

# PROYECTO FINAL

## ETAPA 1

ESPECIALIDAD: ING. MECÁNICA

PROFESOR: MAIDANA, FERNANDO

AYUDANTE: BASUALDO, JULIO

ALUMNOS: FRACCAROLLI, VICTOR

PEREYRA, FACUNDO

QUISPE, RODRIGO

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## ETAPA 1

### 1. INTEGRANTES

En el presente documento y en la participación de las actividades correspondientes a la materia proyecto final estarán representando al grupo de trabajo los siguientes alumnos del 5to. Año de la carrera de ingeniería mecánica de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Delta.

- Fraccarolli, Victor Ignacio
- Pereyra, Facundo
- Quispe, Rodrigo

### 2. TEMA A DESARROLLAR

El tema que ha sido seleccionado para el estudio, diseño, verificación y cálculos de una microturbina para ríos, la cual mediante el aprovechamiento de un recurso renovable como el agua de río sea capaz de generar corriente eléctrica para abastecer regiones donde no se tiene acceso a la energía eléctrica de red.

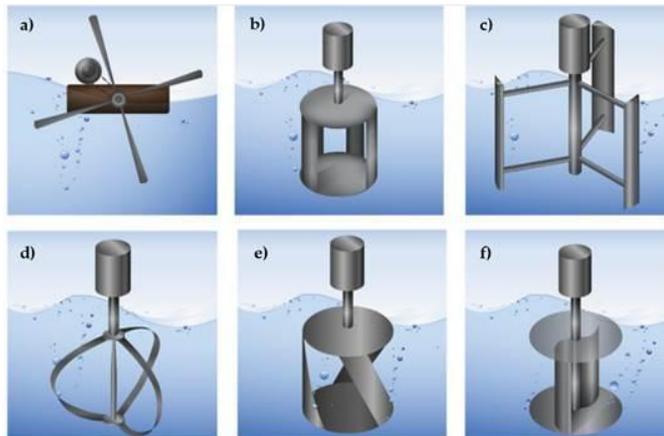


Figura 1 Ejemplos de turbinas para ríos.

### 3. ALCANCE DEL PROYECTO

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

El presente desarrollo está pensado para la zona del delta a orillas del río Paraná, principalmente para puestos donde no llega el servicio eléctrico convencional o en su defecto la extensión de redes supera los costos de inversión. Usuarios aislados de la red eléctrica que tengan una salida al río.

Se eligió la Escuela Secundaria N°5 “La Botija”, localidad de Zárate, como lugar de pruebas piloto

## 4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

### 4.1 PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Una propuesta por parte de la facultad generó que los integrantes del grupo estén interesados en el proyecto que además de ser atractivo por su aspecto técnico se proponía un trabajo en conjunto con el departamento de ingeniería eléctrica lo cual lo hacía más interesante, que sea integrador de varias disciplinas.

### 4.2 UTILIZACIÓN

El sistema estará destinado para usuarios que requieran un consumo eléctrico esencial ubicado en las costas del Río Paraná, aislados del Sistema Eléctrico Nacional. Principalmente para usuarios que no disponen del servicio eléctrico convencional o en su defecto, la extensión de redes supera los costos de inversión.

### 4.3 ENERGÍAS RENOVABLES

Una de las principales atracciones de este desarrollo es la utilización de energías renovables. Argentina es un país con importantes recursos naturales, en nuestro caso la ubicación nos favorece para poder aprovechar la fuente de energía que puede proveer el Río Paraná.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



# PROYECTO FINAL

## ETAPA 2

ESPECIALIDAD: ING. MECÁNICA

PROFESOR: MAIDANA, FERNANDO

AYUDANTE: BASUALDO, JULIO

ALUMNOS: FRACCAROLLI, VICTOR

PEREYRA, FACUNDO

QUISPE, RODRIGO

---

INTEGRANTES:  
FRACCAROLLI, VICTOR  
PEREYRA, FACUNDO  
QUISPE, RODRIGO

Página 5

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## ETAPA 2

### 1. ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PRODUCTO

#### 1.1 DATOS DE OPERACIÓN

En base a los datos recabados en investigaciones (ver Anexo 2) de consumo domiciliario cotidiano se tiene que:

- Potencia mínima a entregar: 2,4 kWh
- Velocidad de Río: 0,34 m/s
- Caudal: 24607,05 m<sup>3</sup>/s
- Rendimiento eléctrico: 0,72
- Rendimiento mecánico: 0,92
- Coeficiente de potencia de la turbina: 0,2

#### 1.2 SISTEMA DE GENERACIÓN

- Generador de flujo axial de imanes permanentes: 9 polos y 9 arrollamientos
- La tensión generada: 12 voltios en un rango de +/- 5% de la tensión nominal de generación.
- Frecuencia mínima a alcanzar: 30-35Hz

#### 1.3 MANTENIMIENTO

- Costos de mantenimientos bajos
- Baja frecuencia de mantenimiento
- No programable (Correctivo)
- Baja criticidad de repuestos
- Mantenable

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

#### **1.4 RESTRICCIONES DE MERCADO**

- La principal ventaja competitiva de esta microturbina es generar energía eléctrica en ríos de llanura de muy baja velocidad. El mercado provee modelos para valores de velocidad más elevados.
- El costo de inversión de las turbinas de Río suele ser elevado para personas que se encuentran aisladas del sistema eléctrico convencional.
- Los tiempos de obtención del producto son considerablemente menores que aquellos importados. Por la disponibilidad inmediata.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



# PROYECTO FINAL

## ETAPA 3

ESPECIALIDAD: ING. MECÁNICA

PROFESOR: MAIDANA, FERNANDO

AYUDANTE: BASUALDO, JULIO

ALUMNOS: FRACCAROLLI, VICTOR

PEREYRA, FACUNDO

QUISPE, RODRIGO

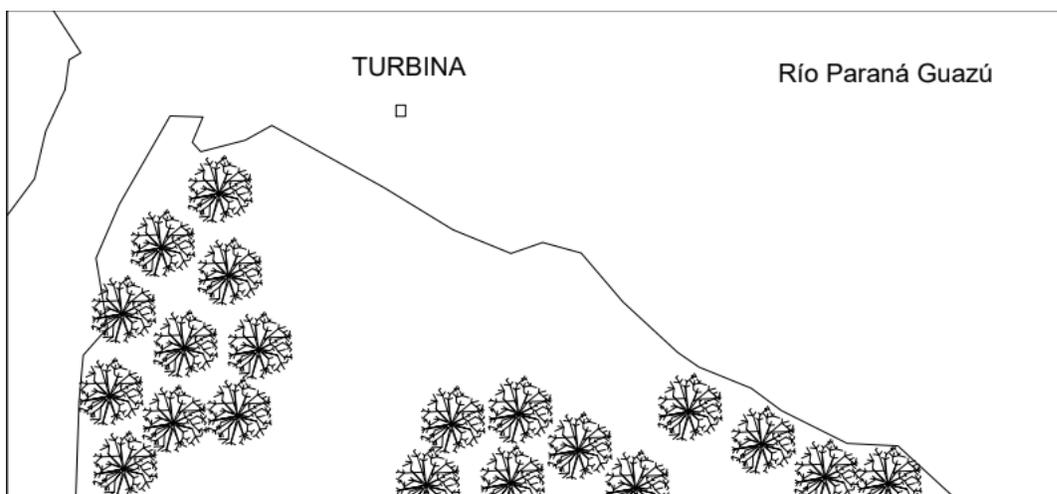
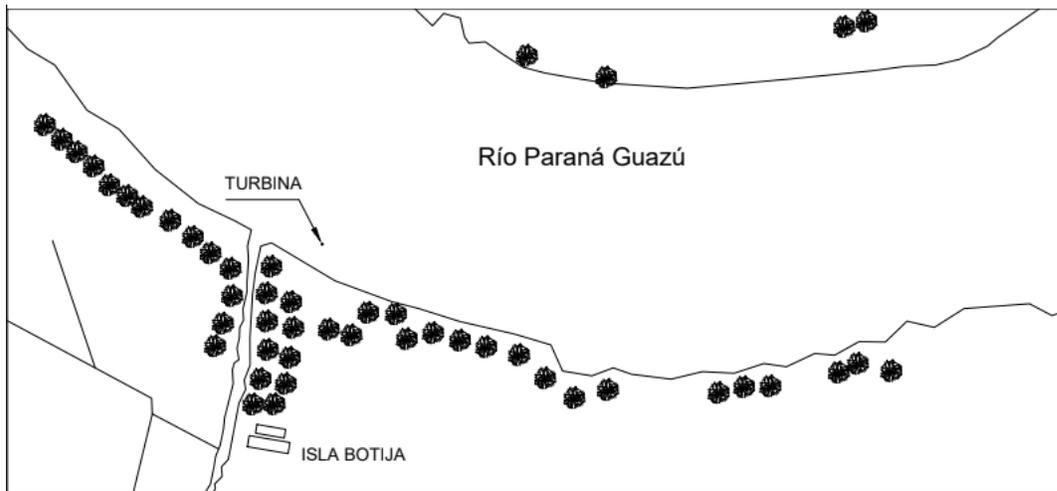
Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## ETAPA 3

### 2.1 UBICACIÓN DE LA TURBINA

Para el estudio de la ubicación y emplazamiento, se hicieron relevamientos en las zonas aledañas a la Escuela secundaria N°5 “La botija” de la ciudad de Zárate, por donde pasa un brazo del Río Paraná Guazú

Analizando el público objetivo al cual estará destinado el proyecto se puede decir que el uso de la energía no estará destinado al suministro de grandes maquinarias, sino que será un uso más bien doméstico.

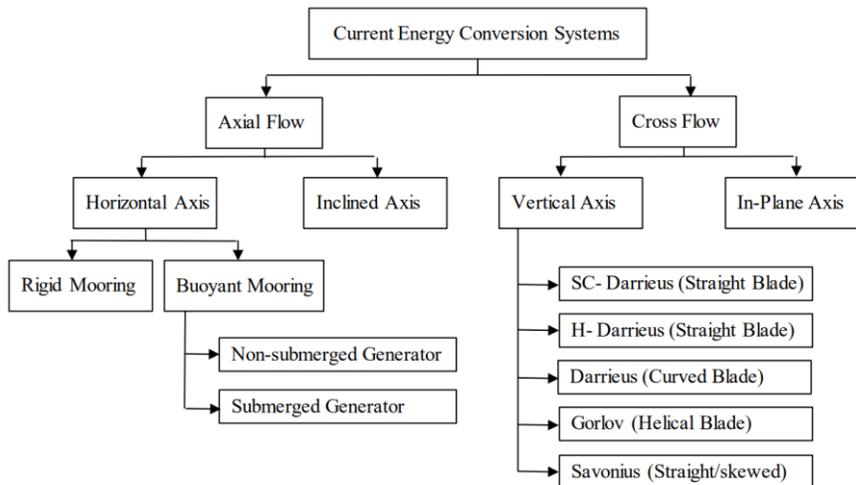


Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

El espacio físico disponible para la ubicación y dimensiones de la Turbina es amplio, pero se tienen que tomar recaudos para no ejercer una obstrucción a la libre navegación (Ley 20.094 “Ley de Navegación” Ver Anexo 17.1)

## 2.2 DISPOSICIÓN DEL SISTEMA ROTANTE

Para la elección de la configuración del rotor de la turbina se requiere considerar una gran variedad de factores técnicos y económicos. El primer factor a considerar es el posicionamiento del eje del rotor con respecto al flujo de agua, donde pueden ser turbinas de flujo axial o flujo cruzado. El segundo factor a tener en cuenta es la posición del eje de rotación, donde según el tipo de flujo pueden ser axial, horizontal o vertical. Por último, en función de la selección de los parámetros antes mencionados, se encuentran distintos modelos de turbinas, los cuales se pueden ver en detalle en el cuadro expuesto a continuación. (Ver anexo 17.2)



### 2.2.1 TURBINAS DE FLUJO AXIAL

Las turbinas axiales tienen ejes paralelos a la dirección de movimiento del fluido y emplean rotores de tipo hélice, ya que suelen presentar una solidez alta.

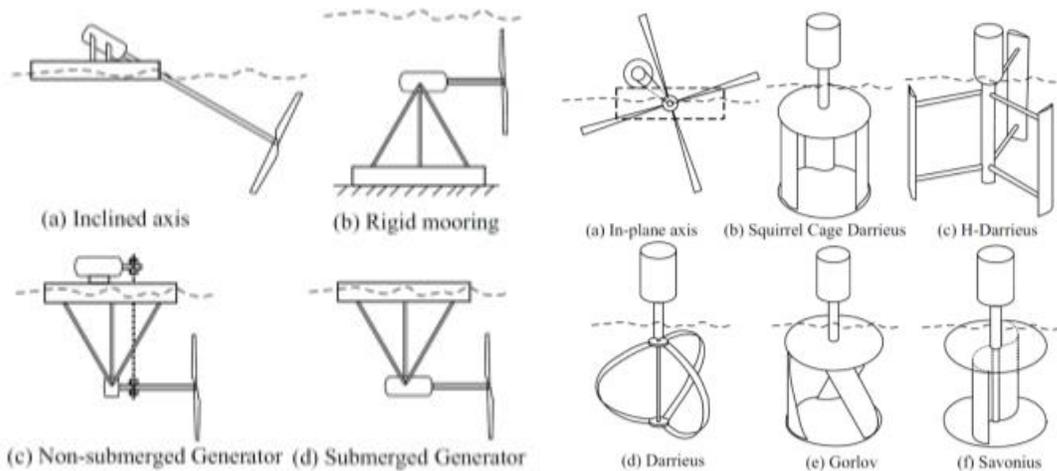
### 2.2.2 TURBINAS DE FLUJO TRANSVERSAL

Por otro lado, las turbinas del tipo de flujo cruzado tienen el eje de rotación ubicado de manera ortogonal a la dirección de movimiento del fluido.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

### 2.2.3 ORIENTACIÓN DEL EJE (HORIZONTAL O VERTICAL)

Las turbinas de eje horizontal son comunes en los convertidores de energía mareomotriz y son muy similares a las turbinas eólicas desde el punto de vista estructural y de diseño. Las turbinas con estructura de amarre sólido requieren que la unidad generadora se coloque cerca del río o fondo marino. Los rotores de eje horizontal con un mecanismo de amarre flotante pueden permitir un generador no sumergido para ser colocado más cerca de la superficie del agua.



## 3. TIPO DE TURBINA

Para poder realizar la selección de la turbina, debemos tener en cuenta ciertos aspectos como:

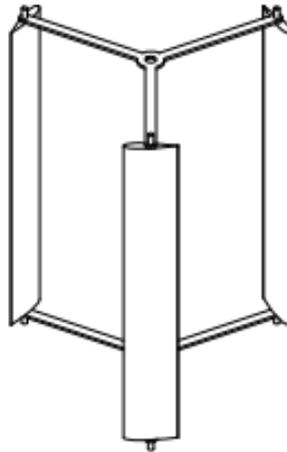
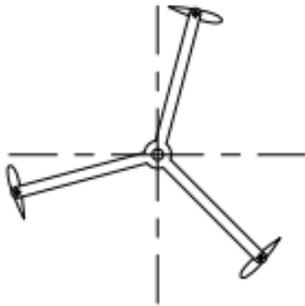
### 3.2 FLEXIBILIDAD DE APLICACIÓN

Desde el sustento teórico, podemos manejar las siguientes alternativas para poder realizar una preselección:

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

**Alternativa 1:**

Turbina tipo Darrieus "H"



**Alternativa 2:**

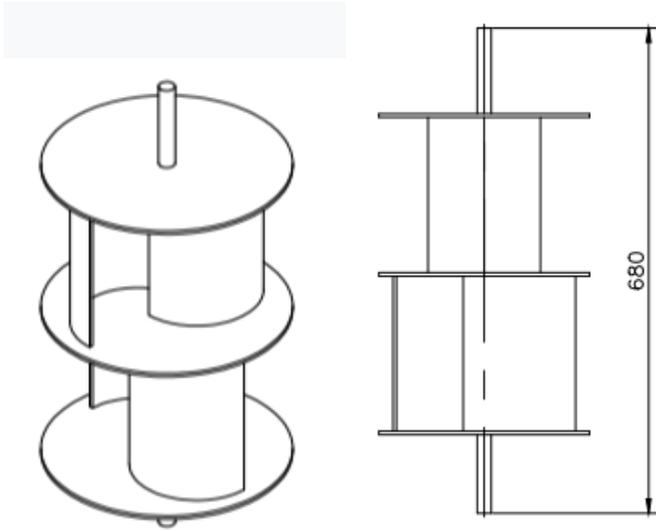
Turbina tipo Darrieus



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

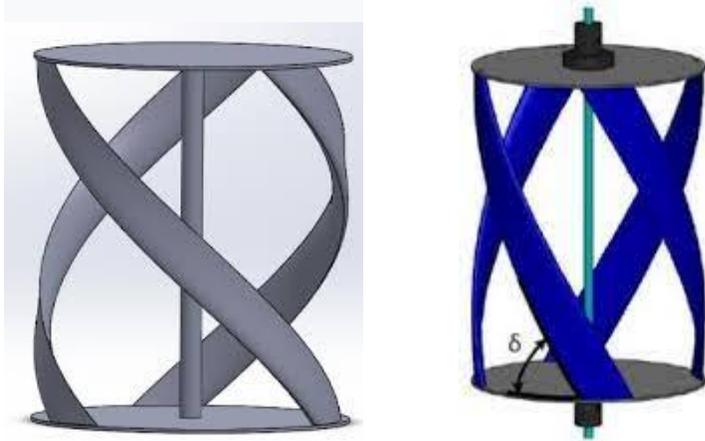
**Alternativa 3:**

Turbina tipo Savonius



**Alternativa 4:**

Turbina tipo Gorlov helicoidal

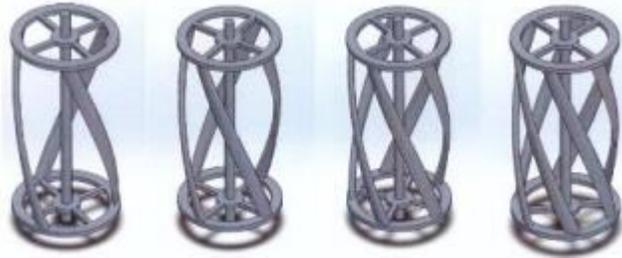


Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

#### 4. SELECCIÓN DE LA TURBINA

Decidimos que la mejor turbina para nuestro caso de trabajo es la Gorlov. La turbina Gorlov helicoidal ha resuelto los problemas de vibración, problemas de sonido y torque usando las cuchillas retorcidas en espiral. La característica más importante es su distribución de par o torque suave. Además de esto, las turbinas Gorlov tienen la particularidad de poder utilizarlas tanto de eje horizontal (Flujo transversal) como de eje vertical.

Es esta también una característica de peso a la hora de decidir el tipo de turbina.



A medida que la forma del álabe helicoidal se desplaza a lo largo de la circunferencia de rotación de la turbina, parte del perfil de la pala está situado en el ángulo de ataque óptimo condiciones de rotación, con esto es muy útil al momento de generar electricidad en casi cualquier lugar con flujos de agua, en canales artificiales, estrechos de marea, mar abierto y ríos, sin la necesidad de represamiento de agua lo que permite un par de arranque más uniforme que depende menos de la posición de la turbina. Además, la forma de hoja helicoidal permite la reducción de la oscilación del par durante la rotación.

Las turbinas de tipo Helicoidal Gorlov se pueden montar horizontal o verticalmente, apiladas en filas, y se las puede colocar a una profundidad de 3 pies, (la mayoría de las turbinas de flujo axial requieren ocho pies o más)

En la figura debajo, se muestra que las turbinas de flujo transversal cuentan con las eficiencias más altas (23.5% y 35% respectivamente). Por lo que la turbina helicoidal de Gorlov fue la seleccionada para este trabajo.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 5. DISEÑO DE LA TURBINA GORLOV

### 5.1 DISEÑO DEL ROTOR

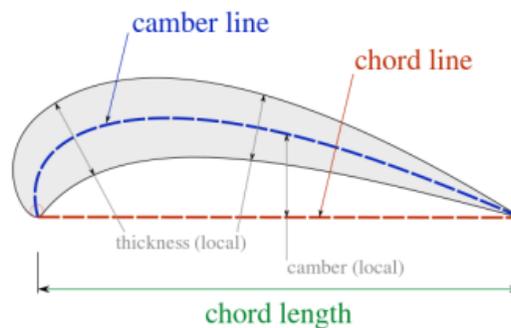
El tamaño y forma del rotor de la máquina son algunos de los elementos fundamentales a la hora de la obtención de energía. Un buen diseño del rotor va a permitir obtener la mayor cantidad posible de energía a partir del fluido sin causar resistencia ni frenarlo.

Los materiales que componen el rotor revisten importancia por el motivo que deben resistir a la corrosión y desgaste, así como la presión generada por el fluido.

### 5.2 DISEÑO DE LAS PALAS

El diseño, cantidad y ángulo de palas tiene un papel fundamental en la turbina para lograr una máxima eficiencia y poder así minimizar la resistencia. Generalmente en este tipo de turbinas se utilizan los álabes de perfil alar

Se conoce como perfil alar a las geometrías utilizadas en aerodinámica e hidrodinámica para generar fuerza de sustentación. Para describir correctamente el perfil del álabe es necesario conocer ciertas dimensiones de este. En la siguiente ilustración se pueden apreciar:

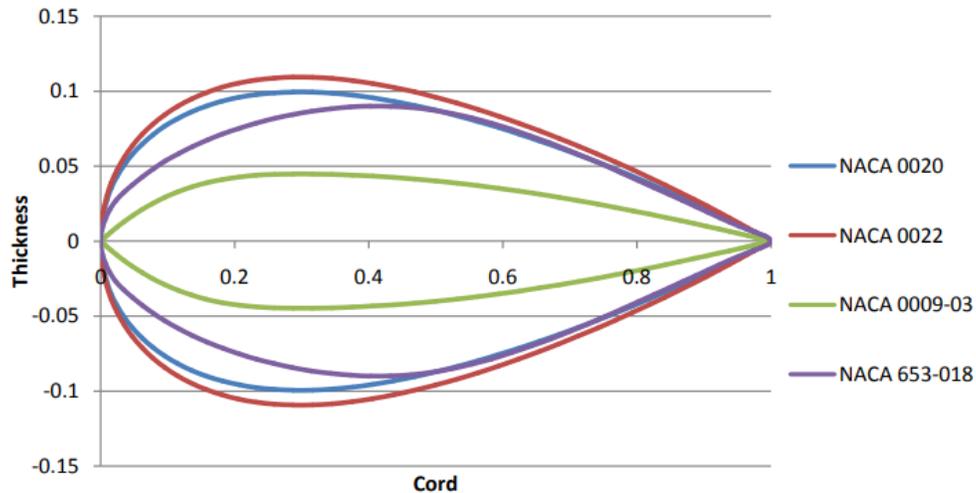


### 5.3 GEOMETRÍA DE PERFILES

La geometría de los perfiles se encuentra normada por la NACA (National Advisory Committee for Aeronautics). La forma del perfil se describe con un número de 4 dígitos, estos corresponden a:

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

- Primer dígito: máximo camber (ver en la ilustración) en porcentaje del chord length.
- Segundo dígito: indica la posición del máximo camber en décimos del chord length.
- Tercer y cuarto dígitos: máximo espesor (thickness) en porcentaje del chord length.

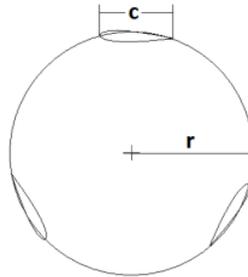


Se analizaron, fabricaron y probaron experimentalmente siete configuraciones diferentes de turbinas. El primer estudio utilizó un perfil aerodinámico NACA 653-018, NACA 0020 y NACA 0022 para investigar cómo los diferentes perfiles influyen en la eficiencia de la turbina. Cabe señalar que se eligió el perfil aerodinámico NACA 0020 como perfil de referencia, ya que la mayoría de las investigaciones sobre turbinas helicoidales hasta la fecha se han realizado con este perfil. A continuación, manteniendo constante el perfil aerodinámico (NACA 0022), el número de álabes por La turbina fue variado. Se probaron dos, tres y seis palas por sistema. La variable final incluía variar la solidez de la turbina mientras se mantenía constante el perfil aerodinámico (NACA 0022) y el número de palas (3).

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 5.4 SOLIDEZ

El término solidez, que se representa como  $\sigma$ , es un número adimensional que representa la fracción del perímetro de la circunferencia de la turbina que está cubierta por álabes. En la siguiente ilustración se aprecia bien  $c$  y el perímetro de la circunferencia.



La expresión que describe la solidez es:

$$\sigma = \frac{c B}{2\pi r}$$

Donde:

$c$ : Chord length o largo de cuerda

$B$ : Número de álabes

$r$ : Radio de la turbina

Otra expresión utilizada también para calcular el factor de solidez para turbina Gorlov de 3 álabes

$$\sigma = \frac{3}{\pi} (d - \sqrt{3} + \sin d + \sqrt{3} \cos d)$$

Donde:

$d$ : es la mitad del ángulo de ataque.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Este parámetro tiene gran influencia en el funcionamiento de una turbina, porque representa el bloqueo o intercepción del flujo que realiza la turbina. A mayor solidez la superficie de interacción fluido-álabe, generando de esta forma menor velocidad pero mayor torque además de un mejor rendimiento de auto arranque. Si se busca una turbina que funcione a bajas RPM es recomendable aumentar la solidez. Sin embargo, existe un límite superior en la solidez de la turbina, ya que en algún momento el fluido tenderá a “evitar” pasar por los álabes y va a fluir por alrededor de la turbina, en lugar de interactuar con ella.

### 5.5 LONGITUD DE CUERDA

Seleccionando el perfil, el siguiente paso es la determinación de la cuerda del perfil, que es la longitud máxima que se tiene en la sección transversal del perfil aerodinámico y se calcula mediante la ecuación. Bajo este precepto para fines de esta tesis el valor de la cuerda se la obtendrá a través de fijar un valor de 0.4 para la solidez

$$C = \frac{\sigma \cdot \pi \cdot d}{n}$$

### 5.6 TIP SPEED RATIO (TSR)

El valor de Tip Speed Ratio es un valor adimensional denominado también con la letra  $\lambda$ , es la relación entre la velocidad tangencial de la turbina (extremo más alejado del eje) y la velocidad del fluido.

Como este valor depende de ambas velocidades, tanto del fluido como de la turbina es necesario encontrar el punto óptimo de funcionamiento donde la extracción de energía es máxima, este valor es el TSR óptimo. El valor de TSR óptimo va a ser el punto donde se logra una mayor eficiencia en la extracción de energía, el cual es función tanto de la turbina, como del flujo y del generador. Ver anexo 17.4

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 5.7 NÚMERO DE REYNOLDS

Es un parámetro adimensional utilizado para describir las características del flujo y para poder realizar un trabajo de escalas. Un aspecto importante a su vez, es la relación arrastre/sustentación que se da en la interacción sólido-fluido. Este número adimensional representa una relación entre las fuerzas viscosas e inerciales presentes en un fluido.

$$Re = \frac{V \cdot l}{\nu}$$

Donde:

V: Velocidad de flujo

l: Chord Length

$\nu$ : Viscosidad cinemática del fluido

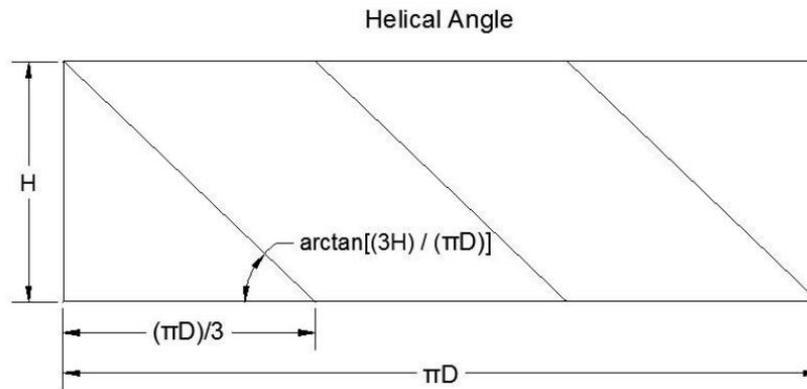
Principalmente este valor determinará el comportamiento del flujo, siendo:

- Flujo Laminar: Es un flujo suave y constante, se da con números de Reynolds bajos. En estos flujos predominan las fuerzas viscosas y los esfuerzos tangenciales generan un flujo en forma de láminas, lo que comúnmente se dice que fluye de forma "ordenada"
- Flujo turbulento: En contraposición al laminar, este tipo de flujo se da con Números de Reynolds altos, tienen mayor presencia las fuerzas inerciales y se generan vórtices.

## 5.8 ÁNGULO DE HÉLICE

El ángulo de hélice corresponde al ángulo de la hélice generatriz del rodete Gorlov. En la figura se observa la proyección en el plano del manto cilíndrico de la turbina. La altura  $h$  corresponde a la altura en la que el álabe da 1/3 de vuelta, para esta turbina cada álabe dará 2/3 de vuelta y la altura es de  $H$ .

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



$$\arctan = \frac{N * H}{\pi * D}$$

Donde:

N: número de álabes

H: altura del álabe

D: Diámetro de la turbina

Ángulo de hélice: 62°

## 5.9 ÁNGULO DE ATAQUE

Este ángulo corresponde al ángulo entre la línea de cuerda y la velocidad relativa, para este caso es el mismo ángulo que se genera entre la velocidad tangencial y la relativa debido al perfil simétrico del álabe.

Para lograr el mayor torque se tiene que conseguir un alto ratio Lift/Drag tanto para ángulos de ataque positivos como negativos, por este motivo se utilizan en gran mayoría de las turbinas de flujo cruzado perfiles simétricos.

El ángulo que da la mayor relación es aproximadamente 10°.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 6. DATASHEET RESUMEN - TURBINA

TURBINA	
Descripción:	Turbina Gorlov Helicoidal
Material	Copolimero PP
Tipo de perfil	NACA 0022
Longitud de cuerda (m)	0,209
Solidez	40%
Ángulo de hélice	62°
Ángulo de ataque	10°
Cantidad de álabes	3
Altura (m)	1
Diámetro (m)	0,5
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	915-930
Peso total aproximado (kg)	77,4

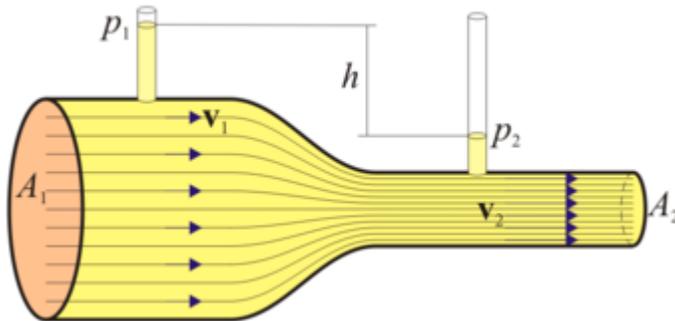
Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 8. VELOCIDAD DE FLUJO

Cantidad de fluido que atraviesa una barrera determinada en una unidad de tiempo. En nuestro estudio esta variable es mandatoria para la generación de potencia, como ya se ha mencionado la velocidad es muy baja. Se recurre a alternativas para poder aumentar la velocidad del fluido con tubos Venturi, en los cuales se analizará la geometría de sección más eficiente. (Ver anexo 17.6)

### 8.1 TUBO VENTURI

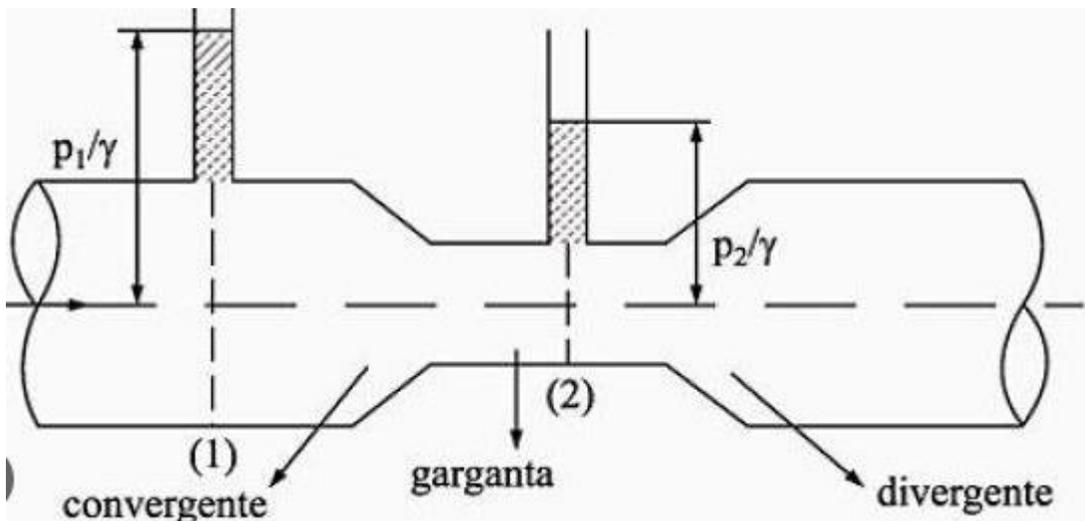
El tubo de Venturi se utiliza para medir la velocidad de un fluido incompresible. Consiste en un tubo con un estrechamiento, de modo que las secciones antes y después del estrechamiento son  $A_1$  y  $A_2$ , con  $A_1 > A_2$ .



#### Alternativa 1:

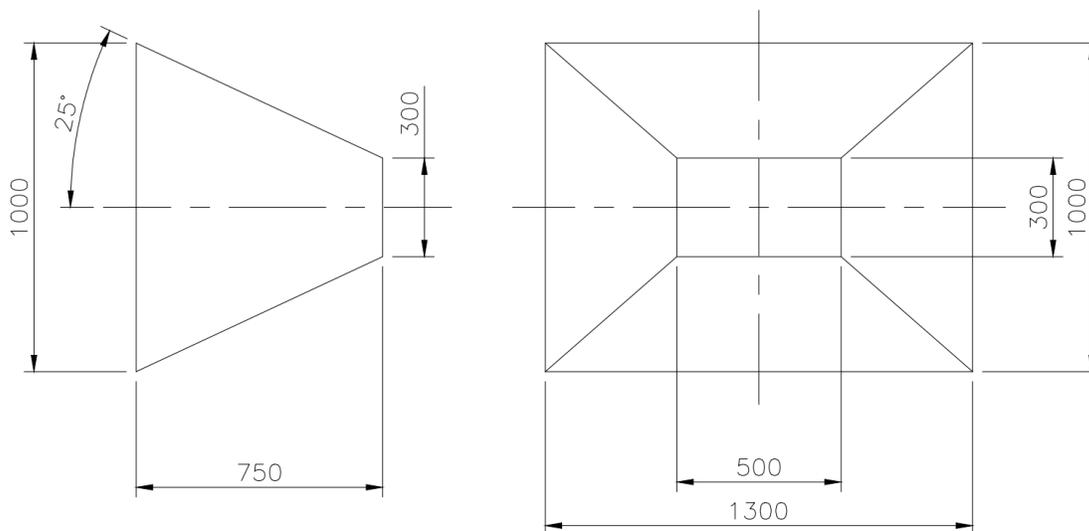
Tubo Venturi - Sección circular

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



**Alternativa 2:**

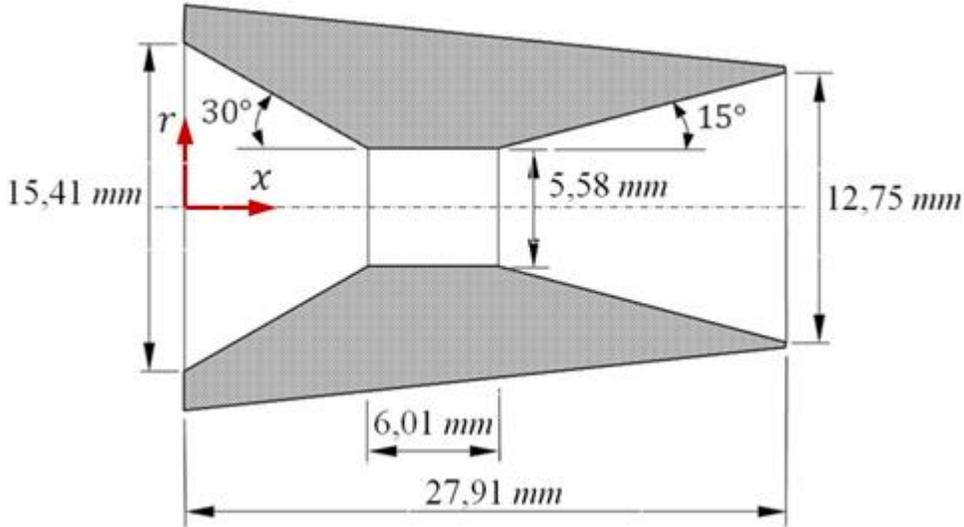
Tubo Venturi - Sección Rectangular



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

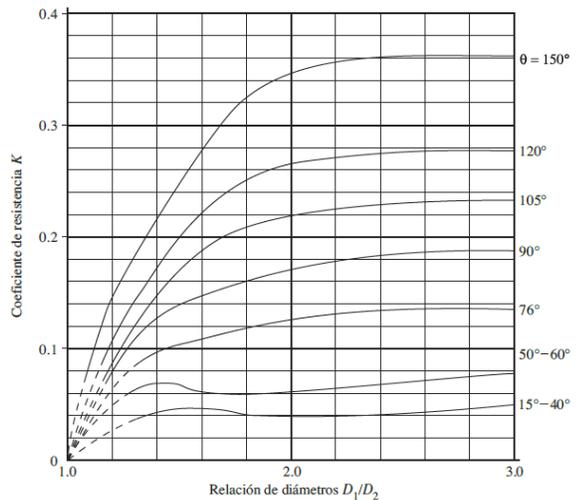
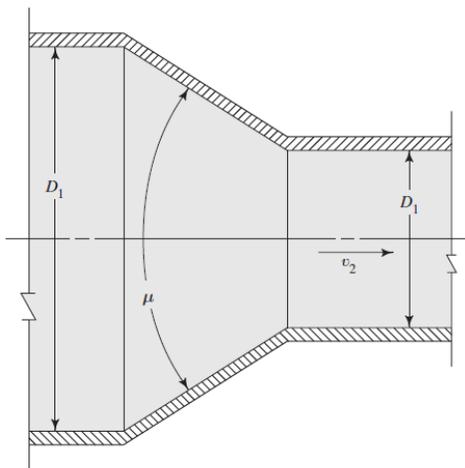
**Alternativa 3:**

Tubo Venturi - Sección cuadrada



**8.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA TOBERA**

La pérdida de energía en una contracción puede disminuir en forma sustancial si la contracción se hace más gradual. La figura muestra tal contracción, formada por una sección cónica entre los dos diámetros, con bordes afilados en las uniones. El ángulo  $\theta$  se denomina ángulo del cono.



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Para las dimensiones de la tobera a utilizar se contempla la condición de continuidad para fluidos incompresibles, la cual dice que:

- Si no hay pérdidas de fluido dentro de un tubo uniforme, la masa de fluido que entra es igual a la que sale en un tubo en un tiempo.
- Si un fluido es incompresible, su densidad  $\rho$  es constante
- Por otro lado la cantidad  $A \cdot V$  se conoce como caudal promedio  $Q$  y representa el volumen del fluido que pasa por un punto en el tubo por unidad de tiempo.

$$A_1 * v_1 = A_2 * v_2$$

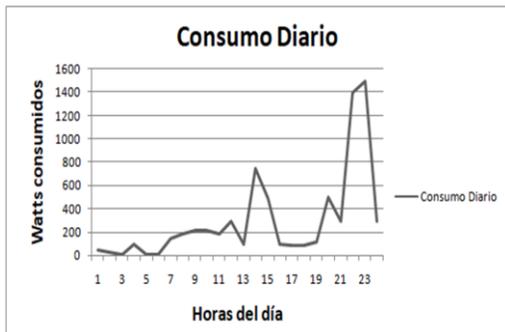
$$\frac{A_1 * v_1}{A_2} = v_2$$

$$\frac{1,3m^2 * 0,34 \frac{m}{s}}{0,15 m^2} = v_2$$

$$2,95 \frac{m}{s} = v_2$$

### 8.1.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA OBTENIDA CON LA TOBERA

A partir de este valor de velocidad se calculan las potencias que se podrían llegar a obtener con estos resultados, recordando que:



Energía diaria demandada	7,2 kWh
Energía Fotovoltaica (Paneles)	4,8 kWh
Energía a cubrir por la microturbina	2,4 kWh

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Los cálculos que se utilizarán para calcular la potencia son:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V^3 * A$$

Donde:

- $\rho$  = Densidad del fluido [Kg/m<sup>3</sup>]
- V = Velocidad del fluido [m/s]
- A= Area de contacto [m<sup>2</sup>]

densidad : 1000 Kg/m<sup>3</sup>

V: 2,95 m/s

A: 0,06 m

$$P = \frac{1}{2} * 1000 \frac{Kg}{m^3} * 2,95 \frac{m}{s} * 0,0022 m^2$$

$$P = 3,24 kW$$

Con la utilización de una tobera a la entrada de la turbina, se lograría tener un valor estimado de potencia que supera a la mínima necesaria de 2,4 kWh.

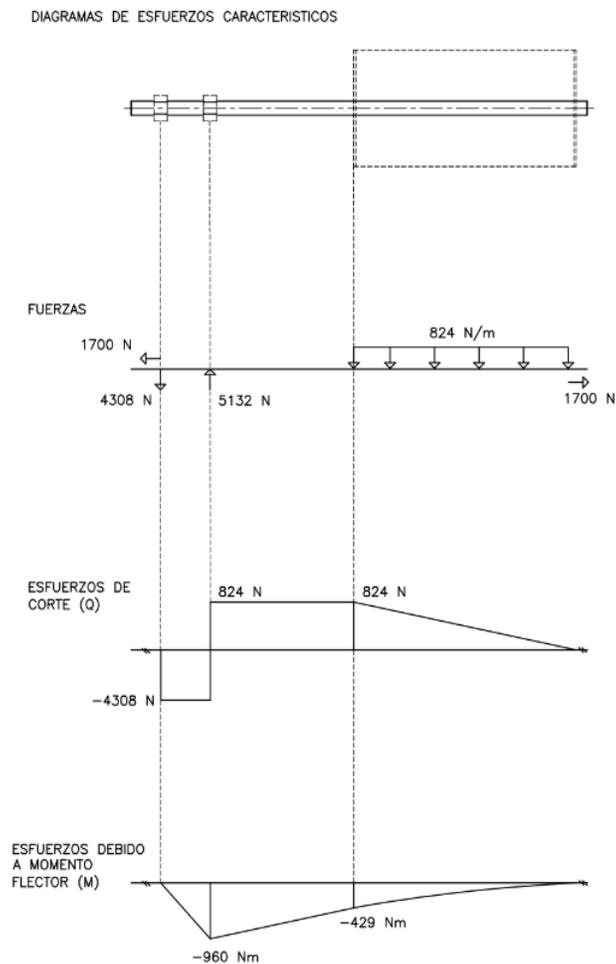
Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 9. DISEÑO DE EJE

El diseño correspondiente al eje tendrá como objetivo, la resistencia a los esfuerzos generados por las fuerzas propias de la corriente de fluido y los pesos propios de la turbina. El eje estará sometido a esfuerzos de flexión, corte y torque, como así también fatiga.

A partir de estas premisas, se comenzará generando un estudio de fuerzas para lograr la determinación de los diagramas de esfuerzos característicos correspondientes

Se adjunta un croquis resumen de los gráficos de fuerzas y esfuerzos característicos para un eje de Acero SAE 1045 Estirado en frío (CD: Cold Drawn).



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Seccion mas solicitada  $x=355\text{mm}$  ;  $Mfl.=960\text{ Nm}$  ;  $Mt.= 86,89\text{ Nm}$   
Material: Acero Sae 1045 CD  
Ec. de Goodman

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left( \frac{2(Kf \cdot Mf)}{Se} + \frac{[3(Kfs \cdot Mt)^2]^{1/2}}{Sut} \right) \right\}^{1/3}$$

$Se=145\text{Mpa}$

$Sut=630\text{Mpa}$

$Mfl=960\text{Nm}$

$Mt=86,89\text{Nm}$

$d = 52,92\text{mm}$

como el calculo es conservador, se toma un

$d = 50\text{mm}$

se calculan las tensiones medias ( $\sigma_m$ ) y alternativas ( $\sigma_a$ )

$$\sigma'_a = \left\{ \frac{32 \cdot Kf \cdot Mf}{\pi \cdot d^3} + \frac{[3 \cdot (Kfs \cdot Mt)^2]^{1/2}}{Sut} \right\}^{1/3}$$

$$\sigma'_m = 3 \cdot \left( \frac{[16 \cdot (Kfs \cdot Mt)^2]}{\pi \cdot d^3} \right)^{1/2}$$

$\sigma_a = 116,7\text{ Mpa}$

$\sigma_m = 7,98\text{ Mpa}$

Criterio Goodman

$1/nf = \sigma_a/Se + \sigma_m/Sut$

$nf = 1,23$

Verificacion por Von Misses

$ny = Sy / \sigma_{\text{max}}$

$ny = 4,25$

## 10. ANCLAJES

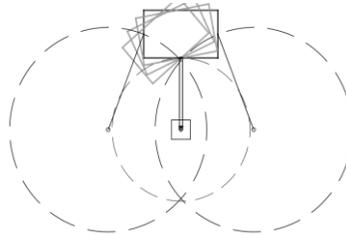
Los anclajes cumplen la función de la sujeción de la máquina en tierra firme, dada esta condición inicial se deben realizar los estudios correspondientes teniendo en cuenta las diferentes alternativas a considerar.

Para esto se procedió a realizar un estudio para verificar los movimientos de la balsa bajo varias circunstancias.

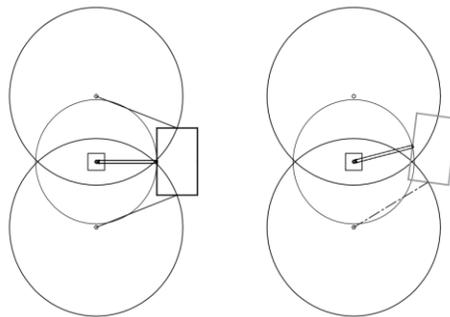
Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

### 10.1 AMARRES

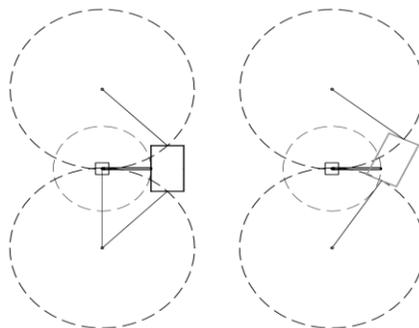
Para ello en primer lugar se analiza cómo se comporta la balsa sin la utilización de riendas, donde se observa que esta puede dar un giro de 360° sin problemas si es que no utilizamos un perno para limitar la rotación.



En segundo lugar, se colocaron 2 riendas para determinar cómo era el radio de giro de la balsa con respecto al eje rígido y a las 2 riendas. Como conclusión se determinó que las riendas colocadas a esa distancia no eran suficientes para limitar el movimiento.

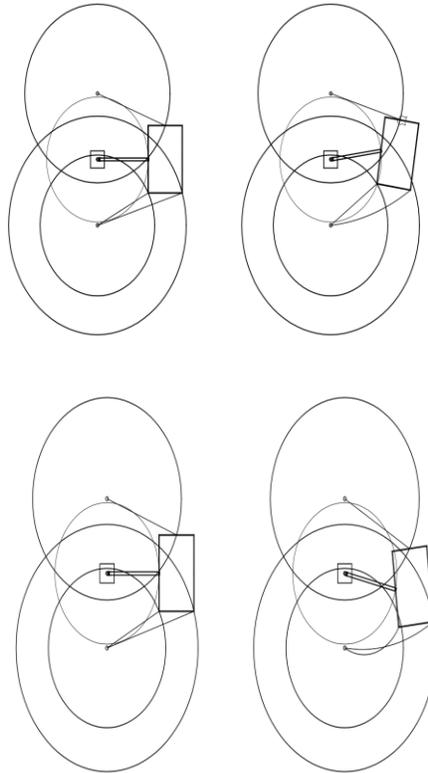


Como siguiente instancia, se recurre a colocar los puntos de anclaje de las riendas a una mayor distancia del anclaje del sistema rígido. Se analiza nuevamente el sistema de rotación y no se ven mejoras, con lo cual se descarta definitivamente la idea de alejar los anclajes para limitar el movimiento.

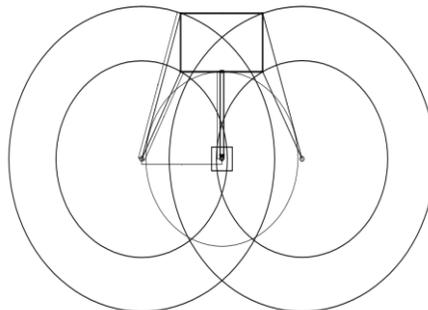


Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Como cuarto caso de estudio, se colocan 2 riendas en la dirección de desplazamiento del río y una rienda en el lado contrario. Se determina que para limitar el movimiento producido por la fuerza del río con esta alternativa es suficiente. Como contraparte se observa que en caso de que una fuerza externa impacte a la balsa en el lado contrario a la dirección del río generaría que la balsa se desplace. Con lo cual se procede a hacer un último estudio colocando 2 riendas en ambos lados.



Se determina que con 4 riendas en total y un sistema rígido que permita la rotación de la turbina va a ser suficiente para soportar todos los esfuerzos generados sobre la balsa.



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 10.2 PILOTES

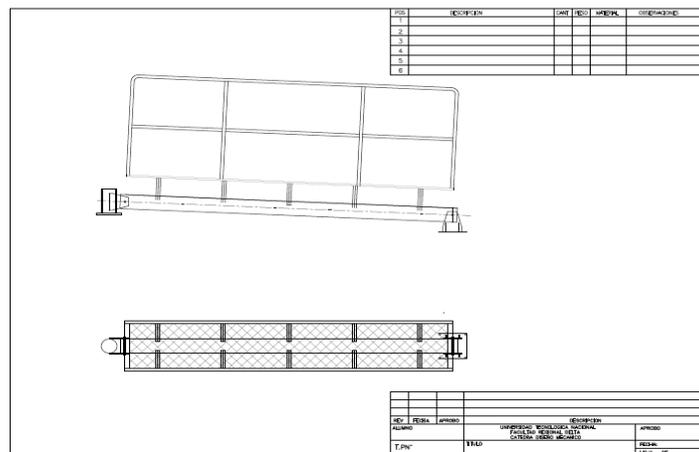
Las cimentaciones profundas son las que ayudan a transmitir las cargas a lo largo de los sustratos más resistentes del suelo. Se utilizan cuando la parte más superficial del terreno es frágil, está cubierta de fracturas, hay presencia de agua o está poco consolidada. En estas se usan varios tipos de pilotes dependiendo del tipo de construcción y de las características del terreno.

## 11. ACCESIBILIDAD

Con el propósito de facilitar el acceso a la parte de la balsa de la máquina para tareas relacionadas al mantenimiento de la misma, se propone la realización de una pasarela.

Para la pasarela, se toma como base de la misma el diseño previo del vínculo fijo entre la balsa o bastidor y tierra firme. A partir de esta base, se colocarán apoyos igualmente distanciados y por cuestiones de seguridad se adiciona una baranda, la cual se extenderá al perímetro de toda la balsa. La ventaja que tiene este tipo de construcción es que se puede retirar en caso que el usuario o los operadores de mantenimiento lo deseen o tengan la necesidad.

A continuación, se adjunta un croquis de la pasarela.

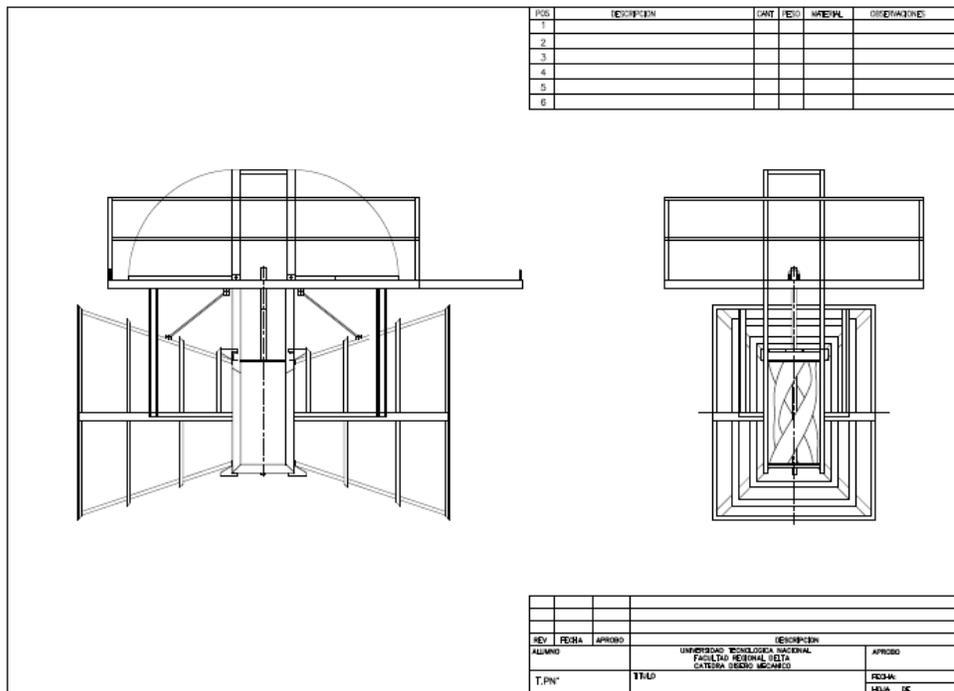


Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 12. SISTEMAS DE ELEVACIÓN

A nivel general, un izaje de cargas se utiliza cuando no es posible mover o trasladar un equipo de forma manual debido a múltiples factores, ya sea por sus dimensiones, su fragilidad o la responsabilidad que representa para la persona.

Realizado de acero estructural rectangular, tiene un diseño que permite facilitar el mantenimiento de la turbina de Gorlov. Cuenta con una rondana en un extremo para poder elevar la misma. La ventaja de este sistema es que permite realizar el mantenimiento del equipo “in situ” sin necesidad de trasladar hasta tierra en caso de reparaciones o intervenciones menores.



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

### 13. FLOTADORES

Los flotadores a utilizar estarán unidos a los perfiles estructurales los mismos serán tambores de 200 lts comerciales



Se calculan las fuerzas de empuje que pueden soportar. Se utilizarán 6 de este tipo.

$$\underline{E} = \rho * V * g$$

donde:

$\rho$  = Densidad [Kg/m<sup>3</sup>]

V = volumen desplazado [m<sup>3</sup>]

g= gravedad [m/s<sup>2</sup>]

Vol. desplazado = 200 lts. → 0,2 m<sup>3</sup>

$$\underline{E} = \rho * V * g \rightarrow \underline{E} = 1000 \frac{kg}{m^3} * 0,2m^3 * 9,81 \frac{m}{s^2}$$

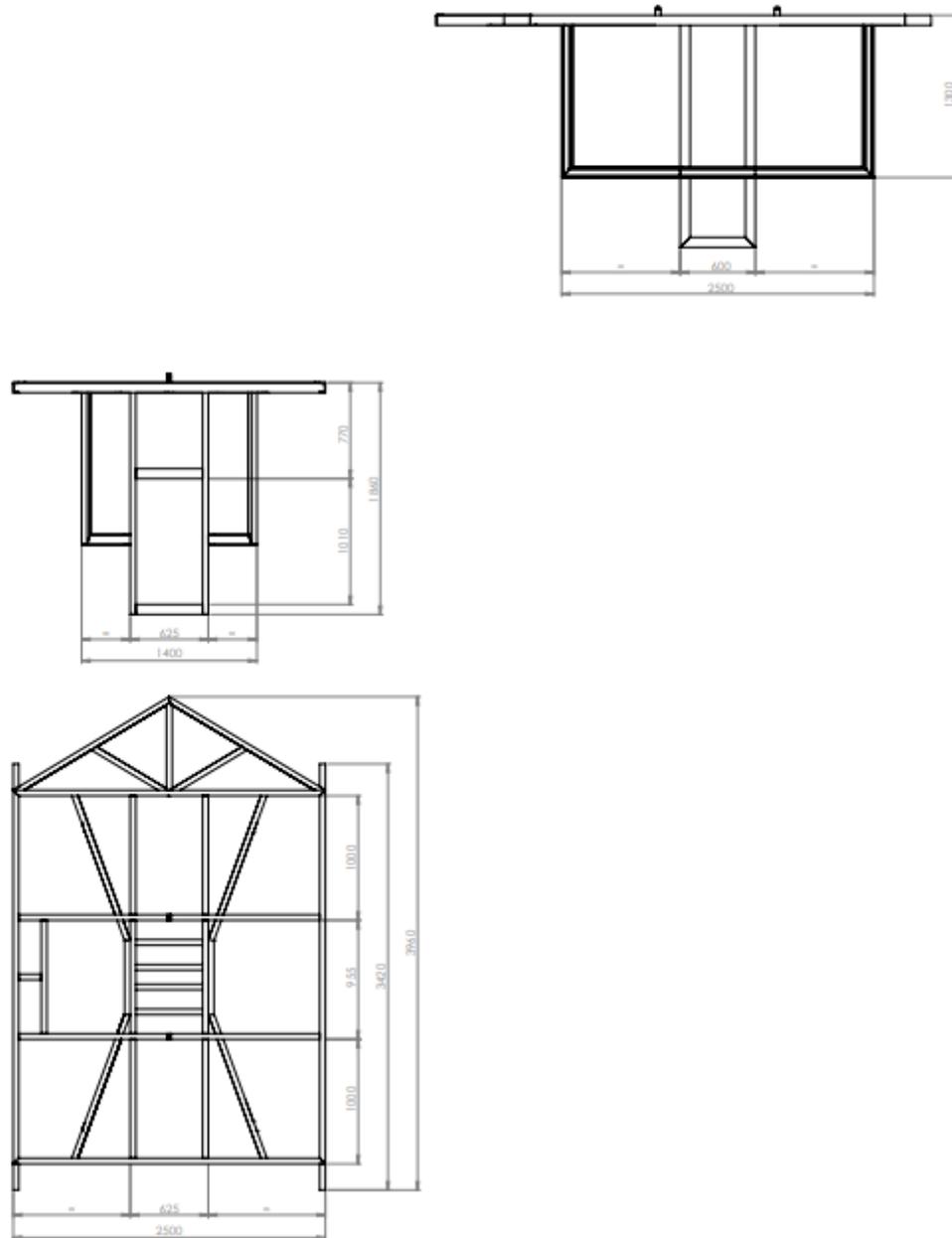
$$\underline{E} = 1962 \text{ N} \approx 200 \text{ Kg}$$

Se utilizarán 10 flotadores en total, dando una fuerza de empuje que ronda los 2000kg. Por lo cual, se verificará con el peso total del equipo si la utilización de esta cantidad de flotadores es la correcta.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 14. BASTIDOR

Los perfiles utilizados en la estructura será un perfil de acero comercial que será verificado según los esfuerzos a los que será sometido.

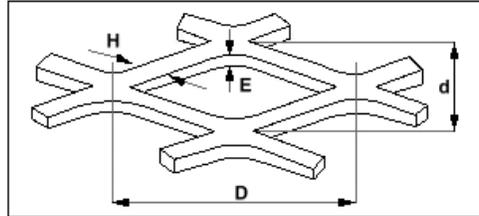


Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 15. MALLA BASTIDOR

Se utilizará para el piso del bastidor, material desplegable comercial con las siguientes especificaciones.

D: Diagonal Mayor.  
E: Espesor de la chapa.  
H: Ancho del nervio.  
d: diagonal menor.



### Metal Desplegado Liviano

920.20-2,5	2,8	92,00	38	1,22 x 2,44	7,66
------------	-----	-------	----	-------------	------

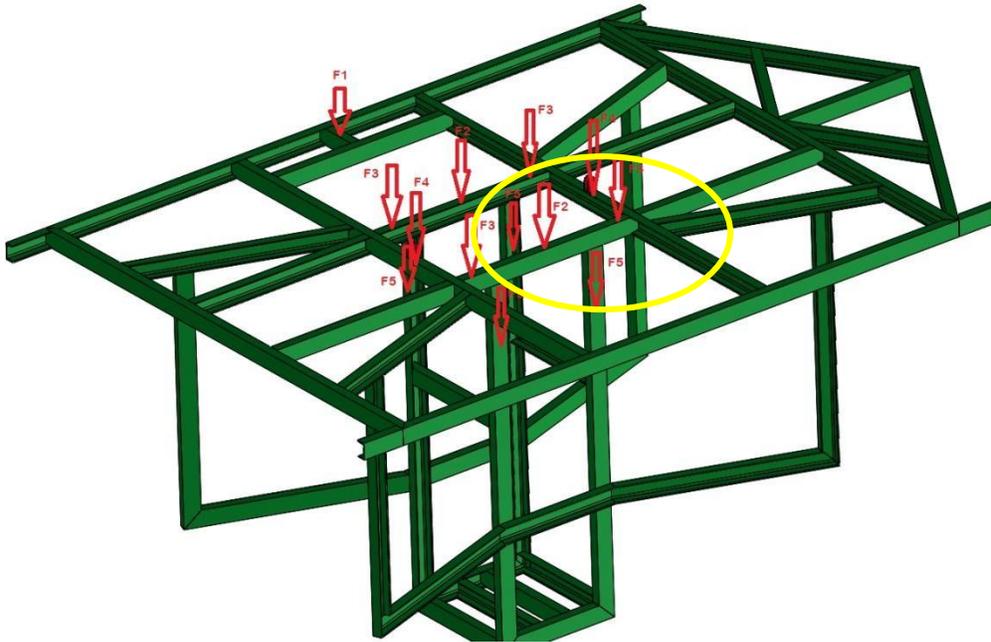
### 15.1 CÁLCULOS DE BASTIDOR – SOLICITACIONES

Se realizarán los cálculos para determinar si los perfiles utilizados soportarán las solicitaciones que le generarán tanto las fuerzas internas (Pesos propios de la estructura) como las fuerzas externas (condiciones de contorno)

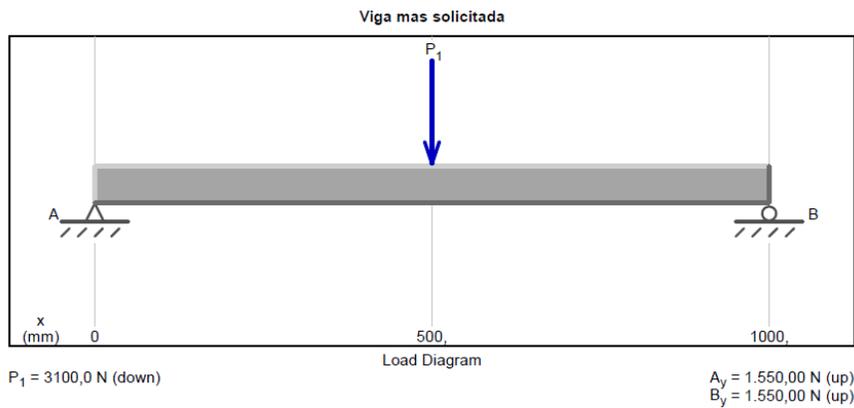
Distribucion de esfuerzos debido a fuerzas internas:

Fuerzas	Denominación	Valor [Kg]
F1	Apoyo de pasarela	187,2
F2	Conjunto turbina	37,35
F3	Sistema de Izaje/Elevacion	29
F4	Venturi	177
F5	Soporte de venturi	113,5

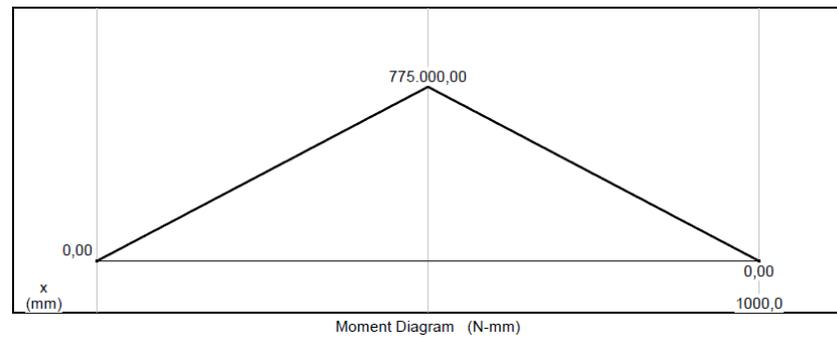
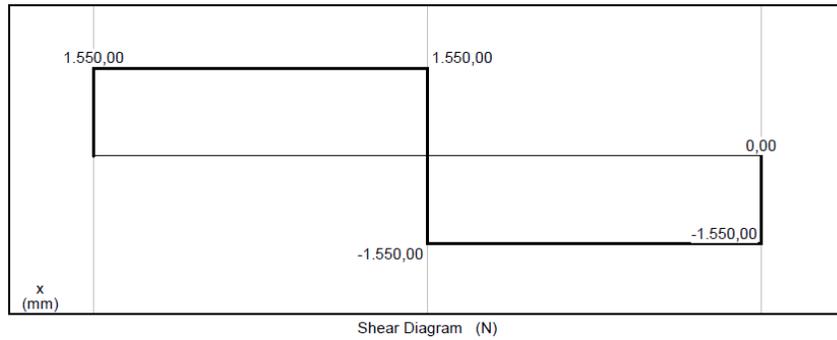
Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



Se remarca la viga con mayor sollicitación a esfuerzos



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



Perfil C AISI 1020



Perfiles conformados

Perfiles C

Dimensiones (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Valores estáticos relativos a los ejes XX-YY						
				Wx (cm <sup>3</sup> )	Ix (cm <sup>4</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Xg (cm)	Wy (cm <sup>3</sup> )	Jy (cm <sup>4</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )
80x40x15	1,60	2,23	2,84	7,52	30,08	3,26	1,48	2,78	7,02	1,57
	2	2,73	3,48	9,22	36,89	3,26	1,48	3,38	8,51	1,56
	2,50	3,34	4,25	11,25	45,02	3,25	1,48	4,07	10,25	1,55
	3,20	4,13	5,26	13,93	55,70	3,25	1,48	4,94	12,44	1,54
80x50x15	1,60	2,48	3,16	8,75	35	3,33	1,91	3,84	11,89	1,94
	2	3,05	3,88	10,74	42,98	3,33	1,91	4,69	14,50	1,93
	2,50	3,73	4,75	13,13	52,53	3,33	1,91	5,68	17,56	1,92
	3,20	4,63	5,90	16,29	65,14	3,32	1,91	6,95	21,50	1,91
100x45x10	1,60	2,60	3,32	10,46	52,29	3,97	1,46	3,39	8,60	1,61
	2	3,20	4,08	12,86	64,31	3,97	1,46	4,12	10,45	1,60
	2,50	3,93	5	15,75	78,77	3,97	1,46	4,97	12,60	1,59
	3,20	4,88	6,22	19,59	97,97	3,97	1,47	6,06	15,35	1,57

INTEGRANTES:  
FRACCAROLLI, VICTOR  
PEREYRA, FACUNDO  
QUISPE, RODRIGO

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Wx: Módulo resistente: 7,52 cm<sup>3</sup>

$$Wx: \frac{I_{xx}}{Y_{max}} \quad \sigma: \frac{M_{x,y}}{Ix}$$

$$M_{max}: \frac{P.L}{4} \rightarrow \frac{316,32 \text{ Kg} * 1\text{m}}{4} \rightarrow M_{max}: 79,03 \text{ Kg.m}$$

$$M_{max}: 79,03 \text{ Kg.m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 7.903 \text{ Kg.cm}$$

$$\sigma: \frac{7.903 \text{ Kg.cm}}{7,52 \text{ cm}} \rightarrow \sigma: 1.050 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Datos de aceros AISI 1020:

$$\sigma_{fl}: 350 \text{ N/mm}^2 = 3569,01 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm}: \frac{\sigma_{fl}}{\eta} \rightarrow \frac{3569,01}{1,5} \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm}: 2379,34 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm}: 2379,34 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \gg \sigma_{BASTIDOR}: 1.050 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Y se aplica de la misma manera la transmisión de los esfuerzos para las distintas vigas

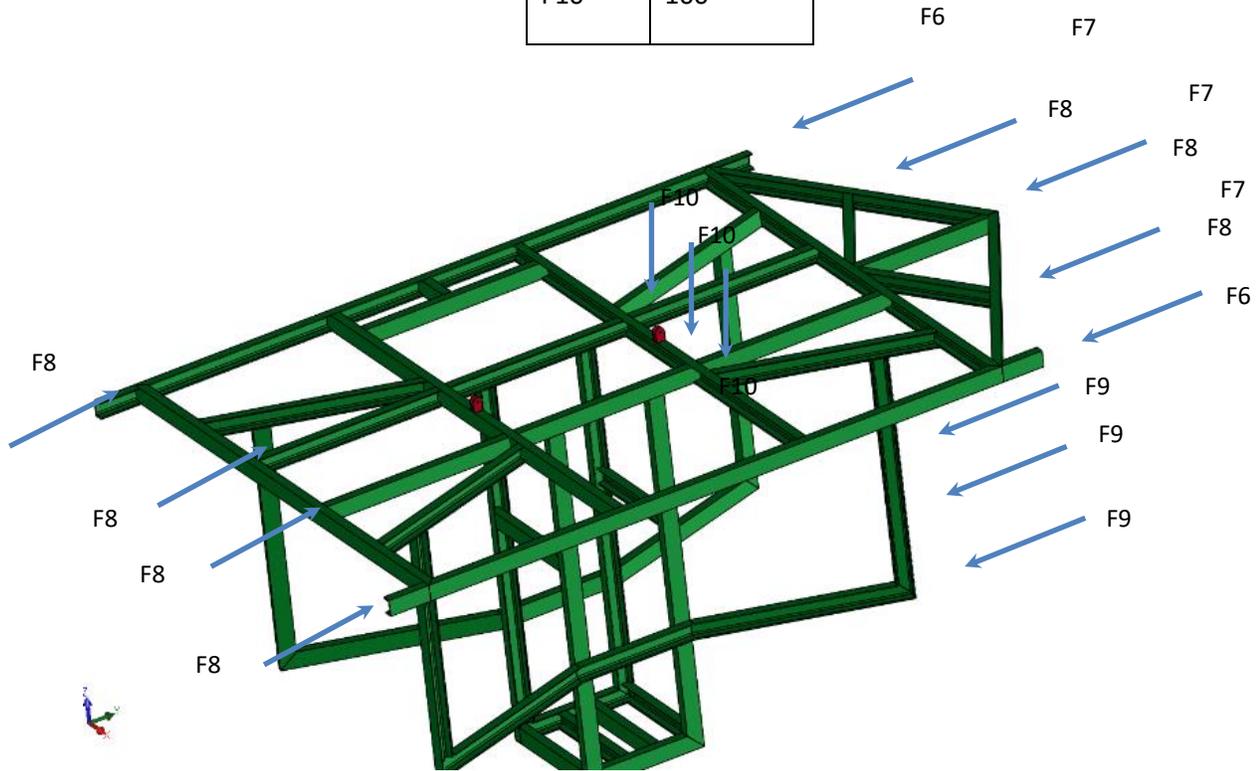
Para contemplar las fuerzas externas, adoptamos el criterio de sumar a las fuerzas internas aquellas fuerzas provenientes del ambiente circundante como:

- Tensiones de cuerdas de amarre (F6)
- Elementos flotantes en el cauce del Río (F7)
- Impactos con elementos de navegación (F8)
- Obstrucción del área de ingreso al Venturi (F9)
- Peso de operadores (F10)

Fuerza	Valor [Kg]
F6	22,53
F7	58,9
F8	101,4

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

F9	17,8
F10	100



Cálculo del esfuerzo con los operadores

$$W_x : \frac{I_{xx}}{Y_{max}} \quad \sigma : \frac{M_x \cdot Y}{I_x}$$

$$M_{max} : 277,2 \text{ Kg.m}$$

$$M_{max} : 277,2 \text{ Kg.m} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 27.226,4 \text{ Kg.cm}$$

$$\sigma : \frac{27.226,4 \text{ Kg.cm}}{13,93 \text{ cm}^3} \rightarrow \sigma : 1.954 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Datos de aceros AISI 1020:

$$\sigma_{fl} : 350 \text{ N/mm}^2 = 3569,01 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

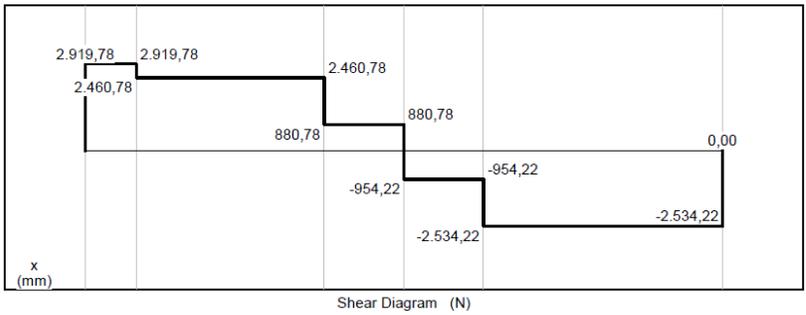
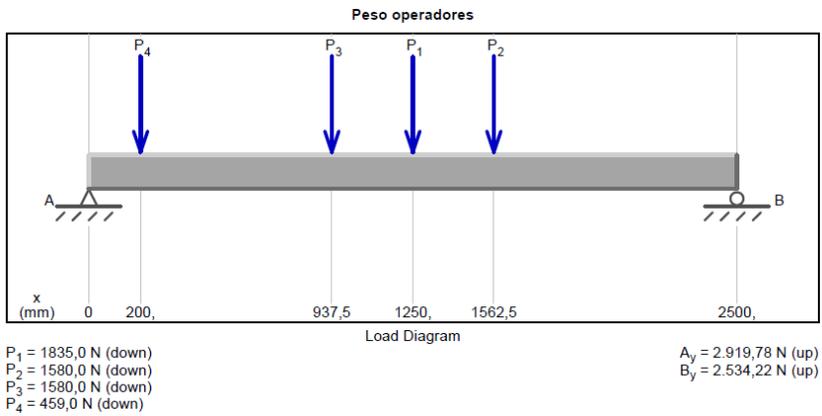
Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

$$\sigma_{adm}: \frac{\sigma fl}{\eta} \rightarrow \frac{3569,01}{1,5} \frac{Kg}{cm^2}$$

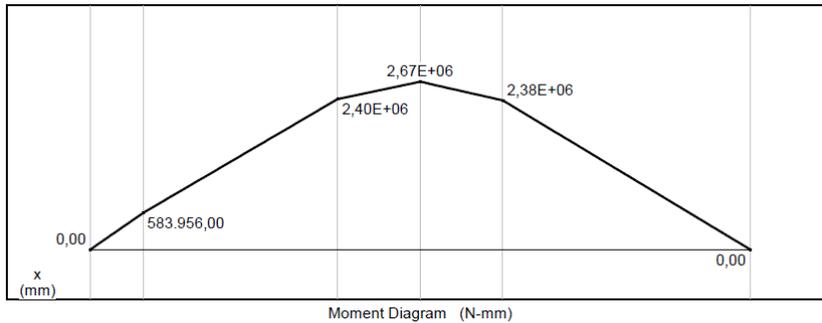
$$\sigma_{adm}: 2379,34 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm}: 2379,34 \frac{Kg}{cm^2} \gg \sigma_{BASTIDOR}: 1.954 \frac{Kg}{cm^2}$$

Cálculo de esfuerzos exteriores (Peso de operadores)



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



Cálculo de esfuerzos exteriores (aplicación en dirección del eje X)

$$Wx : \frac{Ixx}{Ymax} \quad \sigma : \frac{Mx \cdot Y}{Ix}$$

$$Mmax: 556 \text{ Kg.m}$$

$$Mmax: 556 \text{ Kg.m} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 5.560,5 \text{ Kg.cm}$$

$$\sigma : \frac{5.560 \text{ Kg.cm}}{3,38 \text{ cm}^3} \rightarrow \sigma : 1.645 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Datos de aceros AISI 1020:

$$\sigma_{fl}: 350 \text{ N/mm}^2 = 3569,01 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm}: \frac{\sigma_{fl}}{\eta} \rightarrow \frac{3569,01}{1,5} \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm}: 2379,34 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{adm}: 2379,34 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} >> \sigma_{BASTIDOR}: 1.645 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

La conclusión del análisis anteriormente descrito menciona que la estructura hecha con los perfiles seleccionados cumple y verifica a los esfuerzos que estará sometido durante su utilización.

## 16. RESUMEN DE PESOS

Parte del equipo	Pesos [Kg]
Bastidor perfil C - 80x40x15x2	146
Bastidor perfil C - 80x40x15x3.2	20,7
Venturi perfil C - 80x40x15x2	354
Chapa cerramiento	17,2
Pasarela	187,2
Chapa base	7
Baranda	108
soporte flotador	100
Chapa guia	8
sistema de elevacion	116
Soporte de baranda	3
Mat. desplegado	28,5
Turbina - eje	77,4
Operadores	300
Peso del generador	10
Palanca tensor	14
<b>TOTAL</b>	<b>1497,3</b>

Los pesos calculados de las distintas partes del equipo son menores al valor de empuje que ofrece el uso de 10 flotadores.

Un valor estimado para contemplar las soldaduras para unir las distintas partes del equipo es de un 15%, aun así el peso sería un total de 1721,9 Kg. Lo que seguiría dando por debajo del valor de empuje de los flotadores (2000 kg)

El detalle de los pesos por cada parte del equipo está calculado mediante software SolidWorks 2018.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



# PROYECTO FINAL

## ETAPA 4

ESPECIALIDAD: ING. MECÁNICA

PROFESOR: MAIDANA, FERNANDO

AYUDANTE: BASUALDO, JULIO

ALUMNOS: FRACCAROLLI, VICTOR

PEREYRA, FACUNDO

QUISPE, RODRIGO

---

INTEGRANTES:  
FRACCAROLLI, VICTOR  
PEREYRA, FACUNDO  
QUISPE, RODRIGO

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## ETAPA 4

### 1. INTRODUCCIÓN

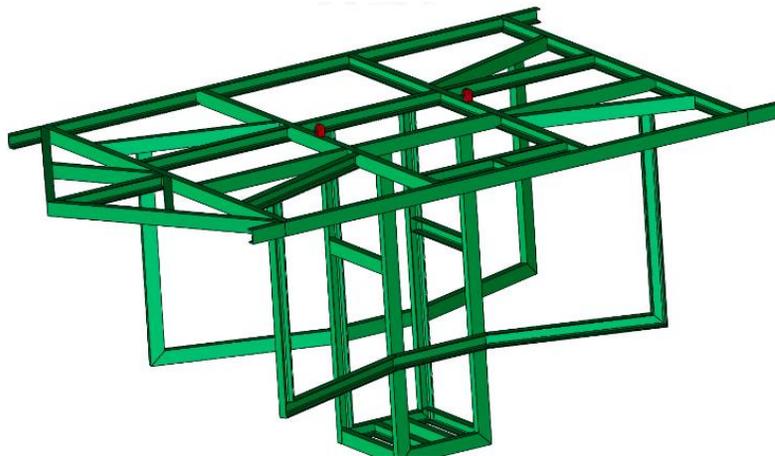
En la etapa de ingeniería de detalle se brindará la información necesaria que este asociado a los trabajos de montaje de los equipos y mantenimiento bajo las condiciones de operación de este, según lo que se detalló en la Etapa 2 de “Especificaciones de producto”

### 2. CLASIFICACION DE TAREAS OPERACIONALES

Todos los subconjuntos desarrollados tienen su proceso de fabricación detallado y conjunto con ello para las condiciones de montaje se establecen características que dejan en claro al operador como realizar la vinculación tanto entre componentes como con el resto del conjunto.

1. Bastidor (Plano M-1100)
2. Venturi (Plano M-1200)
3. Sistema de elevación o izaje (M-1300)
4. Turbina (Plano M-1400)
5. Pasarela (M-1500)

#### 2.1 BASTIDOR



Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

Luego del proceso de soldadura el bastidor se somete al proceso de arenado para superficies ferrosas según el proceso descrito y mencionado en las referencias del plano como SSPC-SP5.

Se pinta con dos manos de epoxi bituminosa poliamina (Revesta 78 HB) y diluyente (Revesta 65) con 600µm de espesor película seca (Ver referencia plano). Cumplido el plazo de curado, el subconjunto ya se encuentra listo para el proceso de ensamble.

## 2.2 VENTURI

Primero se construye la estructura de soporte o marco, con los respectivos refuerzos, este marco se compone de hierro ángulo de 7/8" en el exterior y los refuerzos son perfil C tipo AISI 1020

## 2.3 SISTEMA DE ELEVACION O IZAJE

El sistema de elevación se compone de un tubo estructural cuadrado de 70x70 que se inserta dentro de uno similar, pero de 80x80. Ambos perfiles son perforados para poder regular la altura, una vez que se desea extraer la turbina del agua.

## 2.4 TURBINA

La barra maciza SAE 1045 se mecaniza en un torno, de esta barra se extraerán 2 partes que conforman el eje superior y el eje inferior.

Para cada uno de los ejes (Superior e inferior) se mecaniza en el extremo una brida agujereada que servirá de acople rígido.

En la parte superior se montarán los rodamientos y distanciadores, los mismos estarán sellados y protegidos del ambiente exterior

La parte inferior es la que esta conectada directamente con la turbina a través de las tapas y porta alabes, estos últimos contienen la vinculación mediante bulones con la turbina.

Finalmente, en el extremo opuesto a la brida del eje inferior se mecaniza la terminación que será la guía de apoyo del sistema de turbina.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## 2.5 Pasarela

La construcción de las barandas de pasarela a partir de los tubos se realiza con un proceso de doblado y soldadura de los guardapiés. Estas se colocan en los porta baranda que están punzonados donde se insertan pines de trabas de seguridad.

Estas últimas también están sometidas al proceso de arenado y pintura descrita previamente

La pasarela tiene 2 sistemas de apoyo en cada extremo compuestos de chapa y un bulón de seguridad, ambos apoyos permiten movimiento libre con rotación restringida.

Además de ello también se llevarán a cabo los procesos de ensamble y uniones soldadas como así también la protección anticorrosión con pintura tipo

## 3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Para asegurar el buen funcionamiento y alargar la vida útil de las piezas y componentes de la microturbina, es necesario desarrollar tareas de mantenimiento en el equipo.

En este apartado se indicarán algunas tareas que son críticas para el buen funcionamiento.

### 3.1 Rodamientos

Las partes rotantes de los equipos por lo general siempre tiene un foco de atención particular por contener varias fuentes potenciales de falla, la suciedad, el ingreso de algún agente extraño y el desgaste hacen que se requiera un plan de mantenimiento claro.

### 3.2 Alabes

En la turbina, los alabes están vinculados a las tapas porta alabes mediante bulones. Los mismos trabajan en un ambiente acuático y requieren de un chequeo periódico para determinar si es necesario un ajuste de estos.

En caso de rotura o desgaste de los alabes, el cambio se produce desajustando los puntos de anclaje y reemplazando la parte dañada. El operario en ese momento tendrá un

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

sistema de identificación para no montar el alabe de forma equivocada, ocasionando una disminución en la generación eléctrica.

### 3.3 Sistema de izaje

Se necesita hacer una inspección visual de los sistemas móviles del izaje y además asegurarse que los bulones de regulación de altura estén colocados y firmes en su posición para no provocar un accidente ni la rotura de los componentes.

### 3.4 Turbina

Inspección visual de los alabes, se tiene que realizar una inspección visual para detectar que los elementos contaminantes circundantes de la flora no interrumpen la circulación de flujo libre a través de la maquina rotante.

De ser necesario la limpieza, se debe elevar la turbina con el sistema de izaje hasta la altura correcta para el operador y se procede a limpiar los alabes.

### 3.5 Flotadores

Para realizar el cambio debe retraerse el bastidor con los malacates ubicados en tierra y trabajar sobre la parte inferior de la turbina, esto tiene como objetivo la prevención de accidentes y el funcionamiento incorrecto de la turbina.

### 3.6 Bastidor

El bastidor cuenta con un sistema de defensa delantero que esta ubicado contra corriente, este sistema reticulado funciona de protección para los elementos de la microturbina, es importante dentro de los chequeos y controles periódicos detectar cualquier falla que pueda provocarse debido a los impactos que pueda recibir por los elementos arrastrados en la corriente del río.

### 3.7 Vínculos de balsa y pasarela

Los elementos articulados que se encuentran en los extremos de la pasarela permiten grados de libertad para que la estructura pueda flotar, en estos puntos de articulación debe procurarse la correcta lubricación de las partes actuantes para impedir formación de corrosión y desgaste.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

### 3.8 Barandas

El aseguramiento de las barandas se realiza con pernos que se introducen en los porta barandas mecanizados, estos vínculos deben mantenerse lubricados para no permitir el aprisionamiento de los pernos.

Además, se debe realizar inspección en las soldaduras de los guardapie para detectar fallas o desgastes prematuros.

### 3.9 Nivel de flotación

Visualmente se inspecciona la altura y además puede realizarse una medición de esta, si bien el sistema al tener movimiento libre en el eje vertical puede ajustarse al nivel del río, hay que tener presente el nivel estándar de funcionamiento

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	



# PROYECTO FINAL

## ETAPA 5

ESPECIALIDAD: ING. MECÁNICA

PROFESOR: MAIDANA, FERNANDO

AYUDANTE: BASUALDO, JULIO

ALUMNOS: FRACCAROLLI, VICTOR

PEREYRA, FACUNDO

QUISPE, RODRIGO

---

INTEGRANTES:  
FRACCAROLLI, VICTOR  
PEREYRA, FACUNDO  
QUISPE, RODRIGO

Página 49

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

## ETAPA 5

### 1. INTRODUCCIÓN

En esta etapa se nombrarán todos los procesos involucrados en la fabricación de componentes, subconjuntos, estructura y armado general de toda la microturbina para río.

El objetivo principal es poder tener una estimación de costos, tanto de los procesos, compra de componentes y todo aquello que tenga incidencia directa o indirectamente en el producto final.

Inicialmente se tiene como referencia el costo que manejan maquinas similares en el mercado, actualmente se tienen referencia de costos finales del equipo denominado sistema SMART HYDRO POWER.

Costo del equipo: € 35.000  $\cong$  USD 38.000

### 2. ITEMS DE FABRICACION

Los principales ítems de fabricación que se tendrán en cuenta en este equipo se corresponden con los siguientes subconjuntos:

1. Bastidor (Plano M-1100)
2. Venturi (Plano M-1200)
3. Sistema de elevación o izaje (M-1300)
4. Turbina (Plano M-1400)
5. Pasarela (M-1500)

### 5. ESTIMACION DE COSTOS

Contemplando los procesos de fabricación y montaje para la microturbina de río, se realiza una estimación de los costos a modo de resumen.

Para un nivel de detalle mayor, también se adjunta la planilla Excel.

Fecha: 02/05/2024	RESUMEN DE PROYECTO	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DELTA
REV: 2	MICROTURBINA PARA RÍOS	

<b>Materia Prima</b>		<b>Subtotal</b>	<b>3.030,00 USD</b>
<b>Componentes Comprados</b>		<b>Subtotal</b>	<b>6.275,10 USD</b>
<b>Mano de Obra Fabricación</b>		<b>Subtotal</b>	<b>5.406,40 USD</b>
		Total sin Impuestos	<b>14.711,50 USD</b>
		Indirectos (10%)	1.471,15 USD
		Impuestos (10%)	1.471,15 USD
		Ganancia (20%)	2.942,30 USD
		<b>PRECIO DE VENTA</b>	<b>20.596,10 USD</b>

Quedando por debajo del valor de referencia que se tomó inicialmente de la propuesta de mercado, además la turbina SMART HYDRO POWER puede generar energía eléctrica a partir de velocidades mayores a 1.5 m/s lo que en nuestro contexto no sería viable la aplicación.