



UM-LIM-LIDI II Proyecto final de semestre.

**“Solución Bajo Presión”**

**INTEGRANTES**

Balmori Hamue Pedro José - 201800385

De la Cruz Mera Pablo - 201800690

Farías Sosa Aurora - 220183051

Morales Parra Montserrat - 201800598

**Equipo:** Impacto

Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica

Licenciatura en Ingeniería en Diseño Industrial

Universidad Mondragón. El Marqués, Qro. México

Diciembre 2019

**ÍNDICE DEL CONTENIDO**

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN.	4
2. PROPUESTA DE TRABAJO.	5
3. DIAGNÓSTICO Y JUSTIFICACIÓN.	6
4. IDEACIÓN Y DESARROLLO CONCEPTUAL.	10
5. MEMORIA DESCRIPTIVA.	12
6. PLAN DE FABRICACIÓN.	15
7. LISTA DE PIEZAS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS.	19
8. PLANOS.	21
9. CÁLCULOS TÉCNICOS	25
10. PRESUPUESTO.	32
11. PRUEBAS.	33
12. PROBLEMAS ENCONTRADOS Y SOLUCIÓN ADOPTADA.	33
13. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.	33
14. VALORACIÓN DEL PROYECTO.	34
15. ANEXOS.	33

## RESUMEN

El tema de proyecto fin de 3er semestre es "Impacto Social", por lo cual, hemos decidido ayudar a la Capilla San Maximiliano María Kolbe, la cual actualmente alberga a más de 30 mujeres de escasos recursos con algún déficit o problema mental, el establecimiento se encuentra en San Pedrito Peñuelas, es un lugar sencillo el cual presenta altos insumos de energía y varias fallas en la instalación hidráulica, así mismo como en la distribución de ella. En conjunto con ellos se busca trabajar de tal manera que podamos solucionar los problemas previamente mencionados en sus instalaciones.

El objetivo general de este proyecto es planificar y plasmar en este documento la información recaudada durante el proceso de creación de un dispositivo capaz de regular y distribuir debidamente la presión de agua emitida por una bomba Hidroneumática con potencia de 0.85HP, buscando (como opción extra) aprovechar la presión de agua de la misma bomba para generar energía térmica o eléctrica.

Nuestra propuesta de trabajo es: Resolver el problema de fugas y humedad que presenta la Capilla San Maximiliano en sus cuartos de lavado y sus regaderas, el cual se realizará un estudio de su sistema de tuberías, y todo lo que esté conectado a él, tanto las bombas hidroneumáticas conectadas, los presurizadores, las regaderas y las lavadoras.

Por otra parte, el problema que la Capilla San Maximiliano presenta, está relacionado con la presión máxima que presenta la bomba marca Pedrollo, la cual tiene una presión de 10 bar (1,000,000 pascales). Nuestro beneficiario se enfrenta la problemática de alta presión de agua generada por la bomba, la cual al viajar por tuberías demasiado angostas causa: goteras, bote de empaques, fugas en lavadoras, fugas en baños y a su vez daños y brotes de humedad en las instalaciones que afectan la calidad de vida de las habitantes.

Para el desarrollo de este proyecto se plantearon distintas opciones para dar solución a la principal problemática que enfrenta el personal y las habitantes de la Capilla San Maximiliano María Kolbe, siendo esta problemática la presión excesiva de agua por uso de una bomba hidráulica demasiado grande.

- Esta
- por presión  
otros dos cami
- un
- vechar
- a) La primera solución fue reemplazar la bomba actual por una nueva bomba que genere la presión adecuada de acuerdo a las necesidades del beneficiario, modificando posteriormente tuberías. idea que fue descartada tanto por los costos que ésta generaría.
  - b) La segunda opción planteó la solución de la problemática con un sistema de repartición de presión de agua, esto se lograría con ayuda de tuberías y codos que dividirá la presión de agua primero dos caminos, uno de ellos iría directamente hacia las lavadoras, ya que éstas ocupan mayor que los lavabos y regaderas, mientras que el segundo camino se volvería a dividir en otros dos caminos.
  - c) En la tercera se planteó la misma solución que la pasada opción (#2), solo que se agregarían válvulas de presión en las tuberías próximas a las salidas para lavabos y regaderas, así se tendría segundo control de presión y los empaques no se botaran.
  - d) En la cuarta y final opción proponemos desarrollar una hélice generadora hidroeléctrica, la cual estará instalada dentro de la tubería, ésta, en conjunto con la presión de la bomba logrará aprovechar la presión emitida para producir electricidad y a su vez una mejor distribución del flujo.

Por lo descrito anteriormente y demás opciones de viabilidad, que se trataran más a fondo en el contenido de la memoria, se decidió por la cuarta opción.

Para el plan de fabricación:

Lo primero que necesitamos es tener todos los datos necesarios de la situación real para que el prototipo sea lo más cercano a la realidad y así poder garantizar los resultados deseados, para esto tendremos que:

- a) Crear un mapa de la instalación hidráulica (tuberías de agua), con esto lograremos tener una mejor idea del camino de las tuberías de agua.
- b) Tomar las medidas de las tuberías actuales, y encontrar el tubo que divide el flujo hacia las regaderas, los lavabos, y las lavadoras, este dato es de suma importancia ya que este será el punto donde se realizará la instalación del prototipo.
- c) Encontrar, con ayuda de fórmulas, la presión de agua actual de lavadoras, lavabos, y regaderas, estos datos nos ayudarán a darnos una mejor idea de cuánta presión se tiene que tomar para cada salida de cada tubo.

Una vez recabados estos datos, podemos proseguir a la fabricación del **prototipo**.

- a) Lo primero es encontrar una bomba para realizar una prueba concepto. Decidimos usar una bomba JT-800 que tomará el lugar de la bomba hidráulica que posee el beneficiario.
- b) Ya que la realización de un generador eléctrico es bastante complicada, se optó por conseguir un producto similar a la hélice hidráulica al que se instalará al beneficiario pero en tamaño maqueta.
- c) Para medir los datos que obtendremos, decidimos instalar en el prototipo un sensor de flujo el cual es reciclado de un PFS anterior.
- d) Los datos recaudados por el sensor serán impresos en una pantalla pequeña.

Para el proyecto real:

- a) La hélice se instalará dentro de un tubo de PVC de 5cm de diámetro. Se pondrán sensores de pas-cal antes del punto, para ver a qué presión está llegando nuestro fluido, y después de la turbina, se instalará el segundo sensor de presión, para saber cuánto está disminuyendo la presión y si es la adecuada para las regaderas y la lavadora.

En cuanto a los materiales, cálculos y pruebas del prototipo, se abordarán más adelante en su debida sección, para lograr profundizar correctamente en el proyecto. Además, en la sección "Anexos", se incluirán las referencias y los datos ( fórmulas y tablas) obtenida del libro de Crane para los cálculos.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El tema de proyecto fin de 3er semestre es "Impacto Social", por lo cual, hemos decidido ayudar a la Capilla San Maximiliano María Kolbe, la cual actualmente alberga a más de 30 mujeres de escasos recursos con algún déficit o problema mental, el establecimiento se encuentra en San Pedrito Peñuelas, es un lugar sencillo el cual presenta altos insumos de energía y varias fallas en la instalación hidráulica,

así mismo como en la distribución de ella. En conjunto con ellos se busca trabajar de tal manera que podamos solucionar los problemas previamente mencionados en sus instalaciones.

El objetivo general de este proyecto es planificar y plasmar en este documento la información recaudada durante el proceso de creación de un dispositivo capaz de regular y distribuir debidamente la presión de agua emitida por una bomba Hidroneumática con potencia de 0.85HP, buscando (como opción extra) aprovechar la presión de agua de la misma bomba para generar energía térmica o eléctrica.

El correcto funcionamiento de este proyecto se medirá al lograr regular la presión de agua hacia tres salidas principales: lavabos, regaderas, y lavadoras, cada una necesitando una presión personalizada para garantizar un funcionamiento óptimo. Al regular la presión de agua conseguiremos por un lado; garantizar el mejor aprovechamiento de la presión de agua generada por la bomba Hidroneumática y por otro; detener las goteras, humedad, y daños generados por la presión excesiva en tuberías dentro de las paredes.

A continuación se podrán encontrar diferentes apartados los cuales servirán de ayuda para poder entender en su totalidad el proyecto que se estará llevando a cabo, en el apartado de propuesta de trabajo se busca entender qué es lo que se quiere hacer, en diagnóstico y justificación se explicarán el por qué se decidió que la propuesta de trabajo era la mejor forma de solucionar el problema, en la parte de ideación y desarrollo conceptual se explicará paso a paso lo que se hará así como se expondrán los avances que se obtuvieron a lo largo del semestre, en la memoria descriptiva estaremos exponiendo el perfil del comprador o acreedor de este proyecto, en el plan de fabricación se encontrará la estrategia que se seguirá para poder finalizar con éxito este proyecto, seguido de esto se encontrará una lista detallada de todos los materiales y herramientas que se están utilizando seguido de los planos y cálculos necesarios para lograr obtener un buen resultado, en la última sección se encontrarán las diferentes pruebas que nos ayudaron a llegar a un producto final seguidas de las conclusiones y resultados.

## **2. PROPUESTA DE TRABAJO.**

Resolver el problema de fugas y humedad que presenta la Capilla San Maximiliano en sus cuartos de lavado y sus regaderas.

Se realizará un estudio de su sistema de tuberías, y todo lo que esté conectado a él, tanto las bombas hidroneumáticas conectadas, los presurizadores, las regaderas y las lavadoras.

Resolver el problema de fugas y humedad que presenta la Capilla San Maximiliano.

Se realizará un estudio de su sistema de tuberías, y todo lo que esté conectado a él, tanto las bombas hidroneumáticas conectadas, los presurizadores, las regaderas y las lavadoras. Como tal, la propuesta de trabajo es el desarrollo de una turbina Kaplan, la cual vaya de la mano con la bomba dentro de la tubería para así, lograr una eficiente distribución del flujo dentro de las tuberías.

Los requisitos propuestos por la materia líder que han sido implementados son: el diseño de una propuesta de recuperación o aprovechamiento de energía térmica, el comprender y analizar los principios termodinámicas.

Para Ciencia, Tecnología y Química de los Materiales, se determinó la elección de ciertos materiales mediante la comparación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas.

Para principios de programación se desarrolló un algoritmo, el cual sea capaz de darnos la temperatura a la cual está sometida el flujo.

Para Mecánica de Fluidos se trabaja en base a la identificación y análisis de las fuerzas hidráulicas, sus pérdidas de carga, así como la identificación de si el flujo con el que se está trabajando es laminar o turbulento.

### 3. DIAGNÓSTICO Y JUSTIFICACIÓN.

El problema que la Capilla San Maximiliano presenta, está relacionado con la presión máxima que presenta la bomba marca Pedrollo, la cual tiene una presión de 10 bar (1,000,000 pascuales). Nuestro beneficiario se enfrenta la problemática de alta presión de agua generada por la bomba, la cual al viajar por tuberías demasiado angostas causa: goteras, bote de empaques, fugas en lavadoras, fugas en baños y a su vez daños y brotes de humedad en las instalaciones que afectan la calidad de vida de las habitantes.

El objetivo para este proyecto es el de identificar áreas de oportunidad para aplicar conceptos de presión, calor, y energía. De igual manera se busca resolver y aprovechar una problemática que el beneficiario presente para generar energía/ahorro.



1.1



1.2



1.3



1.4



1.5



1.6



1.7



1.8

Figuras 1.1 -1.5: Instalaciones de la Capilla San Maximiliano. Bomba de agua, la cual es parte del problema a solucionar. \*

Figura 1.6: Instalaciones de la Capilla San Maximiliano. Bomba pequeña de agua ajena al proyecto. \*

Figuras 1.7, 1.8: Instalaciones de la Capilla San Maximiliano. Daños causados por la problemática a resolver. \*

\*Fotografías realizada por integrantes del equipo.

Las restricciones que tienen es dependiendo a la solución que elijamos, ya que puede ir desde reducir la presión que la bomba está mandando a la tubería, hasta averiguar si hay que cambiar la tubería que la instalación pose. Se está estudiando todo el sistema, para hacer un diagrama, e identificar si hay alguna fuga o identificar el problema presente.

Las fuentes de investigación aplicadas para la documentación de la problemática son pertinentes y fidedignas y vuelcan información oportuna y debidamente medida.

La justificación en el contexto del problema.

En física, la presión (símbolo  $P$ ) es una magnitud física escalar que mide la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

Presión: Magnitud que se define como la derivada de la fuerza con respecto al área.

$$P = dF/dA$$

Cuando la fuerza que se aplica es normal y uniformemente distribuida sobre una superficie, la magnitud de la presión se obtiene dividiendo la fuerza aplicada sobre el área correspondiente.

$$P = F/A$$

Donde:

P: es la presión en Pa.

F: es la fuerza en N

A: es el área en m<sup>2</sup>

Se expresa en unidades del sistema internacional de unidades (SI) mediante la unidad derivada denominada pascal (Pa) que corresponde a un newton por sobre metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>), siendo el newton la fuerza aplicada a un cuerpo de masa igual a 1 kg que le produce una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>.

En la mayoría de los casos la presión se mide directamente por su equilibrio con otra presión conocida, que puede ser la de una columna líquida, un resorte, un pistón cargado con un peso conocido, un diafragma o cualquier otro elemento que puede sufrir una deformación cuantitativa cuando se le aplica la presión.

Presión absoluta: Es la presión medida con referencia al vacío perfecto o "cero absoluto" que es un sistema cerrado hipotético en el cual no existe ninguna molécula en su interior.

Presión atmosférica: Presión que ejerce la atmósfera que rodea la tierra (barométrica) sobre todos los objetos que se hallan en contacto con ella (la presión atmosférica cambia con la altura sobre el nivel del mar y las condiciones atmosféricas).

Presión atmosférica normal (estándar): Presión atmosférica equivalente a una atmósfera igual a 101325 Pa (En base a la resolución 4 de la 10a. Conferencia general de Pesas y Medidas. CGPM 1954).

Presión relativa: Presión mayor o menor a la presión atmosférica, es la presión medida con referencia a la presión atmosférica.

Presión diferencial: Presión entre dos sistemas aislados (la presión relativa es una presión diferencial en que la presión de referencia es la atmosférica).

Vacío: Presión menor a la presión atmosférica, el vacío también puede medirse con respecto al "cero absoluto" como una presión absoluta menor a la presión atmosférica.

**Manómetro:** Es el nombre genérico de los instrumentos que miden presión. Generalmente se usa para designar a los instrumentos que miden presión arriba de la presión atmosférica.

**Vacuómetro:** Es el instrumento que mide presión por debajo de la presión atmosférica, ya sea presión negativa o presión absoluta.

**Barómetro:** Es un instrumento que mide presión atmosférica o barométrica.

**Manovacúmetro:** Son los instrumentos que pueden medir presión relativa negativa y presión relativa positiva.

**Manómetro diferencial:** Instrumento que se utiliza para medir la diferencia de presión entre dos sistemas.

La diseminación de la unidad de presión en nuestro país, se realiza a partir de los patrones nacionales cuya exactitud se transfiere a otros patrones de medición mediante calibraciones sucesivas en los que intervienen los laboratorios secundarios acreditados, hasta finalizar en la calibración de los instrumentos utilizados cotidianamente en todas las actividades que involucren una medición. Este eslabonamiento de mediciones sucesivas establece la cadena de trazabilidad y tiene la finalidad de que el instrumento proporcione resultados compatibles con el valor o los valores del patrón nacional, confiables y uniformes en sus diferentes niveles de incertidumbre. Cuando el instrumento se enlaza a los patrones nacionales, en la forma indicada anteriormente, se dice que el resultado de su medición tiene trazabilidad.

Para la magnitud de presión (absoluta y relativa) el Laboratorio de Presión de LACOMET cuenta con balanzas de peso muerto (máquinas de pistón giratorio basadas en el principio de equilibrio de fuerzas), tanto en presión neumática como en presión hidráulica. Estas balanzas permiten diseminar la trazabilidad a los manómetros digitales patrón, que a su vez brindan el soporte de trazabilidad a la red de laboratorios de calibración y ensayo y a la industria nacional, mediante los servicios de calibración de manómetros, barómetros, y otros transductores.

En presión neumática se brindan servicios en el alcance de de 35 kPa a 7000 kPa y en presión hidráulica en el alcance de de 100 kPa a 120 000 kPa.

fórmulas e información recabada de: (2019).( 5 de Octubre 2019):<https://www.lacomet.go.cr/index.php/presion/magnitud-de-presion>

### **Sistemas Hidroneumáticos:**

Los equipos hidroneumáticos son sistemas creados especialmente para los sistemas de abastecimiento y distribución de agua. Estos se emplean principalmente en edificios e instalaciones con el objetivo de evitar la construcción de tanques elevados.

Los equipos hidroneumáticos son una de las opciones más eficientes y versátiles en el tratamiento de aguas. Estos funcionan con la colocación de un sistema parcial de tanques; los cuales son llenados con aire y sometido a presión. Este sistema logra que la red hidráulica obtenga una presión estable mejorando las funciones de los filtros, regaderas y lavadoras.

A su vez, los equipos hidroneumáticos ayudan a evitar que se acumule sarro en las tuberías, esto gracias al flujo moderado a bajas velocidades. Los sistemas hidroneumáticos no requieren de una red hidráulica ni de tanques, por lo cual se evita un problema con la humedad en paredes, fachadas y techos.

Por lo general los sistemas hidroneumáticos se basan en el principio de elasticidad y compresibilidad del aire, el cual habla de que cuando el aire es sometido a cierta presión, trabaja de la siguiente forma:

El agua almacenada es retenida en un tanque de almacenamiento, para posteriormente ser impulsada a un recipiente a presión, cuando esta entra aumenta el nivel del agua comprimiendo el aire, cuando se llega a una cierta presión se produce una señal a la bomba y tanque que inhabilita su capacidad de abastecer la red.

todo esto recabado de: (2019).(5 de Octubre de 2019):<https://www.aguamarket.com/tema-interes.asp?id=3913&tema=Que+es+un+hidroneumatico%3F>

#### **Cómo funciona una bomba presurizadora de agua:**

según el sitio web “Cómo Funciona” el objetivo de una bomba presurizadora de agua es darle presión a una red hídrica. Comúnmente se usa en redes domiciliarias porque las cañerías no son grandes o donde se requiere de más presión. Información obtenida de: CÓMO FUNCIONA UNA BOMBA PRESURIZADORA DE AGUA. (2019). (5 de octubre de 2019): <https://comofunciona.co.com/una-bomba-presurizadora-de-agua/>

- Para no incrementar la dificultad como el costo, para nosotros, y a la capilla San Maximiliano, con el resultado del estudio de su infraestructura, decidiremos bajar un poco la presión de su bomba, como también, pediremos que se haga una evaluación de las tuberías que hay, para buscar alguna fuga, y mantener la vida de las regaderas, y lavadoras que la Camila de San Maximiliano poseé.

#### **4. IDEACIÓN Y DESARROLLO CONCEPTUAL.**

San Para el desarrollo de este proyecto “Soluciones Bajo Presión”, se plantearon distintas opciones para dar solución a la principal problemática que enfrenta el personal y las habitantes de la Capilla Maximiliano María Kolbe, siendo esta problemática la presión excesiva de agua por uso de una bomba hidráulica demasiado grande.

Esta a) La primera solución fue reemplazar la bomba actual por una nueva bomba que genere la presión adecuada de acuerdo a las necesidades del beneficiario, modificando posteriormente tuberías. Esta idea que fue descartada tanto por los costos que ésta generaría, como por los problemas que acarrearía la instalación de las tuberías, y la falta de relación con las materias académicas requeridas para el proyecto fin de semestre.

b) La segunda opción planteó la solución de la problemática con un sistema de repartición de presión de agua, esto se lograría con ayuda de tuberías y codos que dividiría la presión de agua primero por dos caminos (cada uno ahora con un 50% de presión de agua), uno de ellos iría directamente hacia las lavadoras, ya que éstas ocupan mayor presión que los lavabos y regaderas, mientras que el segundo camino se volvería a dividir en otros dos caminos (cada uno ahora con 25% de presión de agua), cada uno de ellos en dirección a lavabos y regaderas respectivamente. Esta idea fue descartada ya que la presión reduciría mínimamente con ayuda de solo tuberías y codos.

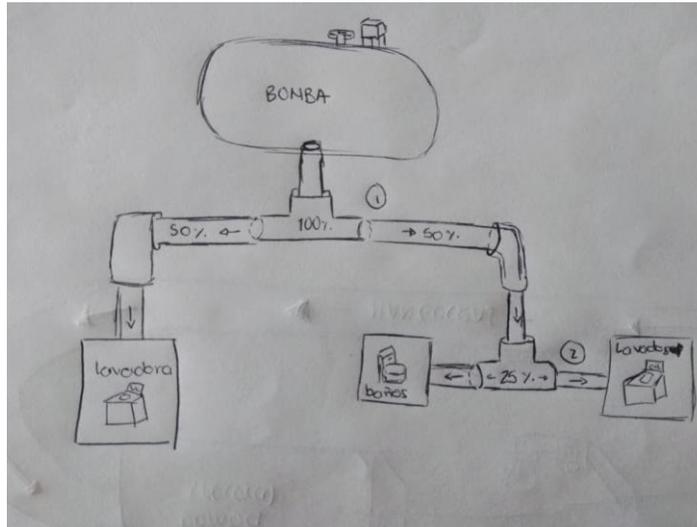


figura 1.9: Boceto realizado para tener una mejor idea de cómo funcionaría la segunda opción planteada

c) En la tercera se planteó la misma solución que la pasada opción (#2), solo que se agregarían un segundo control de presión y los empaques no se botarían. Está idea fue descartada debido a las mismas razones que la opción anterior (#2) ya que, aunque las válvulas fueran de ayuda, la presión que tendrían que regular es demasiada.

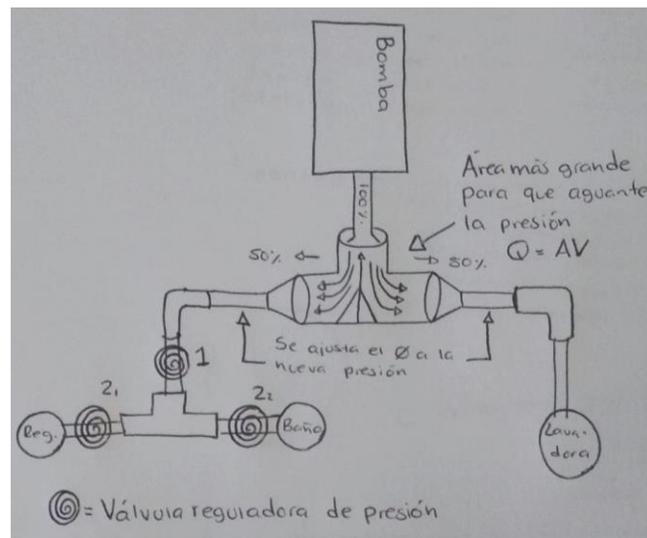
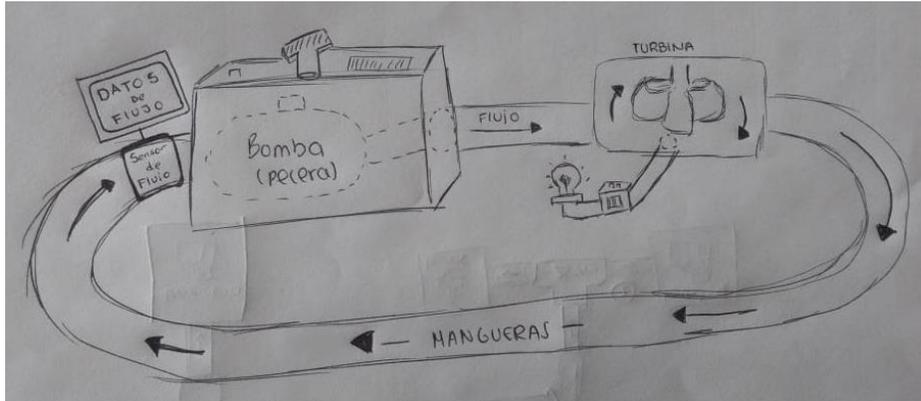


figura 1.10: Boceto de la 3ra opción considerada.

- d) En la cuarta opción proponemos desarrollar una hélice generadora hidroeléctrica, la cual estará instalada dentro de la tubería, ésta, en conjunto con la presión de la bomba logrará aprovechar la presión emitida para producir electricidad y a su vez una mejor distribución del flujo de agua, cumpliendo así su objetivo original de regular la presión de agua hacia las tres salidas: lavadoras, lavabos, y baños.



- e) Finalmente llevamos a nuestra quinta y final opción. Este boceto es una combinación del boceto anterior d) del cual mantuvimos la idea general de desarrollar una hélice generadora hidroeléctrica, instalada dentro de la tubería, la cuál, en conjunto con la presión de la bomba logrará aprovechar la presión emitida para producir electricidad y a su vez una mejor distribución del flujo de agua, y el tercer boceto c) del cual tomamos el apoyo visual de físicamente crear tres canales cada uno con su salida respectiva a lavabos, regadera, y lavadoras.

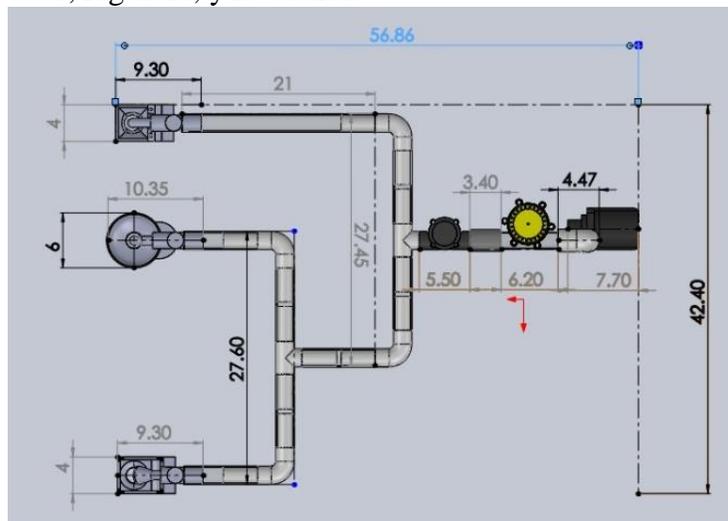


figura 1.11.1: Boceto de la última opción propuesta y por la cual se optó seguir adelante con el proyecto.

## 5. MEMORIA DESCRIPTIVA.

Para poder resolver la problemática que se nos ha presentado haremos uso de una turbina kaplan (turbina hidráulica), estas se usan en pequeños saltos con grandes caudales, lo que las hace idóneas tanto en posición horizontal como vertical; por su similitud con las turbinas Bulbo, empleadas tanto en

centrales maremotrices como en algunas minicentrales hidráulicas, a continuación describiremos brevemente su aplicación y funcionamiento.

Lo que hace a nuestra turbina una turbina kaplan es el rodete el cual está compuesto por unas pocas palas, que le confieren forma de hélice de barco; cuando éstas sean fijas, se llama turbina hélice, mientras que si son orientables se denominan turbinas Kaplan; en ambos casos las turbinas funcionan con un único sentido de giro de rotación; son pues turbinas irreversibles.

En las turbinas Kaplan el cubo de la hélice, o cabeza del rodete, llega a tener un diámetro de hasta 0,4 del diámetro del tubo de aspiración  $d_3$ , con lo que se mejora mucho la circulación del agua, alcanzando valores encima de 850 y terminando en su parte inferior en una caperuza cónica que mejora la conducción del agua hacia el tubo de aspiración.

tabla 1.1:

Tabla V.1.- Número de palas  $Z$  en función del número específico de revoluciones  $n_s$

$n_s$	400-500	500-600	600-750	750-900	> 900
$Z$	7 a 8	6	5	4	3
$H_m$ (metros)	60	50	40	20	5
Relación de cubo	0,6	0,55	0-5	0,4	0,3

Los álabes de la turbina se describirán en la siguiente imagen:

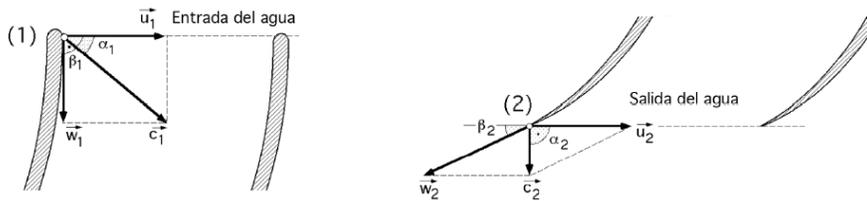


Fig V.2.- Triángulos de velocidades

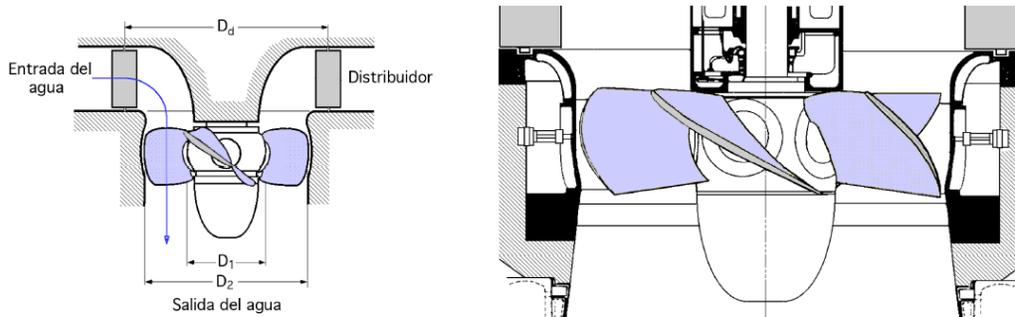
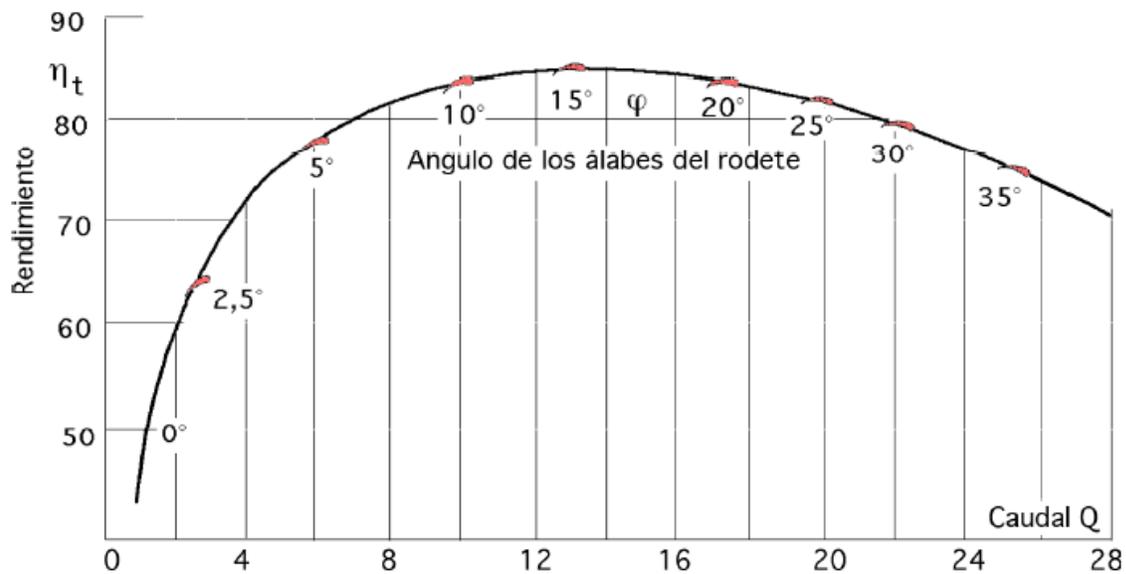


Fig V.3.- Rotor de una turbina Kaplan

figura 1.12: partes de la turbina. Obtenida de: (2019). (15 de noviembre de 2019): <http://files.pfernandezdiez.es/Turbinas/Hidraulicas/PDFs/05Turb.Hidr.pdf>

En el interior del cubo se encuentra el mecanismo de giro de las palas del rodete, lo que obliga a que el número de las mismas sea pequeño, que puede aumentar al crecer el salto y las dimensiones del rodete.

En las turbinas kaplan puede haber diferentes tipos de turbinas y eso se define de acuerdo al ángulo de los álabes los cuales tienen diferente rendimiento dependiendo del mismo.



gráfica 1.1.1: Rendimiento de turbina Kaplan

El objeto que realizaremos tendrá dos objetivos, reducir la presión existente en la tubería, causada por la bomba, esta bomba tenía el fin de regular la presión de regaderas y poder abastecer de manera óptima las lavadoras, por lo que nuestro proyecto podrá reducir esto mismo, y además poder aprovechar el flujo del agua para poder generar energía, mediante una turbina, el cual será movida por el fluido, y generará energía que después puede ser ocupada, con el fin que guste, el beneficiario en cuestión.

Estará hecho de materiales resistentes a la corrosión, al óxido, y que sea un material no tóxico, como los son el pvc y el acero inoxidable, el cual al ser una aleación de hierro, hace que sea un proyecto que tenga una vida larga.

Además tendrá un sensor de caudal para poder saber a qué presión el líquido está fluyendo y saber si es necesario aumentar la presión o disminuirla, y una válvula reguladora de presión.

Dónde estará ubicada, requerirá un aumento del diámetro, ya que la turbina no cabe en la tubería actual, por lo que se debe introducir un tubo de pvc y adaptarla a la tubería actual

Sus partes serán la turbina, un sensor de caudal, Tubo de pvc para realizar codos en las tuberías, una barra muy pequeña que permitirá a la turbina girar sobre su propio eje, hecho de acero inoxidable, y un sujetador de esa barra para que a turbina no se desplace por la tubería.

Se tomó la decisión de usar estos materiales porque son los más adecuados para el problema que vamos a resolver, debido a que el medio en el que estamos es agua, en diferentes temperaturas, enfrentando problemas como corrosión, oxidación, y bacterias.

A continuación se presentará una tabla la cual explicará el por qué hemos decidido adoptar esta solución y no otra.

## 6. PLAN DE FABRICACIÓN.

Para este prototipo, lo primero que necesitamos es tener todos los datos necesarios de la situación real para que el prototipo sea lo más cercano a la realidad y así poder garantizar los resultados deseados, para esto tendremos que:

- Crear un mapa de la instalación hidráulica (tuberías de agua), con esto lograremos tener una mejor idea del camino de las tuberías de agua.
- Tomar las medidas de las tuberías actuales, y encontrar el tubo que divide el flujo hacia las regaderas, los lavabos, y las lavadoras, este dato es de suma importancia ya que este será el punto donde se realizará la instalación del prototipo.
- Encontrar, con ayuda de fórmulas, la presión de agua actual de lavadoras, lavabos, y regaderas, estos datos nos ayudarán a darnos una mejor idea de cuánta presión se tiene que tomar para cada salida de cada tubo.

Una vez recabados estos datos, podemos proseguir a la fabricación del **prototipo**.

- Lo primero es encontrar una bomba para realizar una prueba concepto. Decidimos usar una bomba JT-800 que tomará el lugar de la bomba hidráulica que posee el beneficiario.



figura 1.13.1: Bomba hidráulica.

- Ya que la realización de un generador eléctrico es bastante complicada, se optó por conseguir un producto similar a la hélice hidráulica al que se instalará al beneficiario, pero en tamaño escala.



figura 1.14.1: generador hidroeléctrico

- c) Para medir los datos que obtendremos, decidimos instalar en el prototipo un sensor de caudal el cual es reciclado de un PFS anterior.

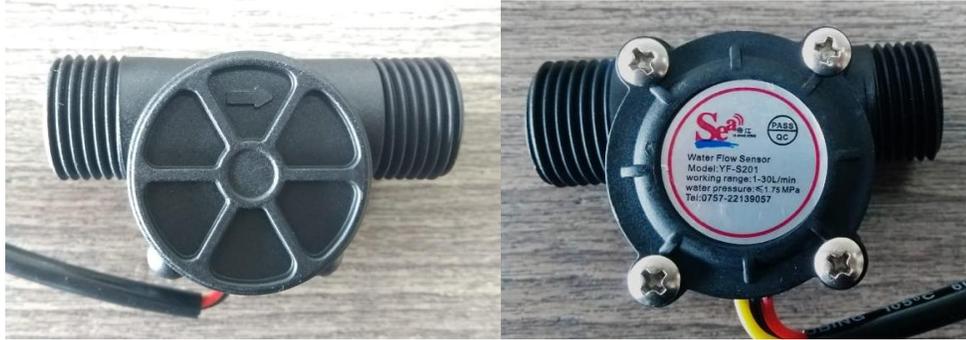


figura 1.15.1: sensor de caudal

- d) Los datos recaudados por el sensor serán impresos en una pantalla pequeña.



figura 1.16.1: Pantalla OLED



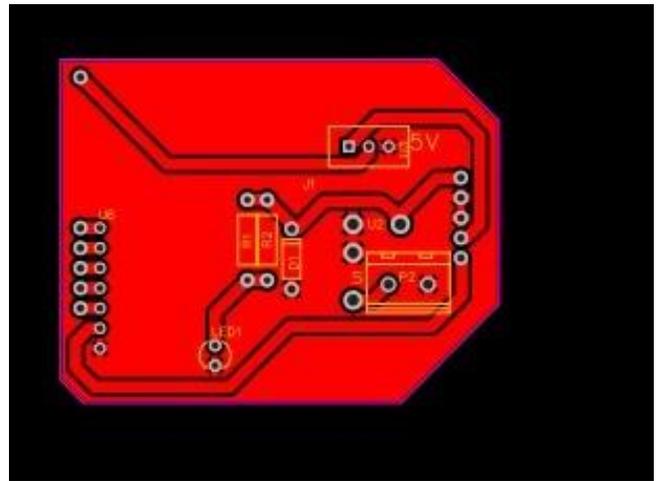
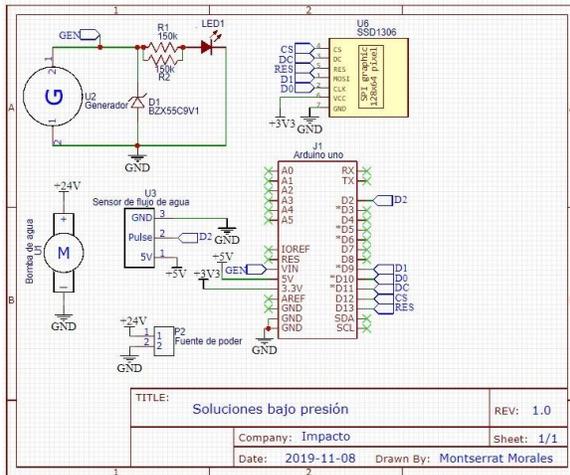
```

{ checkFlow(); oldTime = millis();
}

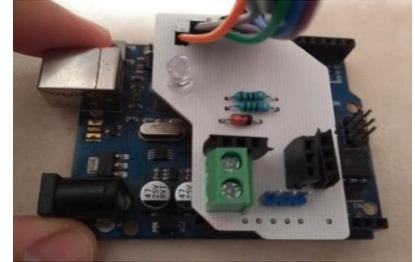
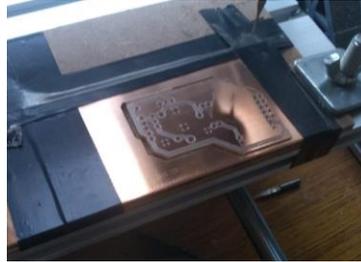
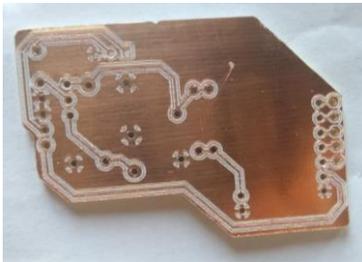
```

f) Planeación, desarrollo y resultado del circuito electrónico del prototipo

### PLANEACIÓN



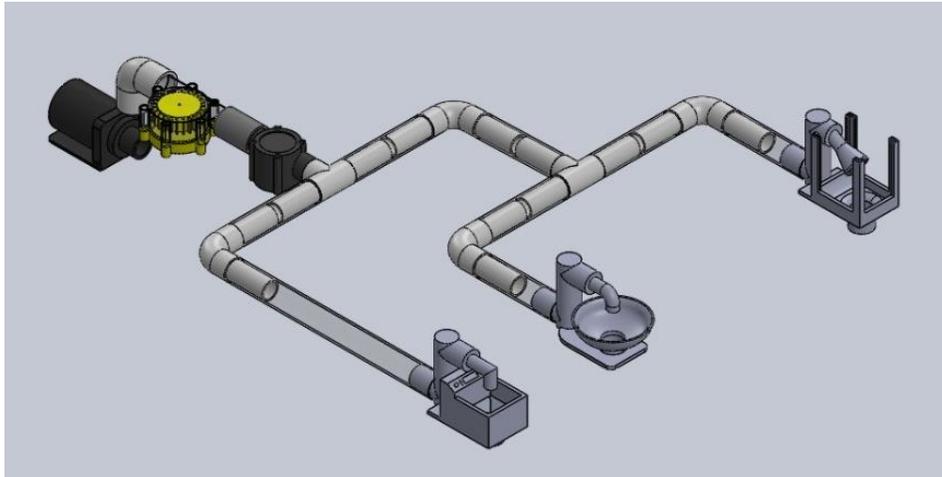
### DESARROLLO



### RESULTADOS



figura 1.11.2:Diseño del prototipo



Para el proyecto real:

- a) La hélice se instalará dentro de un tubo de PVC de 5cm de diámetro. Se pondrán sensores de pascal antes del punto, para ver a qué presión está llegando nuestro fluido, y después de la turbina, se instalará el segundo sensor de presión, para saber cuánto está disminuyendo la presión y si es la adecuada para las regaderas y la lavadora.

7. **LISTA DE PIEZAS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS.**

- TABLA A: Para identificar cada parte del objeto y facilitar su descripción, a cada pieza se le asignará un número que será el mismo con el que aparece en los planos. Junto a dicho número se indicará su denominación, el número de unidades de cada pieza y el material del que está fabricada. Se realizará un dibujo de cada pieza a tamaño real, siempre que sea posible y este dibujo debe de estar acotado.
- TABLA B: En una lista se indicarán todos los materiales necesarios para construir el objeto, incluyendo su montaje y acabado. Se incluirán tanto los materiales nuevos, como los reciclados, así como los componentes comerciales que se hayan utilizado.
- TABLA C: En una lista se indicarán todas las herramientas que se han utilizado para construir el objeto, incluyendo su montaje y acabado.

Tabla A (tabla 1.2):

Número de ubicación	Cantidad	Objeto	Material
#1	1	Pantalla OLED 160°	Vidrio, diodo orgánico de emisión de luz

#2	1	Sensor de presión hidroeléctrico	Plástico ABS, cobre
#3	1	Generador hidroeléctrico de energía	Plástico HDPE, cobre
#4	1	Bomba de agua Solar 7DC JT-800	Plástico ABS, cobre
"Mangueras"	4m	Manguera Transparente	Plástico ATP

Tabla B (Tabla 1.3):

Cantidad	Objeto
1	Pantalla OLED 0.96"
1	Sensor de presión hidroeléctrico
1	Generador hidroeléctrico de energía
1	Bomba de agua Solar7DC JT-800
4m	Manguera Transparente
2	Resistencia 150 Ohm
1	Diodo Zener 3.3V
1	LED ultrabrillante rojo
2m	Cable calibre 22 AWG
2	Fuente de poder a 12V
1	Arduino

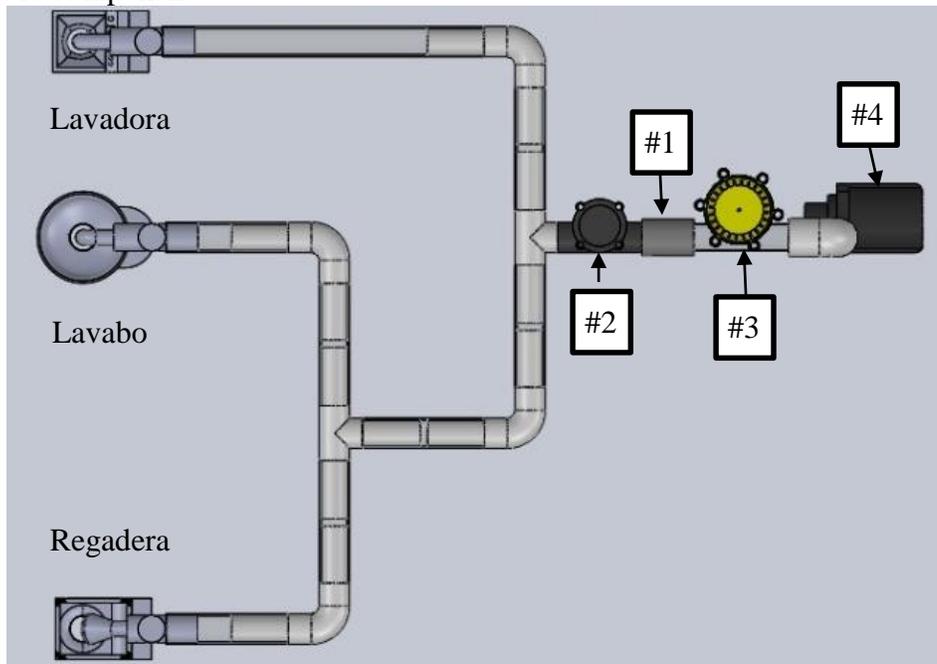
TABLA C (Tabla 1.4):

HERRAMIENTAS
Multímetro

Pinzas de corte
Cutter
Tijeras
ProtoBoard
Cautín
Estaño
Computadora
Dremel

8. **PLANOS.**

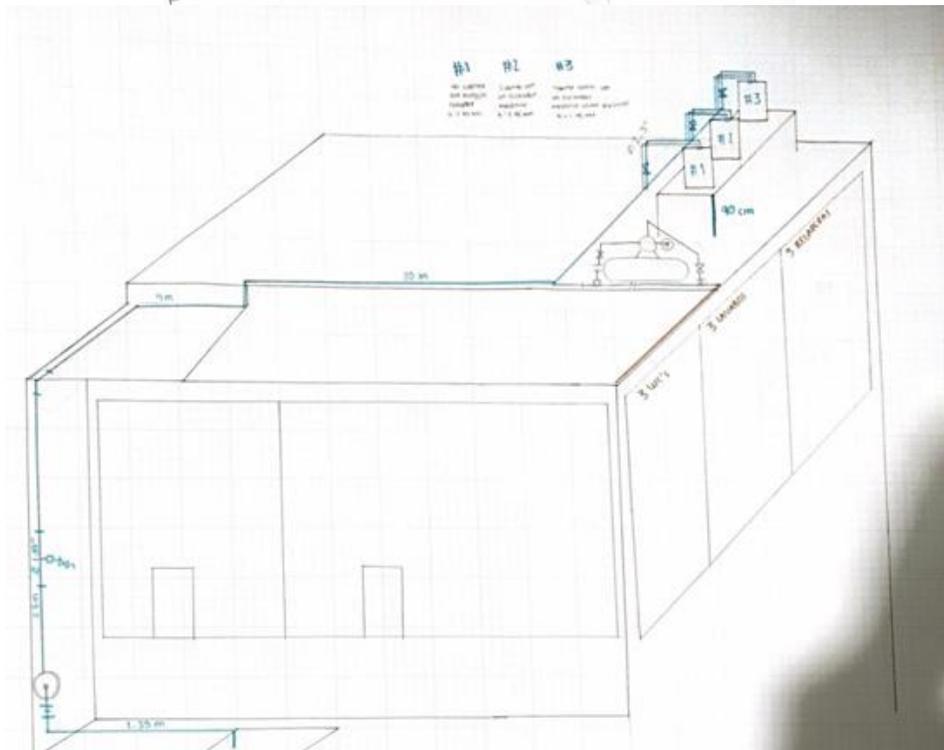
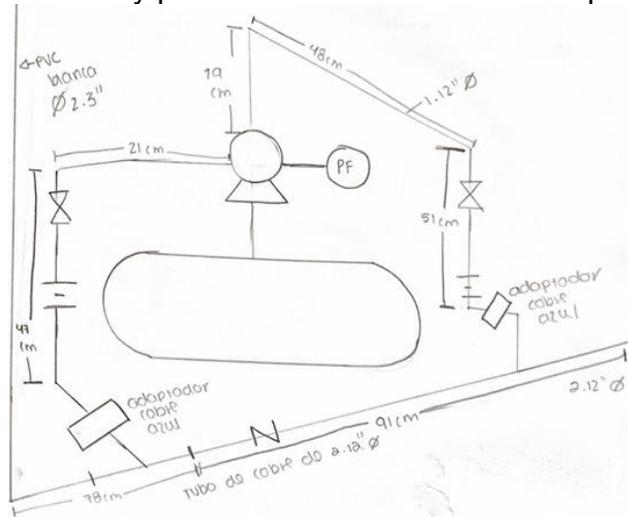
a) figura 1.18: Croquis en perspectiva del objeto en conjunto, señalando con un número cada una de las piezas que lo componen.

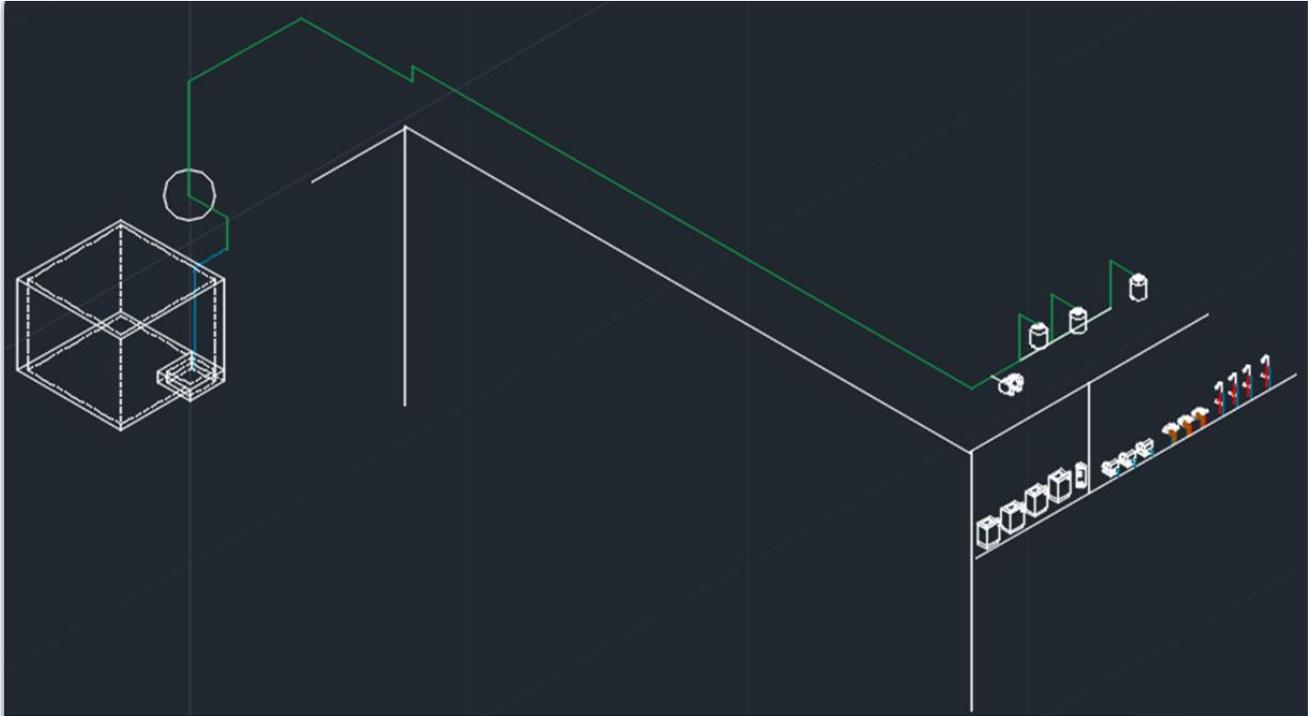




figuras 1.13.2-1.16.2

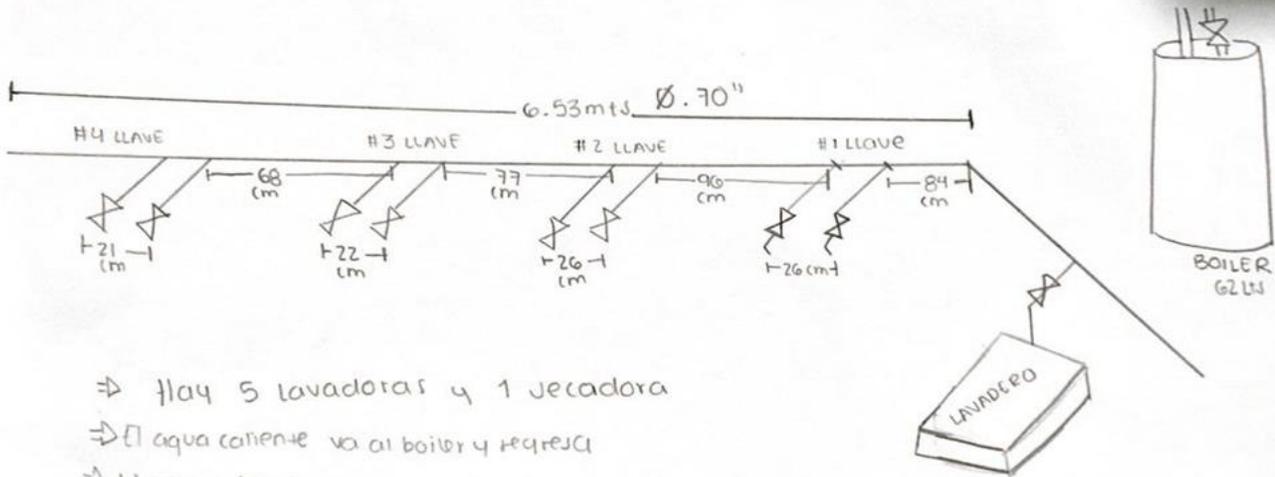
b) figuras 1.19-1.23: Alzado y perfil de los elementos más importantes del objeto.



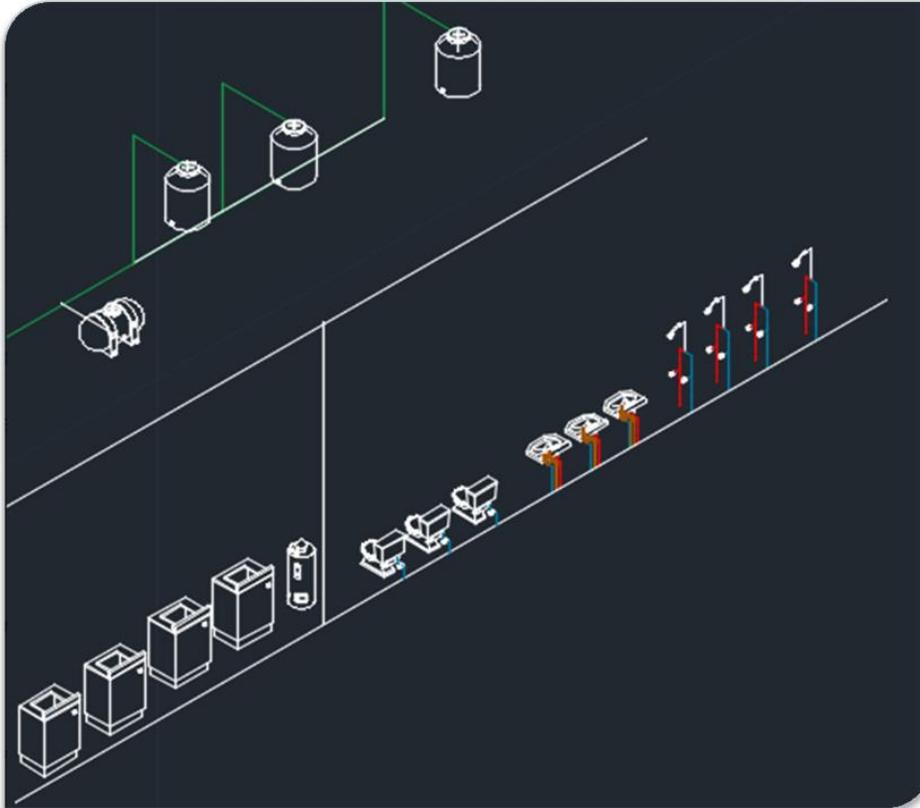


(C)

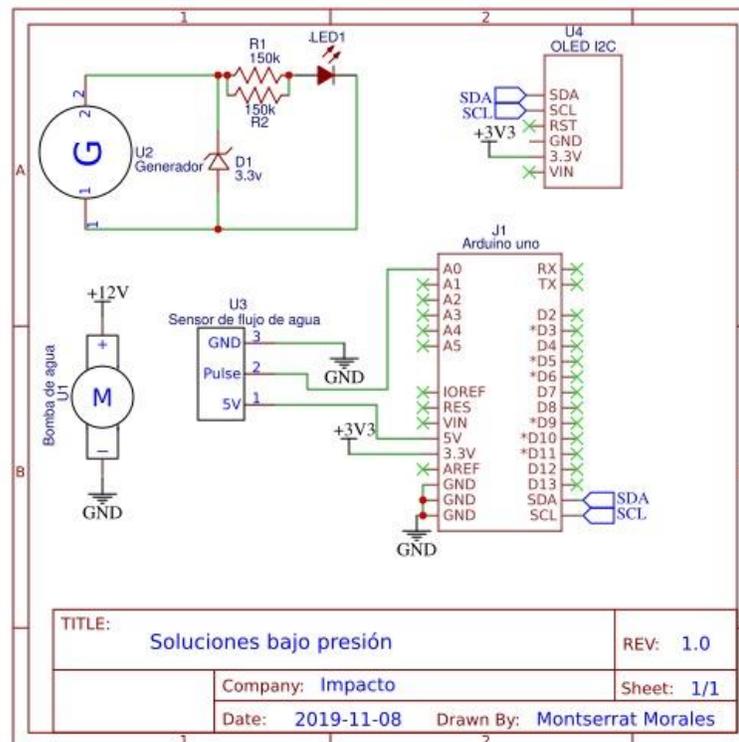
Entradas De agua fría y caliente (lavadoras)



- ⇒ Hay 5 lavadoras y 1 jecadora
- ⇒ El agua caliente va al boiler y regresa
- ⇒ No se sabe de dónde viene el agua caliente



c) figura 1.24:Esquema del circuito eléctrico utilizando los símbolos normalizados.



## 9. CÁLCULOS TÉCNICOS

La regulación más favorable se consigue cuando al girar las palas se conserva el mismo valor  $C1n$  y a la salida de las mismas se mantiene  $C2$  perpendicular a  $u2$ .

En el caso ideal se tiene que cumplir la ecuación fundamental de las turbinas:

$$\eta_{hid} g H_n = c_1 u_1 \cos \alpha_1 - c_2 u_2 \cos \alpha_2$$

$$\text{que para } \alpha_2 = 90^\circ \Rightarrow u_1 c_{1n} = \eta_{hid} g H_n$$

figura 1.25: Ecuación fundamental de las turbinas. Obtenido de: Teoría elemental de las turbomáquinas. Triángulo de velocidades y ecuación de Euler. (2019). (13 de noviembre de 2019):<https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/09/08/teoria-elemental-de-las-turbomaquinas-triangulo-de-velocidades-y-ecuacion-de-euler/>

La velocidad relativa de entrada  $w1$  tiene que ser tangente al álabe, por lo que éste tiene que quedar en la dirección de ella, a fin de que la entrada de agua tenga lugar sin choque; a la salida  $c2$  tiene que alcanzar un valor razonable procurando sea perpendicular a  $u2$  o formar un ángulo próximo a los  $90^\circ$ .

Al cambiar la posición de los álabes, disminuyendo por ejemplo la admisión, las velocidades se modifican;  $c1$  será ahora menor que con admisión plena, porque el espacio libre existente encima del rodete resulta entonces excesivamente grande para un caudal menor, lo que origina una disminución de la velocidad; a la entrada, las paletas del rodete se pueden poner, aproximadamente, en la dirección  $w1$  suavizando así las pérdidas por choque. A la salida se tiene la ventaja de que al ser  $\beta2$  más pequeño, la velocidad  $c2$  es también más pequeña, que es precisamente lo que interesa para aprovechar al máximo la energía puesta a disposición de la máquina; para caudales pequeños, menos que los de diseño, el tubo de aspiración quedará siempre lleno, en forma análoga a cuando se trata de baja con el caudal de proyecto, pero saliendo a una velocidad  $c2$  menor.

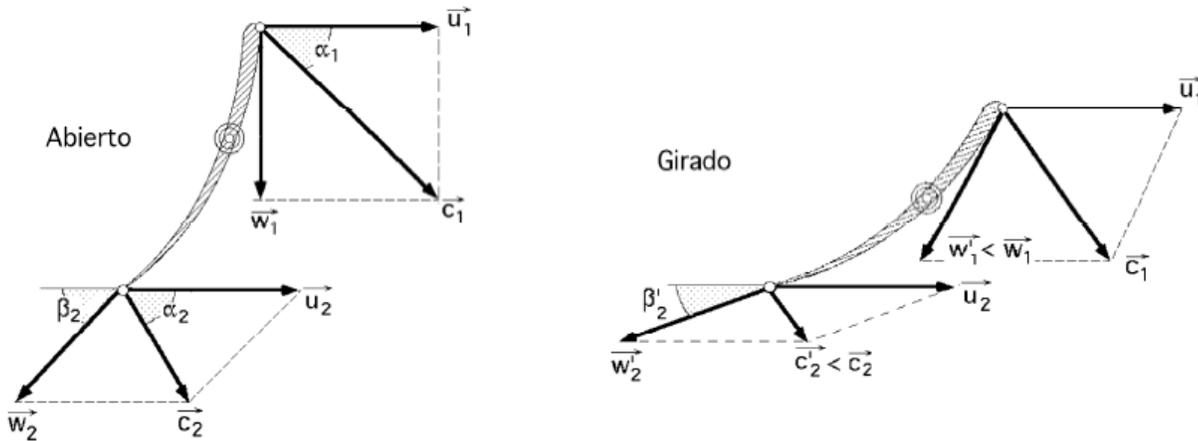
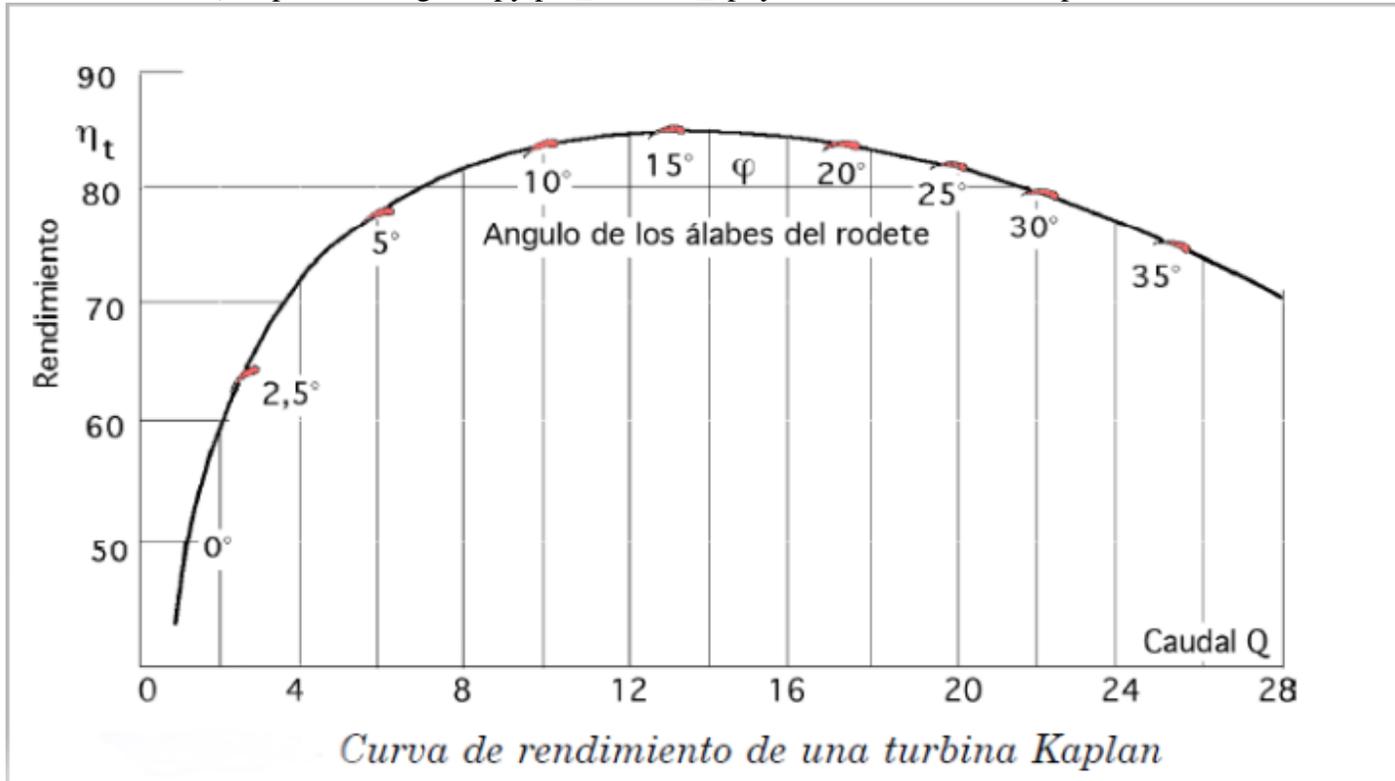


figura 1.26: Triángulo de velocidades al abrir y girar de la turbina. Imagen obtenida de: (2019).(13 de noviembre de 2019):[http://www.ing.una.py/pdf\\_material\\_apoyo/turbinas-hidraulicas.pdf](http://www.ing.una.py/pdf_material_apoyo/turbinas-hidraulicas.pdf)



gráfica 1.1.2: Rendimiento de turbina

El rendimiento hidráulico para cualquier turbomáquina es de la forma:

El flujo a nivel de distribuidor, en una turbina Kaplan, se presenta radial, mientras que pasa a ser axial al alcanzar el rodete. En la Bulbo el flujo es siempre axial. La zona de acción del rodete que permite pivotar a los álabes se encuentra comprendida, para las turbinas hélice, entre dos superficies cilíndricas coaxiales, y para las Kaplan, entre dos superficies esféricas concéntricas.

En el supuesto de considerar la cámara del rodete cilíndrica, el valor del caudal es:

$$\eta_m = \frac{u \Delta c_n}{g H_n} = \frac{H_n}{H_n + h_r} = \left| \begin{array}{l} H_n = \frac{u}{g} (c_{1n} - c_{2n}) = \frac{u}{g} (c_1 \cos \alpha_1 - c_2 \cos \alpha_2) \\ \Delta c_n = c_{1n} - c_{2n} \\ h_r = \frac{X}{\gamma t \cos \theta} = \frac{1}{2} \frac{\rho C_{wx} l w_m^2}{\gamma t \cos \theta} = \frac{1}{2g} \frac{C_{wx} l}{t} \frac{w_m^2}{\cos \theta} \end{array} \right| =$$

$$= \frac{\frac{u}{g} (c_{1n} - c_{2n})}{\frac{u}{g} (c_{1n} - c_{2n}) + \frac{1}{2g} \frac{C_{wx} l}{t} \frac{w_m^2}{\cos \theta}} = \frac{1}{1 + \frac{C_{wx} l}{2t} \frac{w_m^2}{\Delta w_n} \frac{1}{u \cos \theta}} =$$

$$= \left| \begin{array}{l} \frac{2t}{l} \frac{\Delta w_n}{w_n} = -C_{wz} (tg \varepsilon tg \theta + 1) \\ \frac{1}{2t \Delta w_n} = \frac{1}{c_{wz} w_n (tg \varepsilon tg \theta + 1)} \end{array} \right| = \frac{1}{1 + \frac{C_{wx} w_m^2}{c_{wz} w_n (tg \varepsilon tg \theta + 1) u \cos \theta}} =$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{w_m tg \varepsilon}{(tg \varepsilon tg \theta + 1) u \cos \theta}} = \frac{1}{1 + \frac{w_m \operatorname{sen} \varepsilon}{(\cos \varepsilon \cos \theta + \operatorname{sen} \varepsilon \operatorname{sen} \theta) u}} = \frac{1}{1 + \frac{w_m \operatorname{sen} \varepsilon}{\cos(\theta - \varepsilon) u}}$$

$$Q_{11} = \frac{Q}{D_e^2 \sqrt{H_n}} \quad ; \quad n_{11} = \frac{n D_e}{\sqrt{H_n}} \quad \Rightarrow \quad Q_{11} = \frac{\pi}{4} (1 - v^2) \frac{60 \frac{\eta_{man} g}{\pi n_{11}} \frac{1 + \delta}{2 \delta} + \frac{\pi n_{11}}{60}}{\cot g \varphi_0 + \cot g \alpha_2}$$

figura 1.27-28: Formulas y desarrollo de las mismas para la obtención del rendimiento de la turbina. Obtenido de: (2019).(13 de noviembre de 2019):[http://www.ing.una.py/pdf\\_material\\_apoyo/turbinas-hidraulicas.pdf](http://www.ing.una.py/pdf_material_apoyo/turbinas-hidraulicas.pdf)

Después de haberse llevado a cabo un levantamiento hidráulico se recopiló la siguiente información:

El sistema cuenta con los siguientes dispositivos.

Una cisterna de 3.64 m<sup>3</sup>

Una bomba hidráulica de 8A

un sistema de tuberías de 1.12" de diámetro

1 unión T de 1"

3 codos de 1"

1 T rectangular 1"-1/4"

2 codos 1"-1/4"

3 tinacos de 1m3

Este sistema hidráulico alimenta a:

10 regaderas de 1/4"

15 baños

5 lavadoras

3 lavaderos

2 tarjas

10 lavabos

Tras haber observado la instalación se observó que existen daños dentro del mismo, como fugas, rotura de tuberías y daños en los accesorios previamente mencionados.

Se realizaron los siguientes cálculos para determinar la presión a la cual estos accesorios pueden funcionar sin sufrir de daños.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

ACTUAL	PRESIÓN
presión de salida en lavadoras	25 psi
presión de salida en lavabos	20 psi
presión de salida en regaderas	25 psi

IDEAL	PRESIÓN
presión de salida en lavadoras	20-116 psi
presión de salida en lavabos	18 psi

presión de salida en regaderas	15 psi
--------------------------------	--------

Tras haber hecho un análisis se llegó a la conclusión que los daños que están sufriendo son causados debido a una presión excesiva en algunos puntos del sistema hidráulico.

Se busca que al final de este proyecto la presión disminuya 10 psi, por lo cual se determino que una reducción seguida de una ampliación es la mejor manera de resolver esta problemática.

Se realizaron los siguientes cálculos para poder llegar a la mejor solución.

Siendo rojo las propuestas que no cumplen con el objetivo y azul las que sí.

# PIEZAS	ACCESORIO	LONGITUD EQUIVALENTE	
1	T 1"	60 ft	
3	codos 1"	30 ft	
1	T rectangular 1"-1/4"	130.47 ft	
2	codos 1"-1/4"	30 ft	
1	regadera 1/4"	31.68 ft	
LONGITUD TOTAL		261.73 ≈ 300 ft	

REDUCCIÓN DE TUBERÍA DE 1" - 1/2"	
$\Theta = 45$	
$\beta = 0.5$	
Resultado	$k = 3.6732 \text{ ft}$

AMPLIACIÓN	
$\Theta = 45$	
$\beta = 0.5$	
Resultado	k= 2.7549
ampliación + reducción =	6.4281 ft /100 ft =0.06428 (42.4) =2.72 psi

REDUCCIÓN DE TUBERÍA DE 1/2" - 3/8"	
$\Theta = 45$	
$\beta = 3/4$	
Resultado	k= 0.4232 ft
AMPLIACIÓN	
$\Theta = 45$	
$\beta = 0.5$	
Resultado	k= 0.1861 ft
ampliación + reducción =	0.6084 ft /100 ft =0.006084 (42.4) = 0.2579 psi

REDUCCIÓN DE TUBERÍA DE 1" - 3/8"	
$\Theta = 45$	
$\beta = 3/8$	
Resultado	k= 13.32 ft
AMPLIACIÓN	
$\Theta = 45$	
$\beta = 3/8$	

Resultado	k= 37.20 ft
ampliación + reducción =	50.52 ft /100 ft = 0.5052 (42.4) = 12.13 psi

REDUCCIÓN DE TUBERÍA DE 1" - 0.45"	
$\Theta = 45$	
$\beta = 0.45$	
Resultado	k= 5.9531 ft
AMPLIACIÓN	
$\Theta = 45$	
$\beta = 0.45$	
Resultado	k= 4.7476 ft
ampliación + reducción =	10.70 ft /100 ft = 0.1070 (42.4) = 10.70 psi

Tras haber realizado todos los cálculos se llegó a la conclusión que la mejor solución es instalar una reducción-ampliación de 1"-0.45".

$$300 \text{ ft} / 100 = 3(2.99) = 9 \text{ PSI}$$

**Tubo 1"- 1/2"**

Reducciones:

$$K = [(0.8) (\sin \theta / 2) (1 - B^2)] / B^4$$

$$K = [(0.3061) (0.75)] / 0.0625$$

$$K = 3.6732 \text{ FE}$$

$$6.4281 \text{ ft} / 100 =$$

$$= (0.06428) (42.4)$$

$$= 2.72 \text{ PSI}$$

$$42.4 \text{ PSI}$$

— 100 ft

Ampliación:

$$K = [(0.8) (\sin \theta / 2) (1 - B^2)] / B^4.$$

$$K = [(0.3061) (0.5625)] / 0.0625$$

$$K = 2.7549 \text{ FE}$$

 NO

**1/2" - 3/8"**

$$K = [(0.8) (\sin \theta / 2) (1 - B^2)] / B^4$$

$$K = [(0.3061) (0.06251)] / 0.3164$$

$$\text{-----} > 0.4233 + 0.1851 = 0.6084 \text{ FE}$$

**K= 0.4233 FE**

$$K = [(0.3061) (0.4375)^2] / 0.3164$$

**K= 0.1851 FE**

$$K = [(0.3061) (0.7975)] / 0.04100625$$

**K= 5.9531 FE**

$$\text{-----} > 5.9531 + 9.7476 = 10.70 / 100 \text{ ft}$$

$$K = [(0.3061) (0.7975)^2] / 0.04100625$$

**K= 4.7476 FE**

**3/4" - 3/8"**

$$K = [(0.8) (\sin \theta / 2) (1 - B^2)] / B^4$$

$$K = [(0.3061) (0.75)] / 0.0625$$

**K= 3.6732 FE**

$$\text{-----} > 3.6732 + 2.7549 = 6.4281 \text{ ft}/100 = 0.0642$$

$$K = [(0.3061) (0.75)^2] / 0.0625$$

**K= 2.7549 FE**

#### 10. PRESUPUESTO.

El precio de los materiales utilizados durante la elaboración de la maqueta fue de:

Material/Objeto utilizado	Costo
Pantalla OLED 160º	\$89.00
Sensor de Presión Hidroeléctrico	\$585.00
Generador Hidroeléctrico de energía	\$249.27
Manguera Transparente (4m)	\$14.96
Resistencia 150 Ohms	\$5.00
Diodo Zener 3.3V	\$2.18
Led rojo	\$1.00
Cable calibre 22 AWG (2m)	\$4.30

Fuente de poder a 12V	\$289.00
<b>Total:</b>	<b>\$1239.71</b>

+

En cuanto al costo aproximado del proyecto a escala real sería de: \$3,876.50 considerando los materiales anteriormente descritos aplicados en mayor medida para solucionar el problema a escala real.

#### **11. PRUEBAS.**

Se hicieron pruebas con los materiales previamente comprados, para la realización del prototipo. Se utilizó la manguera de plástico, la cual fue cortada en varios pedazos, para posteriormente unir cada parte con la fuente de poder, el generador hidroeléctrico, el sensor de presión y la pantalla OLED, después, para unir los diferentes caminos por donde desembocaría el fluido, se utilizaron codos de pvc.

Una vez todas las partes del sistema instaladas para funcionar como uno solo, se le introdujo fluido, para observar el comportamiento de este y su distribución a lo largo del sistema. Por lo que pasamos a encender la fuente de poder y de igual forma el generador y el sensor y notamos que el prototipo lograba realizar su trabajo de distribución y a demás, lograba transformar la energía cinética del fluido en eléctrica para poder encender el foco led, el cual su función ya fue descrita con anterioridad en los diferentes apartados de la memoria.

#### **12. PROBLEMAS ENCONTRADOS Y SOLUCIÓN ADOPTADA.**

En cuanto al proyecto se refiere, la problemática inicial fue la gran cantidad de pérdidas de agua por medio de fugas que tenía el beneficiario, por lo que se optó por considerar cuatro opciones, anteriormente mencionadas y de las cuales, se determinó por elegir la última opción que era la más viable para lograr los objetivos de correcta distribución de agua y transformación de energía cinética a eléctrica.

Por otra parte hubo graves problemas de comunicación de parte del beneficiario, ya que, era bastante complicado agendar citas o solicitar información con respecto a aspectos técnicos o gastos de agua y luz, por lo que el equipo tuvo que optar determinadas veces en ir a donde se ubica el beneficiario sin cita previa, arriesgando que las encargadas del lugar, con el que se estaba trabajando, estuvieran ocupadas o no se encontraran en el lugar y que el viaje para los integrantes terminara como una pérdida de tiempo.

#### **13. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.**

Los resultados obtenidos al final del proyecto PFS, fueron los esperados, ya que se consiguió lo propuesto, tanto en el objetivo como en los indicadores de éxito. Además, que se cumplió con uno de los principales objetivos del PFS de tercer semestre, que es, que el proyecto estuviera enfocado en una organización no gubernamental y sin fines de lucro, para apoyar y hacer un cambio en la sociedad, desde el aspecto ingenieril.

De igual forma, se realizó una buena metodología por parte del equipo, ya que, se basó en el constante análisis de la situación del beneficiario. Además, que se tuvo el apoyo de una ingeniera Química, quien dió una buena retroalimentación en la realización de los cálculos y los planos hidráulicos del sistema de tuberías del beneficiario, aunque, de igual forma, se tuvo las tutorías con los profesores de cada materia, para lograr un correcto desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, se concluye, que a pesar de los diversos problemas de comunicación con el beneficiario, los cuales, ya se mencionaron en la sección anterior de la memoria técnica, fue un proyecto exitoso, ya que, se logró cumplir con lo que requería, tanto el beneficiario como lo que solicita la universidad con respecto a los conocimientos aplicados en el proyecto, sobre cada materia, de igual forma, sobre esto, tanto para los integrantes del equipo, como para el beneficiario, este proyecto, significó un ganar-ganar, ya que, el beneficiario, pudo obtener una solución viable y no tan costosa a su problema y los estudiantes de tercer semestre, lograron reforzar los conocimientos adquiridos durante todo el semestre con materias como termodinámica, mecánica de fluidos y programación, por citar algunas de las que se tuvo durante el semestre y que están involucradas en el PFS.

#### 14. VALORACIÓN DEL PROYECTO.

Lo que más gustó de este proyecto fue el que tenía que estar apoyando y solucionando un problema social, esto para el cumplimiento del servicio social, que pide obligatoriamente la SEP, por lo que fue algo un tanto diferente a lo que se había venido manejando en PFS anteriores, ya que si bien uno de los principales objetivos del Proyecto Fin de Semestre es el ayudar y solucionar la problemática de una empresa o de una sola persona, aquí se vio enfocado más con respecto a asociaciones sin fines de lucro o negocios ubicados en comunidades con poco apoyo gubernamental. Por lo que el equipo coincide en que el poder apoyar a una institución, negocio o comunidad que requiere de este apoyo, por medio del PFS, es una gran forma de contribuir a mejorar nuestra sociedad por medio del sector educativo.

Sin embargo, lo que no fue de mucho agrado, fue que como se deben de cubrir los temas vistos durante el semestre de las materias, tanto de la líder como de las de apoyo, hubo problemas al encontrar un beneficiario, que cumpliera tanto con el aspecto social que pide DAE para poder liberar al término del PFS el servicio social como que requiriera de apoyo con respecto a una problemática que involucrara las materias del PFS de tercer semestre, entonces, no agrado mucho que a diferencia de anteriores PFS tuviéramos restricciones de más, empezando con el tipo de beneficiario solicitado, que, aunque como ya se mencionó, gustó que el proyecto tuviera como objetivo una causa social, demás factores volvieron un poco tedioso la búsqueda del beneficiario.

15. ANEXOS.

APPENDIX B - ENGINEERING DATA CRANE

### Flow of Water Through Schedule 40 Steel Pipe

Pressure Drop per 100 feet and Velocity in Schedule 40 Pipe for Water at 60 F.

Discharge		1/8"		1/4"		3/8"		1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		
Flow per Minute	Cubic Ft. per Second	Veloc- ity per Second	Press. Drop per Sq. In.															
.2	0.000446	1.13	1.86	0.616	0.359													
.3	0.000668	1.69	4.22	0.924	0.903	0.504	0.159	0.317	0.061									
.4	0.000891	2.26	6.98	1.23	1.61	0.672	0.345	0.422	0.086									
.5	0.00111	2.82	10.5	1.54	2.39	0.840	0.539	0.528	0.167	0.301	0.033							
.6	0.00134	3.39	14.7	1.85	3.29	1.01	0.751	0.633	0.240	0.361	0.041							
.8	0.00178	4.52	25.0	2.46	5.44	1.34	1.25	0.844	0.408	0.481	0.102							
1	0.00223	5.65	37.2	3.08	8.28	1.68	1.85	1.06	0.600	0.602	0.155	0.371	0.048					
2	0.00446	11.29	134.4	6.16	30.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.164	0.429	0.044			
3	0.00668			9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	1.81	1.09	1.114	0.336	0.644	0.990	0.473	0.043	
4	0.00891			12.33	111.2	6.72	23.9	4.22	7.42	2.41	1.83	1.49	0.565	0.858	0.150	0.610	0.071	
5	0.01114	2"		8.40	36.7	5.28	11.2	3.01	2.75	1.86	0.835	1.073	0.223	0.323	0.788	0.104		
6	0.01337	0.574	0.044		2 1/2"	10.08	51.9	6.33	15.8	3.61	3.84	2.23	1.17	1.29	0.309	0.946	0.145	
8	0.01782	0.765	0.073			13.44	91.1	8.45	27.7	4.81	6.60	2.97	1.99	1.72	0.518	1.26	0.241	
10	0.02228	0.956	0.108	0.670	0.046			10.56	42.4	6.02	9.99	3.71	2.99	2.15	0.774	1.58	0.361	
15	0.03342	1.43	0.224	1.01	0.094	0.868	0.056			9.03	21.6	5.57	6.36	3.22	1.63	2.37	0.755	
20	0.04456	1.91	0.375	1.34	0.158					12.03	37.8	7.43	10.9	4.29	2.78	3.16	1.28	
25	0.05570	2.39	0.561	1.68	0.234	1.09	0.083	0.812	0.041			9.28	16.7	5.37	4.22	3.94	1.93	
30	0.06684	2.87	0.786	2.01	0.327	1.30	0.114	0.974	0.056			11.14	23.8	6.44	5.92	4.73	2.72	
35	0.07798	3.35	1.08	2.35	0.436	1.52	0.151	1.14	0.071	0.882	0.041	12.99	32.2	7.51	7.90	5.52	3.64	
40	0.08912	3.83	1.35	2.68	0.556	1.74	0.192	1.30	0.095	1.01	0.052	14.85	41.5	8.59	10.24	6.30	4.65	
45	0.1003	4.30	1.67	3.02	0.668	1.95	0.239	1.46	0.117	1.13	0.064			9.67	12.80	7.09	5.85	
50	0.1114	4.78	2.03	3.35	0.839	2.17	0.288	1.62	0.142	1.26	0.076							
60	0.1337	5.74	2.87	4.02	1.18	2.60	0.406	1.95	0.204	1.51	0.107			10.74	15.66	7.88	7.15	
70	0.1560	6.70	3.84	4.69	1.59	3.04	0.540	2.27	0.261	1.76	0.143	1.12	0.047	12.89	22.1	9.47	10.21	
80	0.1782	7.65	4.97	5.36	2.03	3.47	0.687	2.60	0.334	2.02	0.180	1.28	0.060			11.05	13.71	
90	0.2005	8.60	6.20	6.03	2.53	3.91	0.861	2.92	0.416	2.27	0.224	1.44	0.074			12.62	17.59	
100	0.2228	9.56	7.59	6.70	3.09	4.34	1.05	3.25	0.509	2.52	0.272	1.60	0.090	1.11	0.036	15.78	26.9	
125	0.2785	11.97	11.76	8.38	4.71	5.43	1.61	4.06	0.769	3.15	0.415	2.01	0.135	1.39	0.055	19.72	41.4	
150	0.3342	14.36	16.70	10.05	6.69	6.51	2.24	4.87	1.08	3.78	0.580	2.41	0.190	1.67	0.077			
175	0.3899	16.75	22.3	11.73	8.97	7.60	3.00	5.68	1.44	4.41	0.774	2.81	0.253	1.94	0.102			
200	0.4456	19.14	28.8	13.42	11.68	8.68	3.87	6.49	1.85	5.04	0.985	3.21	0.323	2.22	0.130			
225	0.5013			15.09	14.63	9.77	4.83	7.30	2.32	5.67	1.23	3.61	0.401	2.50	0.162	1.44	0.043	
250	0.557					10.85	5.93	8.12	2.84	6.30	1.46	4.01	0.495	2.78	0.195	1.60	0.051	
275	0.6127					11.94	7.14	8.93	3.40	6.93	1.79	4.41	0.583	3.05	0.234	1.76	0.061	
300	0.6684					13.00	8.36	9.74	4.02	7.56	2.11	4.81	0.683	3.33	0.275	1.92	0.072	
325	0.7241					14.12	9.89	10.53	4.09	8.19	2.47	5.21	0.797	3.61	0.320	2.08	0.083	
350	0.7798							11.36	5.41	8.82	2.84	5.62	0.919	3.89	0.367	2.24	0.095	
																	2.40	0.108

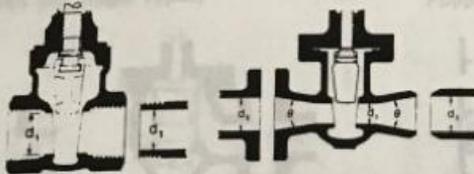
CRANE

"K" FACTOR TABLE—SHEET 2 of 4  
**Representative Resistance Coefficients (K) for Valves and Fittings**

(for formulas and friction data, see page A-26)

("K" is based on use of schedule pipe as listed on page 2-10)

**GATE VALVES**  
Wedge Disc, Double Disc, or Plug Type



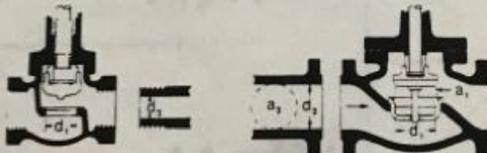
If:  $\beta = 1, \theta = 0 \dots K_1 = 8 f_T$   
 $\beta < 1$  and  $\theta \approx 45^\circ \dots K_2 = \text{Formula 5}$   
 $\beta < 1$  and  $45^\circ < \theta \approx 180^\circ \dots K_2 = \text{Formula 6}$

**SWING CHECK VALVES**



$K = 100 f_T$        $K = 50 f_T$   
 Minimum pipe velocity (fps) for full disc lift =  $35 \sqrt{V}$       Minimum pipe velocity (fps) for full disc lift =  $48 \sqrt{V}$

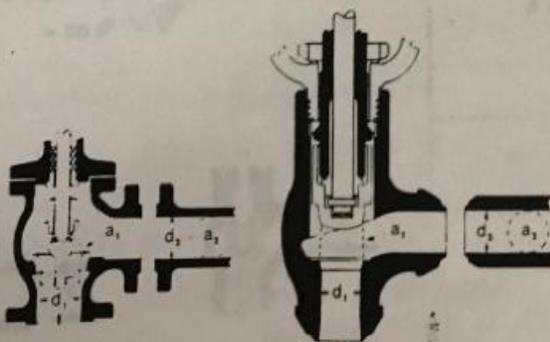
**GLOBE AND ANGLE VALVES**



If:  $\beta = 1 \dots K_1 = 340 f_T$



If:  $\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$



If:  $\beta = 1 \dots K_1 = 150 f_T$       If:  $\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$

All globe and angle valves, whether reduced seat or throttled,  
 If:  $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$

**LIFT CHECK VALVES**

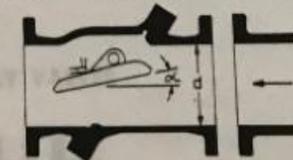


If:  $\beta = 1 \dots K_1 = 600 f_T$   
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$   
 Minimum pipe velocity (fps) for full disc lift =  $40 \beta^2 \sqrt{V}$



If:  $\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$   
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$   
 Minimum pipe velocity (fps) for full disc lift =  $140 \beta^2 \sqrt{V}$

**TILTING DISC CHECK VALVES**



	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$
Sizes 2 to 8" ...	$K = 40 f_T$	$120 f_T$
Sizes 10 to 14" ...	$K = 30 f_T$	$90 f_T$
Sizes 16 to 48" ...	$K = 20 f_T$	$60 f_T$
Minimum pipe velocity (fps) for full disc lift =	$80 \sqrt{V}$	$30 \sqrt{V}$

**FORMULAS FOR CALCULATING "K" FACTORS  
FOR VALVES AND FITTINGS WITH REDUCED PORT**

• Formula 1

$$K_2 = \frac{0.8 \sin \frac{\theta}{2} (1 - \beta^2)}{\beta^4}$$

• Formula 2

$$K_2 = \frac{0.5 (1 - \beta^2) \sqrt{\sin \frac{\theta}{2}}}{\beta^4}$$

• Formula 3

$$K_2 = \frac{2.6 \sin \frac{\theta}{2} (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

• Formula 4

$$K_2 = \frac{(1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

• Formula 5

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Formula 1} + \text{Formula 3}$$

$$K_2 = \frac{K_1 + \sin \frac{\theta}{2} [0.8 (1 - \beta^2) + 2.6 (1 - \beta^2)^2]}{\beta^4}$$

• Formula 6

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Formula 2} + \text{Formula 4}$$

$$K_2 = \frac{K_1 + 0.5 \sqrt{\sin \frac{\theta}{2}} (1 - \beta^2) + (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

• Formula 7

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \beta (\text{Formula 2} + \text{Formula 4}) \text{ when } \theta = 180^\circ$$

$$K_2 = \frac{K_1 + \beta [0.5 (1 - \beta^2) + (1 - \beta^2)^2]}{\beta^4}$$

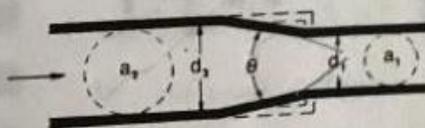
$$\beta = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\beta^2 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \frac{a_1}{a_2}$$

Subscript 1 defines dimensions and coefficients with reference to the smaller diameter.

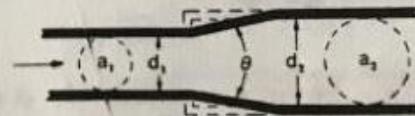
Subscript 2 refers to the larger diameter.

**SUDDEN AND GRADUAL CONTRACTION**



If:  $\theta \approx 45^\circ$  .....  $K_2 = \text{Formula 1}$   
 $45^\circ < \theta \approx 180^\circ$  ...  $K_2 = \text{Formula 2}$

**SUDDEN AND GRADUAL ENLARGEMENT**



If:  $\theta \approx 45^\circ$  .....  $K_2 = \text{Formula 3}$   
 $45^\circ < \theta \approx 180^\circ$  ...  $K_2 = \text{Formula 4}$

Figura 1.29-1.30: datos y fórmulas consultadas para la realización de los cálculos. Obtenidos de: Crane. (2011). *Mecánica de fluidos*. McGraw-Hill Interamericana.

### Bibliografía:

- 1° (2019).( 5 de Octubre 2019):<https://www.lacomet.go.cr/index.php/presion/magnitud-de-presion>
- 2° (2019).(5 de Octubre de 2019):<https://www.aguamarket.com/tema-inte-res.asp?id=3913&tema=Que+es+un+hidroneumatico%3F>
- 3° CÓMO FUNCIONA UNA BOMBA PRESURIZADORA DE AGUA. (2019). (5 de octubre de 2019):  
<https://comofunciona.co.com/una-bomba-presurizadora-de-agua/>
- 4° Teoría elemental de las turbomáquinas. Triángulo de velocidades y ecuación de Euler. (2019). (13 de noviembre de 2019):<https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/09/08/teoria-elemental-de-las-turbomaquinas-triangulo-de-velocidades-y-ecuacion-de-euler/>
- 5° Crane. (2011). *Mecánica de fluidos*. McGraw-Hill Interamericana.
- 5° (2019).(15 de Noviembre de 2019): <http://files.pfernandezdiez.es/Turbinas/Hidraulicas/PDFs/05Turb.Hidr.pdf>

# Cronograma PFS

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	PLAN INICIO	PLAN DURACIÓN	REAL INICIO	REAL DURACIÓN	PORCENTAJE COMPLETADO
Registrar Equipo	Aurora F.	08/08/2019	1 día	10/08/2019	1 día	100%
Encontrar Beneficiario.	Montserrat M.	12/08/2019	5 días	12/08/2019	4 días	100%
Hacer cita con Beneficiario.	Aurora F.	19/08/2019	5 días	27/08/2019	2 días	100%
Encontrar Problemática	Equipo	27/08/2019	2 días	27/08/2019	1 día	100%
Presentación 1er Parcial	Aurora F.	28/08/2019	3 días	02/09/2019	4 días	100%
Argumentación RA	Aurora/Montserrat	28/08/2019	1 día	02/09/2019	1 día	100%
Definición del Proyecto	Pedro H.	28/08/2019	1 día	03/09/2019	1 día	100%
Brief de Proyecto	Pablo de la C.	28/08/2019	1 día	03/09/2019	1 días	100%
Entregable 1	Equipo	03/09/2019	3 días	04/09/2019	2 días	100%
Subir Entregable 1	Aurora F.	05/09/2019	1 día	06/09/2019	1 día	100%
Cita Analizar Problemática	Aurora/Montserrat	14/09/2019	3 días	17/09/2019	1 día	100%
Crear Dibujos de Tuberías	Aurora/Montserrat	14/09/2019	2 días	17/09/2019	1 día	100%
Pasar Dibujos a AutoCAD	Aurora F.	17/09/2019	1 día	18/09/2019	2 días	100%
Información de Tuberías	Pablo de la C.	18/09/2019	2 día	20/09/2019	3 días	100%
Información Fluidos	Pedro H.	18/09/2019	2 día	21/09/2019	3 días	100%
Entregable 2	Equipo	30/09/2019	3 días	30/09/2019	4 días	100%
Entregable Profesor Florez	Pablo/Pedro	30/09/2019	3 días	30/09/2019	2 días	100%
Presentación 2do Parcial	Aurora F.	02/10/2019	1 día	01/10/2019	1 día	20%
Firma Beneficiario - Contrato	Pablo/Pedro	02/10/2019	1 día	01/10/2019	1 día	100%
Entreg. Servicio Social	Aurora F.	02/10/2019	3 días	02/10/2019	2 día	100%
Cronograma	Montserrat M.	03/10/2019	1 día	02/10/2019	2 días	100%
Lluvia de Ideas	Equipo	02/10/2019	7 días	03/10/2019	3 días	20%
Diseñar Prototipos	Aurora/Montserrat	07/10/2019	7 días	05/10/2019	5 días	100%
Presentación avance 1	Aurora/ Montserrat	01/11/2019	1 día	01/11/2019	1 día	100%
Fabricación de dispositivos	Montserrat M.	02/11/2019	5 días	01/11/2019	7 días	100%
Pruebas con el beneficiario	Aurora/Pablo	06/11/2019	1 día	08/11/2019	1 día	100%
Cambios de presentación y dispositivos	Todos	13/11/2019	4 días	14/11/2019	4 días	50%
Entrega final	Todos	19/11/2019	1 día	19/11/2019	1 día	70%

## **CONCLUSIONES FINALES**

### **1. Aurora Farías Sosa (LIDI)**

Al haber llevado a cabo este proyecto y haberlo concluido con éxito, me llena de satisfacción saber que hemos cumplido nuestros objetivos y que este proyecto realmente tendrá un impacto en el día a día de nuestro beneficiario (Capilla San Maximiliano de María Kolbe), ya que como ha sido previamente mencionado esta fundación alberga mujeres abandonadas con alguna deficiencia mental, por lo cual sus gastos de manutención son muy elevados, por esta misma razón detalles como los problemas que presentaban en las tuberías no eran atacados con la importancia y urgencia que debieron de haber sido, es por eso que nosotros al poder enfocarnos solo a eso pudimos detectar las fallas y en base a los cálculos y análisis que se llevaron a cabo pudimos dar con una solución acertada y que no solo resolviera la problemática sino que fuimos capaces de brindarles un plus el cual sería reducir sus gastos de mantenimiento y que todo ese dinero usado en estar arreglando el mismo problema una y otra vez pueda ser utilizado en alguna otra cosa de más prioridad como son los medicamentos que diariamente consumen, comida y servicios básicos.

A lo largo del semestre nos topamos con ciertos obstáculos los cuales hacían nuestra labor de encontrar la mejor solución un poco más difícil, dentro de estas barreras encontramos que el que más nos impedía seguir con el proyecto era la deficiente comunicación con el beneficiario, ya que al no ser un lugar conocido los medios de comunicación eran escasos y las pocas veces que podíamos contactarnos con ellos no se obtenía la información necesaria, otro gran obstáculo con el que nos topamos es que poder sacar los datos necesarios para obtener los cálculos y medidas que necesitábamos para llevar a cabo este proyecto era muy complicado ya que solo se nos permitió ir algunas veces a la comunidad y dentro esas veces el acceso a la información era limitado, pero a pesar de todos esos problemas pudimos ser capaces de sacar todo lo que teníamos que sacar y poder entregarles un proyecto que generará un gran impacto en sus vidas tanto económicamente como en su salud.

Se me hace importante recalcar que como en cada PFS el tiempo para llevar a cabo la ejecución del mismo es limitado y muy breve, nosotros seguiremos visitando a nuestro beneficiario y le daremos un seguimiento al proyecto ya que si de algo nos sirvió este proyecto a demás de poner en práctica nuestros conocimientos y poder aprender nuevas cosas, nos sirvió para empatizar con nuestro usuario, considero que esto fue un punto clave para poder realizar esto, ya que pudimos haber resuelto la problemática de mil y una formas pero al llegar a conocer a nuestro beneficiario y conocer sus necesidades y lo que viven día con día no quisimos solo dar una solución que no tuviera un alcance más lejos que corregir lo que estaba mal, sino que quisimos que nuestra solución pudiera en primera reparar el daño causado y en segunda que les brindara un soporte extra, algo que pudiera darles un plus y que más que seguir como estaban tuviera un impacto positivo en su vida ( en este caso económico), es por eso que me complace decir que hicimos todo lo que pudimos para poder ofrecer la mejor solución, tuvimos que aprender demasiadas cosas lo cual nos afecta positivamente porque ya sabemos hacer otras cosas que a lo mejor nunca hubiéramos aprendido si no hubiéramos tenido este proyecto en puerta.

## 2. Montserrat Morales Parra

Conclusiones de Aprendizaje Social:

El objetivo de nuestro proyecto este semestre fue muy diferente a los anteriores, porque estuvo dirigido más hacia un perfil social que uno industrial. Los integrantes de mi equipo y yo (Impacto) decidimos realizar un prototipo que regula la presión de agua de una bomba y con ayuda de un generador eléctrico generar energía, esto, para una casa que alberga mujeres con algún problema mental. Al principio no creí que trabajar para corregir la problemática de esta casa fuera a ser diferente a corregir un problema para alguna empresa, pero fue todo lo contrario. Ir a las instalaciones del beneficiario y convivir con estas mujeres fue una experiencia fuerte pero gratificante ya que tuve que salir de mi zona de confort social y físico.

Especialmente aprendí bastante de mecánica de fluidos, termodinámica, electrónica, programación, y diseño.

Aprendí a dibujar mapas de la estructura de tuberías de una construcción aun cuando no hay documentación de la tubería del lugar. De diseño, gracias a mucha investigación logré adquirir bastante conocimiento en la aplicación de SolidWorks, esto ayudó a generar los diseños con mediciones reales, para posteriormente imprimir un diseño pequeño de una lavadora, un lavabo, una regadera, y darnos una mejor idea de cómo quedará el prototipo final. Aprendí como conseguir las medidas y mediciones necesarias para calcular el caudal y la presión que llevan las tuberías, esto, para saber qué materiales necesitamos para regular la presión de agua que la bomba genera. Aprendí a ver y entender las temperaturas como energías y aplicar el punto de vista termodinámico para generar corriente eléctrica. Aprendía a sacar con ayuda de cálculos los datos electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento del prototipo y a programar estos componentes electrónicos para hacer funcionar una pequeña pantalla y usarla como material de apoyo para poder ver físicamente las mediciones de disminución de caudal

Después de este semestre, me di cuenta de que el hecho de apenas estar en 3er semestre no es un limitante al momento de tener que resolver una problemática ya en la vida real. Me satisface bastante saber que logramos crear en el tiempo establecido un proyecto funcional que aparte de cumplir con todas las características académicas, no solo podrá ser aplicado en las instalaciones de nuestro beneficiario, sino que este proyecto realmente les ayudará a las mujeres que viven en las instalaciones a resolver una problemática con la que habían tenido que lidiar diariamente indirectamente y ahora el dinero que la Capilla se ahorrará en gastos generados por su problema de presión, podrá ser usado para mejorar la calidad de vida de estas mujeres en otra forma.

### **3. Pablo de la Cruz Mera**

El proyecto es un rediseño del sistema hidráulico existente de la instalación del beneficiario, para el aprovechamiento de energía y manejo de presión existente.

Es prometedor, haciendo algo tan simple, y accesible para quién lo necesite, ya que solo se necesita una pequeña turbina conectada al sistema de tuberías, para poder aprovechar el flujo, pasará por dentro de la turbina, moverá la hélice, y después habrá una reducción de presión.

La turbina al ser movida por el flujo del agua, generará energía que puede ser almacenada en baterías, y se le puede dar un uso, como por ejemplo cargar Smartphones, alimentar la iluminación como lámparas y focos, etc.

Es una gran manera de generar energía limpia, además de que este dispositivo tiene una gran duración de vida, y puede quedarse por un largo tiempo, y además de que a través de una pantalla se puede ver cuanta energía genera, o a que presión va el agua de la tubería. Este proyecto puede beneficiará instituciones, organismos, y/o cualquier fundación que tenga un sistema de tuberías con una alta presión y quieran aprovecharla, y generé energía limpia.

Regula y distribuye apropiadamente la presión del fluido, reduce el consumo de luz, así como también reduce la probabilidad de generar daños causados por presión alta, y la de costos de mantenimiento. Este proyecto puede ser adaptado para que funcione en otros lugares, como por ejemplo que tenga un uso doméstico, etc.

#### **4. Pedro Balmori Hamue**

En conclusión, considero que la unión del PFS con el servicio social fue una muy buena forma de poder realizar dos actividades al mismo tiempo, las cuales son parte del largo proceso que lleva el poder titularse en un futuro, pero sobre todo, fue una excelente forma de nosotros como estudiantes de ingeniería, contribuir en una labor social, la cual beneficie a una organización sin fines de lucro o un individuo que realmente requiera del apoyo, mediante el uso y aplicación de la ingeniería, por lo que fue muy interesante y a la vez gratificante, el poder salir un poco de lo convencional que se venía manejando en PFS anteriores, donde el requisito era únicamente beneficiar a un negocio o empresa sin importar que esa empresa tenga o no los recursos para ellos mismos llevar la idea propuesta a cabo. Por eso mismo, puedo decir que los resultados obtenidos, en cuanto a lo social, fueron los correctos, ya que, se logró ayudar a una organización que no recibe de mucha ayuda por parte tanto de particulares como del gobierno y que el proyecto lograra su cometido, generó que estas personas puedan aprovechar mejor su servicio de agua, que era donde estaba el problema y además, podrán generar energía de ahí mismo, por lo que podrán aprovechar mejor los recursos que antes del proyecto, tenían que invertir en las diversas fallas que tenían en su sistema hidráulico, por lo que si hubo realmente un beneficio para estas personas y eso es lo que se buscaba desde un inicio, el poder generar un impacto positivo en esta organización, solucionándoles algún problema o falla que tuvieran, la cual les estuviera impidiendo realizar sus actividades diarias.

Aunque, cabe aclarar que en un principio, se veía algo complicado dar o generar los resultados propuestos desde un inicio, para solucionar los problemas que aquejaban a nuestro beneficiario, esto debido al mismo beneficiario, ya que era demasiado complicado contactar a la representante de la organización, ya que tenía diversos compromisos o actividades y solo daban acceso a las instalaciones con previa cita, por lo que era preocupante para los integrantes del equipo, el no poder terminar o realizar los cálculos y planos correctos, que se requerían para dar solución a la problemática, que ellas mismas nos habían planteado desde un inicio, sin embargo, con el tiempo se fueron agilizando las conversaciones con la encargada del lugar, por lo que si se logró llegar a una solución y se logró cumplir tanto con los objetivos del PFS, que nosotros como equipo nos planteamos, como con el objetivo del servicio social, el cual es apoyar mediante una cierta ayuda a una institución u organización sin fines de lucro. Finalmente, puedo decir que lo implementado durante el semestre para realizar el PFS en conjunto con el servicio social, fue una muy buena estrategia por parte de la universidad y la facultad de ingeniería de la misma, ya que, realmente es un ganar-ganar, tanto para los estudiantes como para el beneficiario, ya que, los estudiantes logran cumplir con su PFS y liberar el servicio social que solicita obligatoriamente la Secretaría de Educación Pública y el beneficiario obtiene la solución a su problemática, puede aprovechar en otras cosas, los recursos que antes invertía en el problema, ya sea en intentar solucionarlo o en mantenerlo sin darle una solución efectiva o duradera. Además, que se tiene la experiencia como seres humanos de haber contribuido a una causa social y no solo de la forma tradicional, que se maneja en muchas universidades o carreras, sino que fue un enfoque, ciertamente innovador y diferente, el haber realizado el servicio, mediante el uso de la ingeniería, utilizando como intermediario el PFS.

Tu nombre y apellido: \*

Aurora Farías sosa

### CRITERIOS

RESPONSABILIDAD: acepta parte del trabajo, puntualidad en reuniones, trabajo en tiempo y forma.

ADAPTABILIDAD: Varias habilidades, acepta cambios y crítica constructiva.

CREATIVIDAD Y ORIGINALIDAD: Soluciona problemas, presenta nuevas ideas y toma iniciativa.

HABILIDAD PARA LA COMUNICACIÓN: actitud positiva, anima, apoya decisiones, busca consenso.

HABILIDAD PARA EL TRABAJO EN GRUPO: prepara documentación, escucha, eficaz en discusiones, presentador capaz.

HABILIDADES TÉCNICAS: da soluciones técnicas (psicológicas) a los problemas, habilidad para dar nuevas propuestas.

### AUTOEVALUACIÓN \*

	1	2	3	4	5
Responsabilidad, uso del tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Adaptabilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Creatividad y originalidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidad para la comunicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidad general para el trabajo en grupo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidades técnicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Nombre y apellido \*

Montserrat Morales Parra

### CRITERIOS

RESPONSABILIDAD: acepta parte del trabajo, puntualidad en reuniones, trabajo en tiempo y forma

ADAPTABILIDAD: Varias habilidades, acepta cambios y crítica constructiva

CREATIVIDAD Y ORIGINALIDAD: Soluciona problemas, presenta nuevas ideas y toma iniciativa.

HABILIDAD PARA LA COMUNICACIÓN: actitud positiva, anima, apoya decisiones, busca consenso.

HABILIDAD PARA EL TRABAJO EN GRUPO: prepara documentación, escucha, eficaz en discusiones, presentador capaz.

HABILIDADES TÉCNICAS: da soluciones técnicas (psicológicas) a los problemas, habilidad para dar nuevas propuestas.

### Evaluación \*

	1	2	3	4	5
Responsabilidad, uso del tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Adaptabilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Creatividad y originalidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidad para la comunicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidad general para el trabajo en grupo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidades técnicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Nombre y apellido \*

Pablo de la Cruz Mera|\_\_\_\_\_

### CRITERIOS

RESPONSABILIDAD: acepta parte del trabajo, puntualidad en reuniones, trabajo en tiempo y forma

ADAPTABILIDAD: Varias habilidades, acepta cambios y crítica constructiva

CREATIVIDAD Y ORIGINALIDAD: Soluciona problemas, presenta nuevas ideas y toma iniciativa.

HABILIDAD PARA LA COMUNICACIÓN: actitud positiva, anima, apoya decisiones, busca consenso.

HABILIDAD PARA EL TRABAJO EN GRUPO: prepara documentación, escucha , eficaz en discusiones, presentador capaz.

HABILIDADES TÉCNICAS: da soluciones técnicas (psicológicas) a los problemas, habilidad para dar nuevas propuestas.

Evaluación \*

	1	2	3	4	5
Responsabilidad, uso del tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Adaptabilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Creatividad y originalidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidad para la comunicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidad general para el trabajo en grupo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Habilidades técnicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Nombre y apellido \*

Pedro Balmori Hamue|\_\_\_\_\_

### CRITERIOS

RESPONSABILIDAD: acepta parte del trabajo, puntualidad en reuniones, trabajo en tiempo y forma

ADAPTABILIDAD: Varias habilidades, acepta cambios y crítica constructiva

CREATIVIDAD Y ORIGINALIDAD: Soluciona problemas, presenta nuevas ideas y toma iniciativa.

HABILIDAD PARA LA COMUNICACIÓN: actitud positiva, anima, apoya decisiones, busca consenso.

HABILIDAD PARA EL TRABAJO EN GRUPO: prepara documentación, escucha , eficaz en discusiones, presentador capaz.

HABILIDADES TÉCNICAS: da soluciones técnicas (psicológicas) a los problemas, habilidad para dar nuevas propuestas.

Evaluación \*

	1	2	3	4	5
Responsabilidad, uso del tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Adaptabilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Creatividad y originalidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidad para la comunicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidad general para el trabajo en grupo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades técnicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>