



# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO MICRO CENTRAL HIDRÁULICA (MCH) DE MOVIMIENTO AXIAL EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

Ortiz Cabrera Andrés Eduardo, Ruales Ruiz Ricardo Gabriel.

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, San Juan de Pasto – Colombia

ortizcandres@gmail.com  
Ricardo.ruales1085@gmail.com

**Resumen** - El siguiente artículo presenta la descripción del diseño y la construcción de un prototipo de micro central hidráulica de movimiento axial, el cual es desarrollado para solventar una necesidad planteada por los habitantes de una comunidad carente de energía eléctrica, —mediante éste proyecto se proyecta abastecer y mejora de calidad de vida de la comunidad a la cual va dirigido. Para dar cumplimiento a éste objetivo, se emplea una fuente hídrica abundante de ésta región, dando paso a la transformación de energía cinética a eléctrica.

**Abstract** - The following article presents the description of the design and construction of a prototype of a micro hydraulic central axial movement, which is developed to solve a need posed by the inhabitants of a community lacking electric power, through this project it is planned to supply and improve of quality of life of the community to which it is directed. To fulfill this objective, an abundant water source from this region is used, giving way to the transformation of kinetic to electrical energy.

## I. INTRODUCCIÓN

Con la generación de energía eléctrica de manera limpia o alternativa, se genera paso al desarrollo económico y sostenible de la región, tanto en las zonas urbanas como rurales. Siendo el Departamento de Nariño rico en fuentes hídricas en zonas rurales las cuales tienen la ventaja de adoptar el desarrollo de estas tecnologías, como es el caso del corregimiento de San Martín en el municipio de Cumbal. Con la implementación de este proyecto en esta región se pretende generar energía limpia, sin impactar el medio ambiente.

El prototipo a implementar se denomina Micro Central Hidráulica, la cual genera energía eléctrica mediante el principio de la turbina Kaplan. Este tipo de tecnologías permite aprovechar de manera suficiente fuentes de agua como ríos a bajo caudal, de la misma manera constituye una construcción de bajo costo para la electrificación de zonas de difícil acceso frente a la red de energía de la empresa que suministra el servicio local

Con la fabricación de esta Micro Central Hidráulica se efectúan variedad de ventajas, a diferencia de hidroeléctricas de gran tamaño dado que no requiere represas o embalses, de forma que el impacto ambiental es mínimo, la turbina puede ser fabricada con materiales comerciales, y el suministro de agua puede ser a un caudal medio.

## II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto, se basa en el método “inductivo”, el prototipo de Micro generador hidroeléctrico bajo el principio de generación eléctrica con motor magnético, el cual se relaciona con lo experimental, debido a que en este estudio se manejan variables cuantificables (caudal, RPM, etc.), junto a conceptos respaldados por la ingeniería mecánica y electrónica, se sigue la secuencia de los objetivos específicos de la investigación, naciendo así la formulación de hipótesis, verificación y máquina, por ende es indispensable el conocer, comprobar y calcular todos y cada uno de los componentes del prototipo Micro generador Eléctrico.

**TABLA 1**  
HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL CUMPLIR CON EL OBJETIVO DEL PROYECTO

Procedimiento	Instrumento
Especificaciones de diseño	Análisis de funciones, diseños, cálculos y simulaciones
Construcción	Materiales, procesos de fabricación y taller de maquinaria.
Evaluación y análisis de resultados	pruebas de funcionamiento y producción

### III. ANÁLISIS DE VARIABLES

Las variables ambientales claves dentro del desarrollo del proyecto son:

- Caudal

Este aspecto es uno de los más principales dentro de la generación de energía, debido al cambio climático, lo cual produce un aumento y disminución del cauce en los diferentes ríos, lo que conlleva a una pérdida de potencia a la hora de generación o disminución de la misma.

- Condiciones climatológicas

Aspecto clave que afecta día a día en la transformación de energía eléctrica, debido a que el cauce de los ríos depende directamente del clima en el que se está pasando.

- Altura (cabeza de generación)

La altura depende principalmente de la topografía del sitio, siendo esta variable una de las más influyentes en el proceso de transformación a energía eléctrica, debido a la energía potencial, la cual está directamente relacionada con la potencia generada.

### IV. CRITERIO DE EVALUACIÓN

El prototipo debe cumplir con los requerimientos de diseño para que pueda ser evaluada en forma positiva, ya que debe producir una cantidad de energía eléctrica, de acuerdo a la potencia entregada por el caudal del agua, caída y ángulo de inclinación.

A continuación, se exponen los requerimientos con los que debe cumplir el prototipo:

- Velocidad de arranque
- Producción de energía
- Potencia útil
- Eficiencia

### V. CÁLCULOS Y DISEÑO CONCEPTUAL

Para el diseño del prototipo de micro central hidráulica de movimiento axial se tiene en cuenta los cálculos de los siguientes componentes:

- ❖ Cálculo de caudal inicial necesario.
- ❖ Dimensiones del Hidrotornillo
- ❖ Dimensiones de turbina Kaplan
- ❖ Selección de generador
- ❖ Estructura
- ❖ Transmisión de potencia
- ❖ Potencia entregada por el agua
- ❖ Eficiencia energética.

Teniendo en cuenta los cálculos anteriores se realizaron bocetos preliminares para así llegar a un boceto final, como se muestra a continuación:



Figura 1.

Como boceto inicial, se toma la idea de aplicar un Hidrotornillo a una estructura sellada, obligando a su rotación por la presión ejercida por el movimiento del agua.

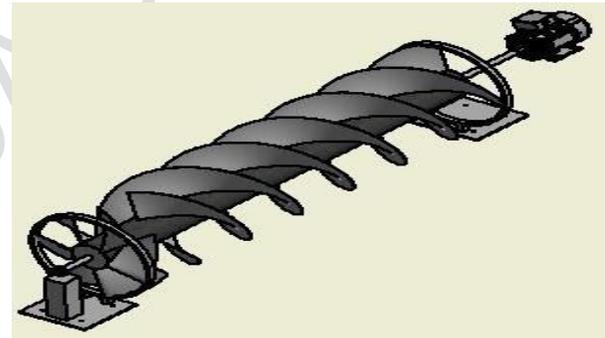


Figura 2.

Posteriormente, basados en análisis de fluidos, se logra determinar que al final del recorrido del Hidrotornillo, el fluido toma una dirección respecto a los alabes de salida, esta dirección e impacto se busca aprovechar con la implementación de una turbina tipo Kaplan aumentando la velocidad y fuerza en el giro de la máquina.

magnitud de stress máximo soportada por la estructura será de 107.4 Mpa, lo cual muestra un margen de error muy amplio.

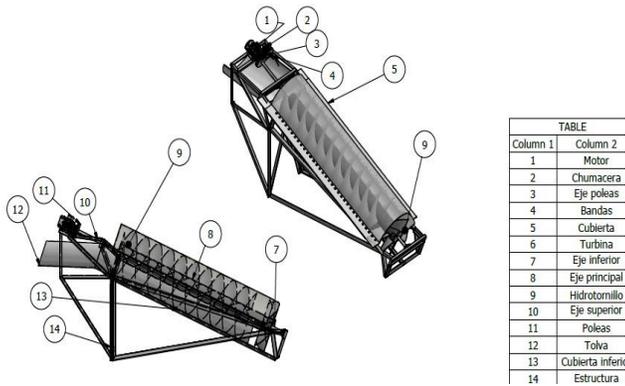


Figura 3.

Finalmente, se llega a el diseño final, basados en estudios para su mayor rendimiento y eficiencia.

## VI. SIMULACIÓN.

Utilizando software de diseño (inventor), se realizan simulaciones de stress y desplazamiento de la estructura, aplicando cargas similares en los puntos más críticos de la estructura debido al peso de los elementos, como se muestra en la simulación.

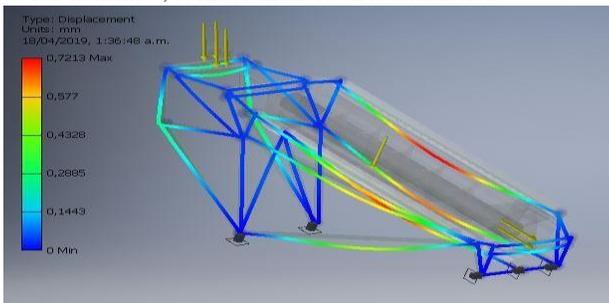


Figura 4.

Observando el resultado arrojado por la simulación de desplazamiento sobre la estructura diseñada, se puede concluir que dicha deformación en puntos críticos y con peso máximo sería de 0.7213mm, lo cual da una rigidez apropiada teniendo en cuenta el peso que esta soportara.

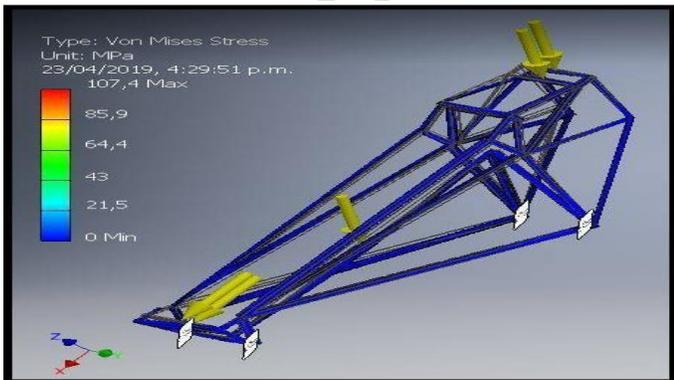


Figura 5.

Según el análisis de Von Mises arrojado por el programa, se puede observar que a partir de las tensiones principales del mismo, la

Por otro lado, se utiliza el software de diseño (Solid Works), con el fin de realizar un análisis más a fondo, teniendo en cuenta la gravedad, presión, altura y caudal a introducir en el prototipo, teniendo los siguientes resultados:

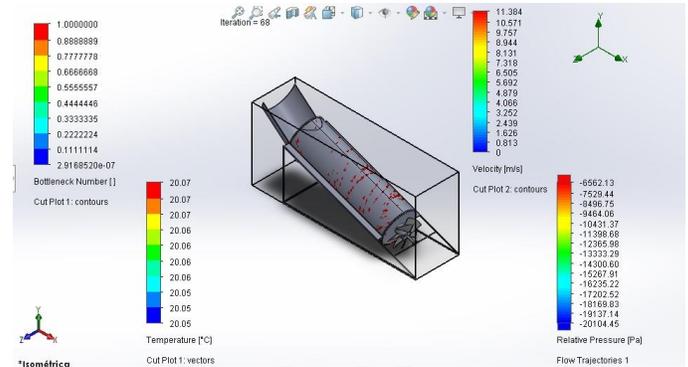


Figura 6.

Con el anterior análisis, se concluye que, el fluido aumentaría su velocidad conforme avanza sobre la estructura, lo cual es favorable. La presión relativa, varía desde los 20104.45 Pa hasta los 6562.13 Pa.

## VII. CONSTRUCCIÓN.

Posteriormente a los análisis y simulaciones, se procede a la construcción y maquinado de la maquina utilizando herramientas artesanales encontradas en el departamento, las principales piezas construidas fueron:

- ❖ Eje principal
- ❖ Corte de arandelas para Hidrotornillo
- ❖ Estiramiento de arandelas ❖ Acople y soldadura
- ❖ Estructura de soporte
- ❖ Ensamble



Figura 7, Eje principal



Figura 8, corte de arandelas para Hidrotornillo.



Figura 9, acople y soldadura



Figura 10, ensamble

- Actualmente en el departamento de Nariño se evidencian que gran parte de las viviendas identificadas en zonas rurales dispersas, carecen del servicio de energía eléctrica lo que conlleva a desmejorar la calidad de vida de sus habitantes en actividades diarias como, estudiar, trabajar, usar implementos electrónicos, entre otros.

- La viabilidad de éste proyecto respecto a su costo e implementación, supera favorablemente la inversión de instalación de redes de electrificación convencionales en éste tipo de zonas, por tanto las ventajas se evidencian partir de los costos, requerimientos e instalación de este tipo de centrales que podrán abastecer el consumo energético de una vivienda promedio.

- Siendo Nariño uno de los departamentos más rico en fuentes hídricas, lo cual da lugar al aprovechamiento de éstas como energía renovable que puede ser implementada en la generación eléctrica de la región, lo que conlleva a contribuir en cuanto a la disminución del impacto ambiental y gases de efecto invernadero en comparación a los derivados de petróleo.

## IX. RECOMENDACIONES

- Este proyecto se basó en investigaciones actuales, por lo cual es importante profundizar y avanzar en nuevas tecnologías aplicables a éste para lograr una mayor eficiencia de producción.

- La producción a una escala mayor de este prototipo se ve afectada por carencia de apoyo financiero como la falta de maquinaria necesaria para realizar un mecanizado a mayores dimensiones en la región.

- La base de soporte del Hidrotornillo debe brindar un ángulo de inclinación aproximado entre  $30^\circ$  y  $35^\circ$  con respecto a la entrada del agua, para un funcionamiento y operación óptimo del prototipo.

- Se recomienda construir un pequeño embalse antes del ingreso a la máquina con el fin de regular el caudal y flujo del agua, esto para garantizar un correcto arranque y estabilidad eléctrica.

## VIII. CONCLUSIONES.

- Aplicando las diferentes áreas de la ingeniería mecánica adquiridas dentro de la corporación universitaria autónoma de Nariño, las cuales fueron la base principal para el inicio de esta investigación en torno a variables claves como diseño, construcción, ensamble e instalación del presente prototipo.

- La implementación de este tipo de centrales en zonas de difícil acceso es una fuente alterna para el desarrollo sostenible de estas regiones.



PROHIBIDA SU COPIA