes sensores y actuadores deberán ser montados sobre debidamente para respetar la frecuencia de muestreo, velocidad de acción, y la alta disponibilidad. Claramente, se requiere de conectividad y energía eléctrica normada y adecuada a la disponibilidad pretendida.

#### Principales actividades:

1. Sustitución de elementos de maniobra, medición y lectura analógicos, por sensores digitales e instrumentos electrónicos.
2. Administrar los contenidos del laboratorio, mediante un software a medida, con la documentación necesaria que facilite el desarrollo de las prácticas y actividades académicas.
3. Permitir el manejo remoto del Banco de Pruebas Hidráulicas.

#### Necesidades tecnológicas para el desarrollo

En cuanto al Objetivo tecnológico de esta innovación se destacan las principales tecnologías e infraestructura que se considera utilizar:

- Componentes del sistema Arduino para la robotización (como ser la apertura remota de válvulas, sensores de caudal, encendido de dispositivos electrónicos, streaming para la visualización).
- En una siguiente etapa, disponibilidad en la nube, que permita los múltiples accesos remotos a los distintos laboratorios, asegurando la alta disponibilidad.
- Un framework de desarrollo.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

- Una Base de Datos replicada en datacenters diferentes para cumplir con los estándares de resguardo de datos.
- WIFI y un firewall para asegurar la integridad de los datos y de la aplicación.
- Un balanceador de cargas.
- Una herramienta de ETL
- Un Data Warehouse y una herramienta de explotación para poder crear diferentes dashboard sobre las respuestas de las experiencias, uso de turnos, usabilidad de los usuarios.
- Python con sus librerías de Pandas y Numpy para manejar amplios volúmenes de datos.

Habiendo un abanico de posibilidades para llevar adelante el proyecto, la alternativa escogida es la que se considera más fiable, intentando en la medida de lo posible utilizar software libre para disminuir los costos de licenciamiento, pero con la infraestructura necesaria para no ponerlo en riesgo.

### **Riesgos asociados**

Se identifican los principales riesgos inherentes a una solución electrónica a través de un software que permita la manipulación remota y extracción de información.

- Principalmente, la falta de claridad en la definición del alcance e interpretación sobre el análisis de las necesidades de cada uno de los laboratorios.
- Necesidad de una persona que se encuentre in situ para verificar el estado de los componentes, ajustes y todas las condiciones necesarias para la utilización y correcto mantenimiento.
- Determinación de un método de relevamiento y observación.
- Documentación faltante en cada etapa del proyecto.
- Estimación inadecuada de los tiempos establecidos a lo largo del ciclo de vida del desarrollo.
- Riesgo en el diseño, en cuanto a la usabilidad.
- Recursos humanos asignados al proyecto (capacidad / responsabilidad / rotación)
- Pruebas de testeo poco exhaustivas previa implementación.
- Resguardo de información ante pérdida de conexión.
- Falta de financiamiento.
- Cambios avanzados en el alcance y reticencia a los cambios.
- Falta de capacitación.
- Deficiencia en el manejo de incidentes post implementación.

### **Alcance:**

Se establece un trabajo en etapas, que permita a futuro alcanzar y ser alcanzado desde otras sedes / universidades.

1° etapa: Banco de Pruebas hidráulicas totalmente operativo dentro de las instalaciones del laboratorio. En esta oportunidad, los usuarios tendrán posibilidad de interactuar por medio de PC y / o dispositivo dotado de Android con posibilidad de acceder a la red WIFI.

2° etapa: Banco de Pruebas totalmente operativo de forma remota dentro de las instalaciones de la sede San Justo de la UNLAM.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

3° etapa: Banco de Pruebas totalmente operativo desde otras locaciones, accediendo de forma remota a través de red interna de la universidad y los servicios de internet que la vinculen al exterior. Se completa el esquema anterior ya con conectividad total dependiendo de internet.

### Desarrollo técnico:

A efectos de registrar y operar sensores y actuadores el Hardware, es necesario:

Placa de desarrollo ARDUINO MEGA:

- Microcontrolador: ATmega2560
- Tensión de alimentación: 5V
- Tensión de entrada recomendada: 7-12V
- Límite de entrada: 6-20V
- Pines digitales: 54 (14 con PWM)
- Entradas analógicas: 16
- Corriente máxima por pin: 40 mA
- Corriente máxima para el pin 3.3V: 50 mA
- Memoria flash: 256 KB
- SRAM: 8 KB
- EEPROM: 4 KB
- Velocidad de reloj: 16 MHz

Controlador ESP8266:

- CPU RISC de 32-bit: Tensilica Xtensa LX106 a un reloj de 80 MHz
- RAM de instrucción de 64 KB, RAM de datos de 96 KB
- Capacidad de memoria externa flash QSPI - 512 KB a 4 MB\* (puede soportar hasta 16 MB)
- IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi con integración: TR switch, balun, LNA, amplificador de potencia de RF y una red de adaptación de impedancias. Soporte de autenticación WEP y WPA/WPA2
- 16 pines GPIO (Entradas/Salidas de propósito general)
- SPI, I<sup>2</sup>C,
- Interfaz I<sup>2</sup>S con DMA (comparte pines con GPIO)
- Pines dedicados a UART, más una UART únicamente para transmisión que puede habilitarse a través del pin GPIO2
- 1 conversor ADC de 10-bit

Este procesador será implementado en la construcción ESP-12 que le brinda al ESP8266 el módulo de memoria y la presentación de los puertos GPIOs a través de pines para interconectar.

Cámaras analógicas + DVR:

Con objeto de dar disponibilidad a una interfaz de video que permita la visualización en tiempo real de la práctica que se está desarrollando en el Banco de Pruebas.

La activación de los actuadores se hará a través de los puertos del Arduino. Además, debe incluirse una placa dotada de un controlador ESP8266 con objeto de otorgar conectividad WIFI al proyecto. La lectura de los sensores se hará también a través de los puertos de Arduino. Para sensar la diferencia de presión antes, entre la salida del último contenedor y la entrada a la bomba, se usará un sensor diferencial que será conectado al Arduino para recopilar la información y luego ser mostrada a través del software en modo tabla, descargarla, etc.





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Servo Motores:

Para la apertura total / parcial de las válvulas que controlan el caudal de fluido en la instalación. Se trata de motores NEMA17 con vinculo a correa dentada que actúa directamente en polea adosada en los volantes de las válvulas.

Fuente de alimentación 24v x 5A

Fuente de alimentación 5v x 3A

### Cómputo y Presupuesto:

Descripción	Precio	Cantidad	Subtotal	Observación
Electroválvula	\$ 7 000	6	\$ 42 000	Hunter PGV100 24v
Cámara IP	\$ 20 000	4	\$ 80 000	Marca Hikvisión, Modelo DS-2CD1023GOE-I
Sensor de presión diferencial	\$ 25 000	2	\$ 50 000	MPX10DP
Sensor de temperatura	\$ 1 800	1	\$ 1 800	DHT22
Fuente de alimentación 24v x 5A	\$ 6 000	1	\$ 6 000	Genérica
Fuente de alimentación 5v x 3A	\$ 4 500	1	\$ 4 500	Genérica
Accesorios varios: cables, conectores, aislaciones, gabinetes, fijaciones, etc.	\$ 6 000	1	\$ 6 000	Genérico
Router y cable RJ45	\$ 40 000	1	\$ 40 000	TP Link
Microprocesador y periféricos (Arduino compatible)	\$ 18 000	1	\$ 18 000	Genérico
Sensor medidor de caudal Arduino compatible Okd-hz43 3/4 (5v)	\$ 9 000	1	\$ 9 000	Marca TecnoLiveUSA, Modelo Fs300a
Manómetro para agua	\$ 6 000	2	\$ 12 000	Marca Beyca MM2-44/4 con glicerina.
Accesorios, curvas, acoples, mangueras, pegamento, sellajuntas, teflón, etc	\$ 15 000	1	\$ 15 000	
Día de trabajo de plomero	\$ 13 000	2	\$ 26 000	
		<b>Total</b>	<b>\$ 310 300</b>	
GRUPO DESARROLLO DE SW (SISTEMAS) - ING. MARCOS ARRUE		2 Dedicaciones de 4 horas.		Durante la duracion del proyecto 2 años
GRUPO DESARROLLO DE HW (ELECTRONICOS) - ING. ALEJANDRO BEVILACQUA		2 Dedicaciones de 4 horas.		Durante la duracion del proyecto 2 años
PC y herramientas	\$ 160 000	2	\$ 320 000	Opcional

Nota: el presupuesto corresponde a los precios relevados en febrero de 2023.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

#### H. Cuerpo de anexos:

- Anexo I: Copia de cada uno de los trabajos mencionados en los puntos B, C y D, y certificaciones cuando corresponda.<sup>4</sup>
  - Guía de trabajo práctico de hidráulica “Medición de caudal y cálculo de pérdida de energía”.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA E  
INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS  
INGENIERÍA CIVIL**

**HIDRÁULICA GENERAL Y APLICADA  
GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA  
“MEDICIÓN DE CAUDAL Y CÁLCULO DE PÉRDIDA DE ENERGÍA”**

*Revisión 01*

<b>GRUPO N°:</b>	<input type="text"/>
<b>INTEGRANTES:</b>	_____
	_____
	_____
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>	_____
<b>CUATRIMESTRE:</b>	_____

**APROBACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO:** \_\_\_\_\_

#### ÍNDICE

1.	OBJETIVO DE LA PRÁCTICA.....	19
2.	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO .....	19
3.	PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO.....	22
3.1.	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO .....	22
3.2.	MEDICIONES DE LABORATORIO .....	23
3.3.	PARADA DEL CIRCUITO .....	23
4.	INFORME DE LA PRÁCTICA .....	23
5.	CONCLUSIONES .....	23
6.	BASE TEÓRICA Y NOMENCLATURA .....	23

<sup>4</sup> En caso de libros, podrá presentarse una fotocopia de la primera hoja significativa o su equivalente y el índice.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA “MEDICIÓN DE CAUDAL Y CÁLCULO DE PÉRDIDA DE ENERGÍA”

### Objetivo de la Práctica

- Determinación de caudales que circulan en base a la medición de la pérdida de energía en la tubería de aspiración.
- Determinación de la Altura manométrica de la bomba para cada caudal medido.
- Determinación del coeficiente de descarga del orificio para cada caudal de circulación.

### DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El equipo consiste en un circuito de recirculación de agua con dos tanques como depósito inferior y un pequeño Tanque elevado, como se indica en la Figura N°1.

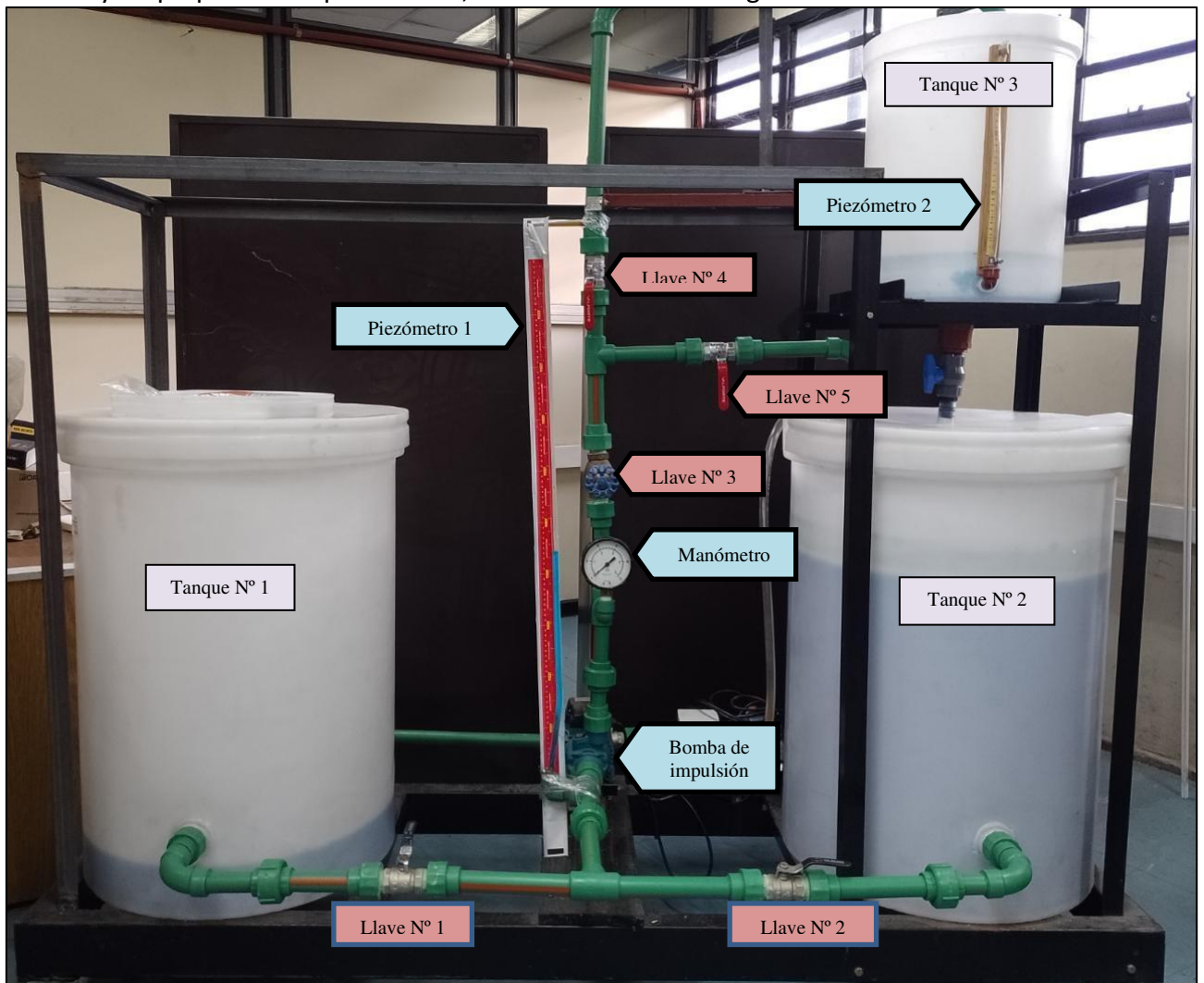


Figura N°1. Componentes del Banco de prácticas hidráulicas



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Los Tanques N°1 y N°2 tienen un diámetro de 0,59m y altura 0,86m. El Tanque N°3 tiene un diámetro de 0,37m y una altura de 0,50m. Las tuberías son cañerías de polipropileno de diámetro interno 1" (Diámetro externo = 32mm, espesor 4,5mm, diámetro interior = 23mm), con accesorios de polipropileno (Codo 90°, Ramal Tee, Tapón). La bomba de impulsión es un modelo Leo 3.0 de fabricación china, con las características que se indican en la Figura N°2.



Figura N°2. Características de la bomba

Las dimensiones de las tuberías medidas de eje a eje se indican en las Figuras N°3 y N°4:

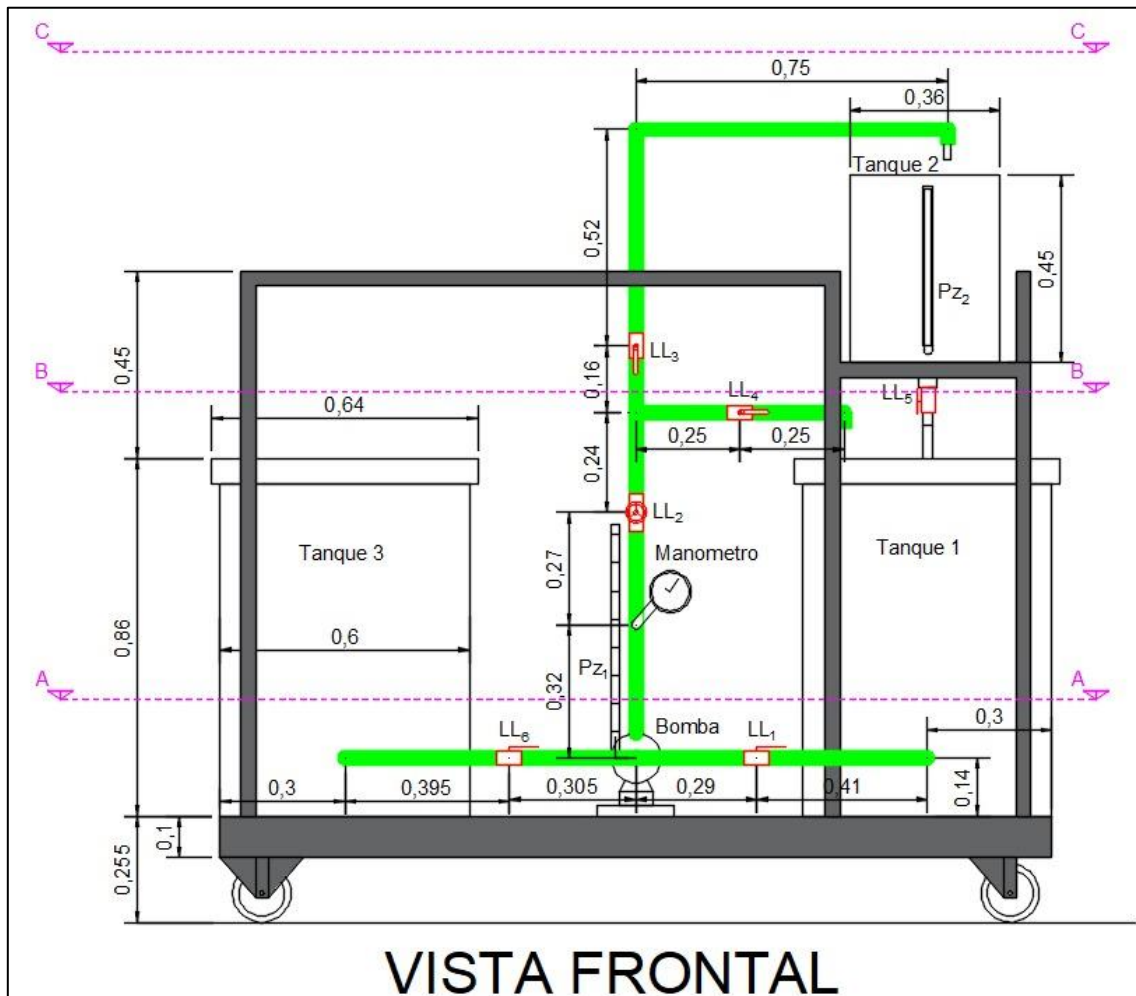


Figura N°3. Vista Frontal del circuito del Banco de prácticas hidráulicas



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

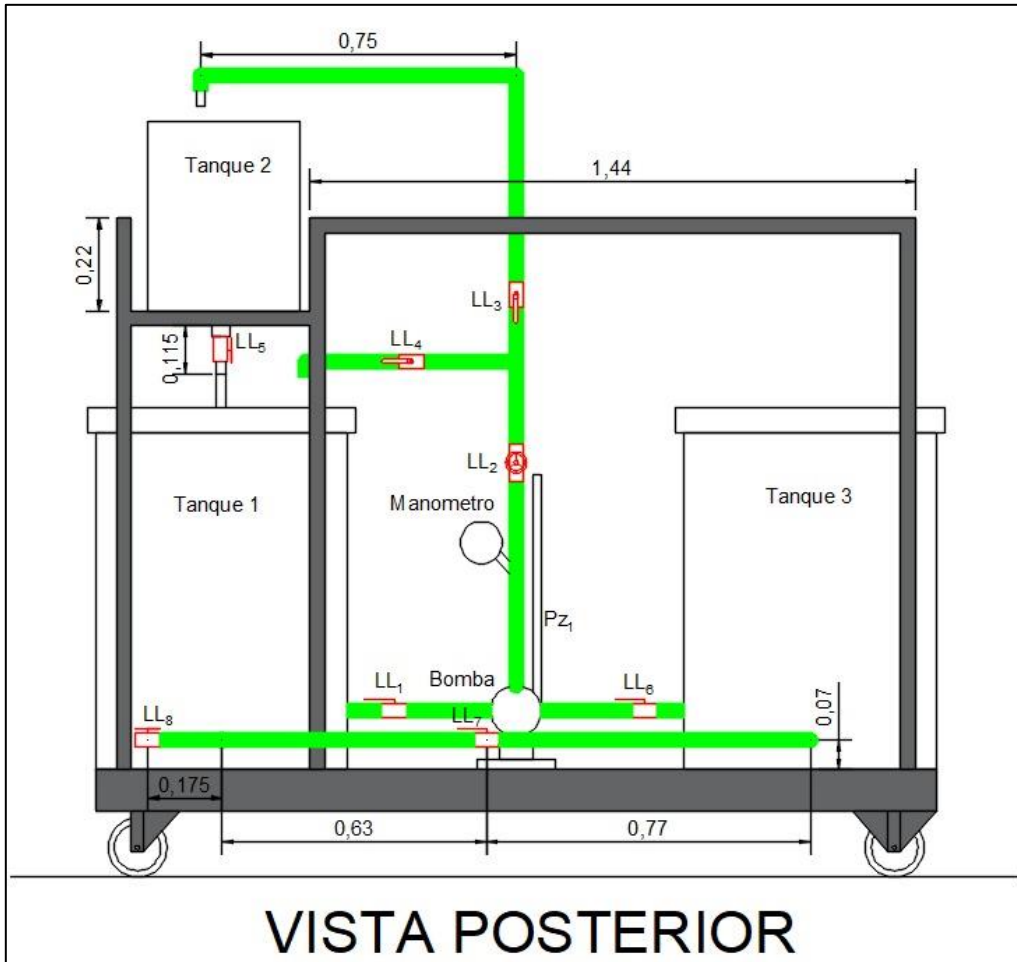


Figura N°4. Planta posterior del Banco de prácticas hidráulicas

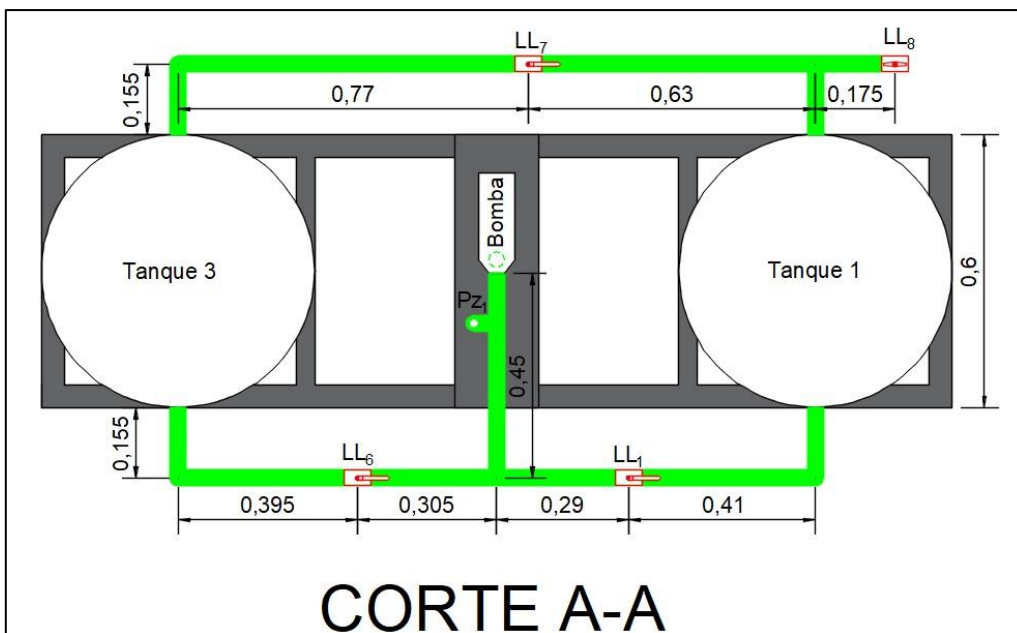


Figura N°5. Corte AA del Banco de prácticas hidráulicas



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

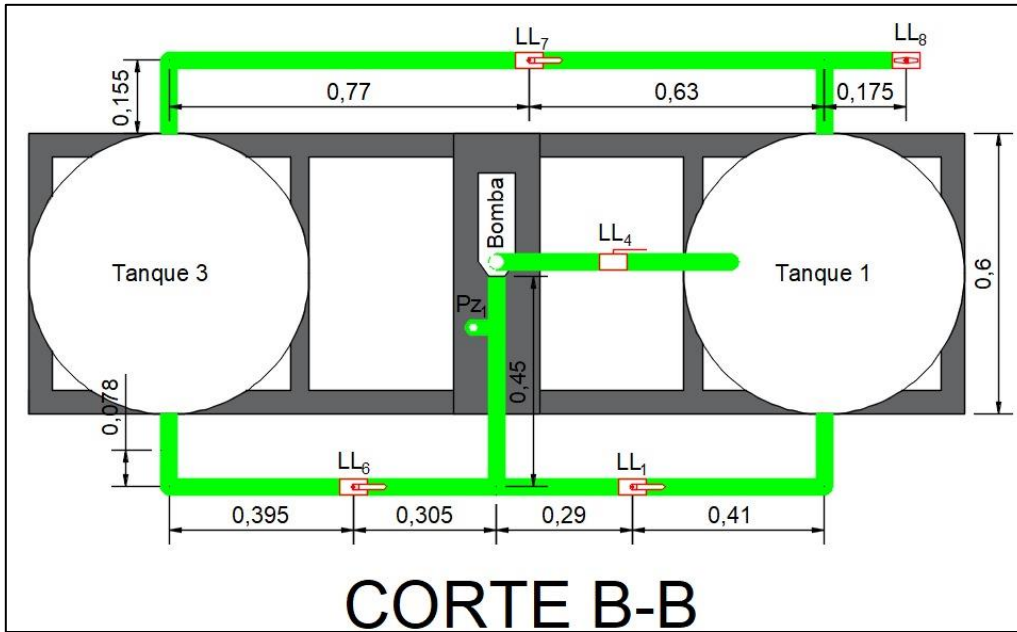


Figura N°6. Corte BB del Banco de prácticas hidráulicas

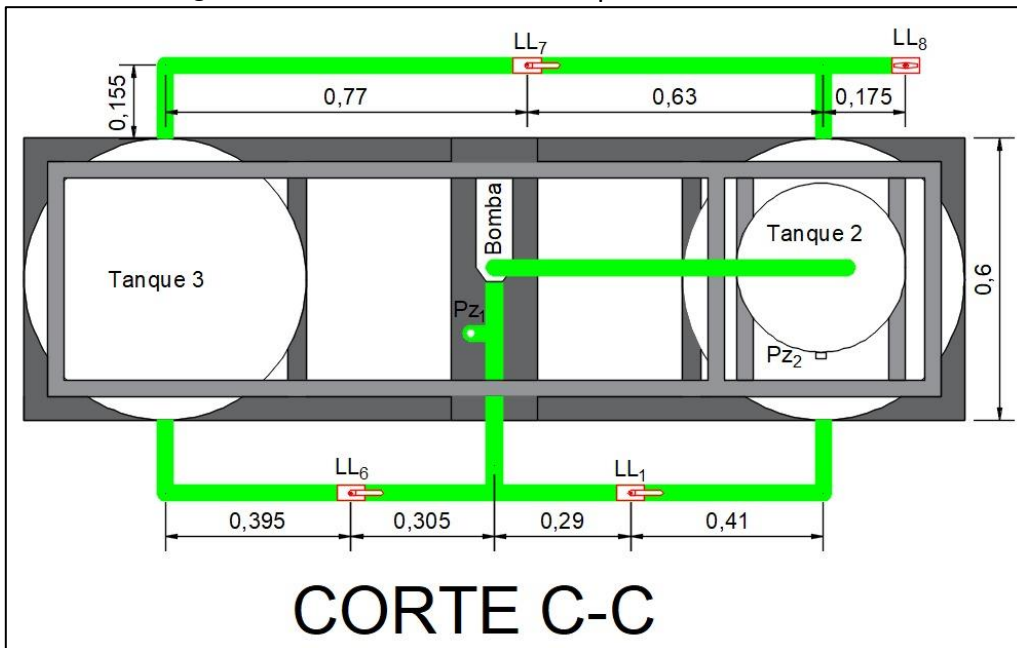


Figura N°7. Corte BB del Banco de prácticas hidráulicas

## Procedimiento de Laboratorio

### Puesta en funcionamiento del dispositivo

Se deberá cargar de agua el Tanque N°2 hasta el nivel predeterminado en el mismo teniendo en cuenta que:

- Las llaves de paso (válvulas) que se encuentran sobre la cañería de desagote se encuentren cerradas.
- Las llaves de paso LLP1 y LLP5 deben estar cerradas.
- Las llaves de paso LLP2, LLP3 y LLP4 abiertas.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

- Colocar el Piezómetro 1 sobre una regla calibrada.

*Para encender el equipo de bombeo se deberá:*

- Cerrar previamente al encendido de la bomba, la llave de paso LLP3.
- Encender el equipo de bombeo.
- Abrir lentamente la llave de paso LLP3 de modo que se purgue el aire contenido en la cañería y se eviten variaciones bruscas de presión.
- Una vez en régimen, regular la apertura de la llave de paso LLP3 de manera de determinar el caudal para distintos grados de apertura.

### **Mediciones de Laboratorio**

*Para la determinación de caudales que circulan en base a la medición de la pérdida de energía en la tubería de aspiración.*

- Medir la altura de agua en el Tanque N°2.
- Medir la altura piezométrica del Piezómetro 1.
- Calcular el caudal mediante el planteo de Bernoulli entre el Tanque N°2 y el Piezómetro 1. (Tener en cuenta las pérdidas de los accesorios)

*Determinación de la Altura manométrica de la bomba para cada caudal medido.*

- Medir la altura piezométrica del Piezómetro 1.
- Leer en el manómetro la presión relativa que indica el mismo.
- Mediante la expresión de Bernoulli entre el Piezómetro 1 y el Manómetro, obtener el valor de la altura manométrica para el caudal obtenido anteriormente.

*Determinación del coeficiente de descarga del orificio para cada caudal de circulación.*

- Medir la altura piezométrica del Piezómetro 2.
- Mediante el planteo de la ecuación de Bernoulli obtener el coeficiente de descarga del orificio.

### **Parada del circuito**

*Cerrar completamente la llave de paso LLP3.*

*Apagar la bomba.*

### **Informe de la Práctica**

En una planilla Excel indicar los niveles medidos en el Tanque N°2, Piezómetro 1 y Piezómetro 2, y la presión relativa del manómetro. En la misma tabla realizar los cálculos solicitados.

### **Conclusiones**

El Grupo presentará un informe de la práctica (máximo 1 carilla) con la descripción de las tareas realizadas y su opinión sobre los resultados obtenidos.

### **Base teórica y nomenclatura**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

- Anexo II:
  - FPI-013: Evaluación de alumnos integrantes.

**Unidad Académica: Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT)**

**Código: C2-ING-078**

**Título del Proyecto: “Análisis y Desarrollo de Laboratorio de Hidráulica remoto en el conurbano bonaerense”**

Director del Proyecto: Ing. Pablo Espiñeira

Programa de acreditación: PROINCE.... CyTMA2: X.

Fecha de inicio: 01/01/2021.

Fecha de finalización: 31/12/2022

---

### 1. Datos del alumno

Apellido y Nombre: ALZU VELAQUEZ, Trinidad Yolanda

DNI: 40.512.650

Unidad Académica: Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT)

Carrera que cursa: Ingeniería Civil.

Período evaluado: 01/01/2022 a 31/12/2022.

2. Dictamen de evaluación de desempeño del alumno:

2.1 Satisfactorio: X

2.1 No satisfactorio:

Fundamentos del dictamen:

La estudiante ha mostrado predisposición al trabajo y colaborado en las tareas de recopilación de información sobre ensayos de hidráulica, también ha realizado ensayos y toma de datos de la práctica propuesta para poner a punto el ensayo modelo.

3. Propuesta de continuidad en el proyecto (si corresponde según duración estimada)

*Colocar una cruz donde corresponda*

3.1 Continuar en el presente proyecto:

3.2 No continuar en el presente proyecto:

Fundamentos del dictamen: El proyecto finalizó el 31/12/2022.

SAN JUSTO, 23/02/2023.

.....  
Lugar y fecha

  
PABLO A. ESPÍÑEIRA  
Ing. Civil - Ing. laboral  
Mat. CPIC Nº 15489 - Reg. HyST Nº E108

.....  
Firma del Director

PABLO ESPÍÑEIRA

.....  
Aclaración de firma





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

- Anexo III:  
Nota justificando baja de integrantes del equipo de investigación.


**Dra. Bettina Donadello**  
**Secretaria de Investigaciones**  
**DIIT – UNLaM**  
**S / D**

Por la presente me dirijo a usted para informar que el 31/12/2021 ha finalizado la participación del alumno Bellana, Leandro – DNI 32.419.830, del proyecto C2-ING-078, del cual soy Director.

Motivan la baja, la razón que, Leandro Bellana ha finalizado la carrera de Ingeniería Civil e iniciado los trámites para el otorgamiento del título.

Si bien en todo momento ha mostrado buena predisposición al trabajo, a partir del año 2022, él mismo manifestó la voluntad de canalizar todas sus energías en desarrollarse laboralmente en el ámbito de la ingeniería, razón por la cual entiendo pertinente liberarlo de su participación en el grupo de trabajo para avocarse de lleno a su desarrollo profesional y personal.

Sin otro particular, saludo atentamente,

SAN JUSTO, 05/04/2022.	 PABLO A. ESPÍÑEIRA Ing. Civil - Ing. laboral Mat. CPIC Nº 15489 - Reg. HyST Nº E108	PABLO ESPÍÑEIRA
.....	.....	.....
Lugar y fecha	Firma del Director	Aclaración de firma

  
PABLO ESPÍÑEIRA  
DNI 23477015.

Firma y aclaración  
del director del proyecto.

Lugar y fecha : San Justo, 09 de marzo de 2023.