

ANEXO A. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ESTADO DEL ARTE Y LITERATURA

1.1 DEFINICIONES

1.1.1 Energía Hidráulica

Se denomina energía hidráulica (EH) a aquella energía que está disponible en las corrientes de agua, presentes en cuerpos de agua, tales como ríos, saltos de agua o mareas (Fernandez, 2008). La EH puede ser cinética y potencial. Se entiende como energía cinética al aprovechamiento de la velocidad del flujo, y como energía potencial al aprovechamiento de la diferencia de altura del flujo.

La energía hidro-cinética es considerada como una energía renovable, pues no agota la fuente primaria al explotarla, su impacto ambiental es mínimo pues usa recurso hídrico sin represarlo.

1.1.2 Turbo-máquina hidráulica

Una turbo-máquina hidráulica es un sistema que transforman la energía hidráulica, cinética o potencial, en energía mecánica de rotación y viceversa (Maldonado, 2005).

En general, éste sistema se conforma de componentes fijos: difusor, distribuidor y anclaje; y componentes móviles: rotor o rodete, transmisión y generador. El rotor posee un numero de terminado de alabes, y entre ellos existen espacios libres o canales por donde circula el agua (Fernandez, 2008).

De esta manera en el proceso de transformación de energía, el agua intercambia energía con el rotor, el cual rota alrededor de su eje de simetría, por medio del cual se acopla a un dispositivo mecánico de rotación.

1.1.3 Sistema hidráulico de generación

Se define sistema hidráulico de generación como el arreglo de componentes mecánicos y eléctricos para la transformación de energía hidráulica, cinética o potencial, en energía eléctrica (Maldonado, 2005).

Este sistema incluye el acople de un motor-generador a una turbo-máquina motriz. De esta manera se transforma la energía mecánica de rotación en energía eléctrica.

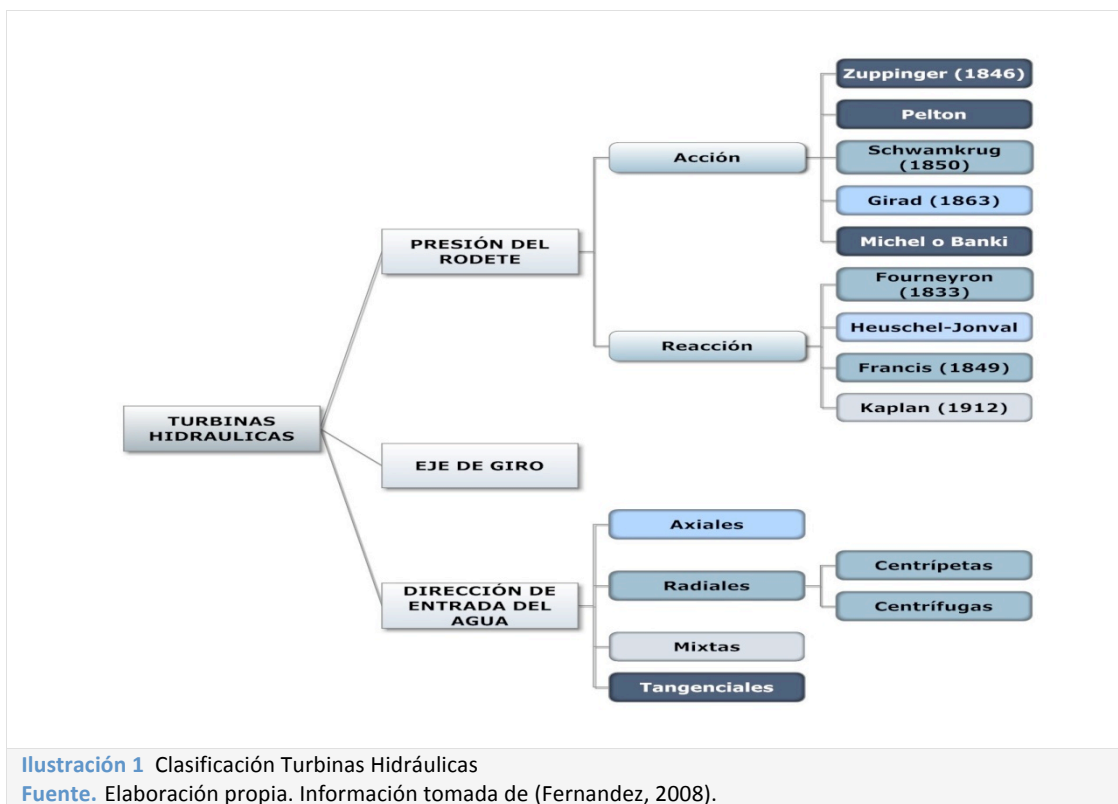
De esta manera entonces, un generador hidro-cinético es sistema hidráulico de generación que transforma la energía hidráulica de forma cinética de una corriente de

agua, en energía eléctrica. Es de aclarar, que las características de la energía de entrada y de salida varían según la selección de componentes que integran el sistema.

1.2 CLASIFICACIONES

1.2.1 Clasificación de las turbo-máquinas

Las turbomáquinas pueden ser motrices (turbinas), o generatrices (bombas), modificando el sentido del flujo de la energía (Maldonado, 2005). Las turbinas se pueden clasificar según la presión del rodete (acción o reacción), dirección del eje (vertical- horizontal) y la dirección de entrada del agua (Ver Ilustración 1 Ilustración 1).



1.2.2 Clasificación de pequeñas centrales hidroeléctricas

A nivel mundial es cada vez más evidente la búsqueda de soluciones alternativas para suplir las necesidades energéticas. En cuanto a esto existen tendencias tales como: generación en pequeñas potencias descentralización, autonomía del sistema, utilización baja o nula de combustible y cero emisiones. En relación con fuentes hidroenergéticas se ha venido conociendo términos como: pequeñas centrales

hidroeléctricas (PCH) (ver Tabla 1), tecnologías de corriente de agua (WCT), energía hidrocinética, entre otros.

Tabla 1. Clasificación de PCH.

Tipo de proyecto	Potencia (kW)	Costos de inversión (USD/kW)	Componentes principales	Usos- Aplicaciones
Nano turbinas	menos de 1	3000-5000	Turbinas, generadores eléctricos	Para uso familiar y aplicaciones mecánicas
Micro-hidros	1-100	3000-5000	Turbinas, regulador de velocidad, generadores eléctricos	Para una red eléctrica comunal (sistema aislado)
Mini-hidro	100 - 1000	1500-2000	Obras de derivación Canal, Embalse, vertedor y descarga fondo,	Para varia comunidades dentro de un radio de 10 a 40 km, y/o conexión a la red nacional.
Pequeñas centrales	1 - 5 MW		sala de máquinas, equipo electromecánico, transmisión.	Para una pequeña ciudad y comunidades aledañas, además de conexión a la red.

Fuente. Manuales sobre energía renovable: Hidráulica a pequeña escala, 2002

El tema de nano-pico generación hidroeléctrica (NanoGHE) hace referencia sistemas descentralizados que generan energía eléctrica en pequeñas potencias, utilizando como fuente el flujo portador de energía (agua). Además este tipo de sistemas no necesita de grandes obras civiles ni mecánicas para funcionar, lo cual trae grandes beneficios en cuanto a la reducción de costos frente a otras formas convencionales para generar electricidad.

Por otro lado el término de tecnologías hidrocinéticas (THC) se ha ido conociendo cada vez más gracias a los avances que diferentes compañías y universidades a nivel mundial han venido haciendo. Este término hace referencia a sistemas que convierten energía cinética de los flujos de agua en energía eléctrica, potencia mecánica u otras formas de energía; éstas no requieren de grandes obras civiles ya que utilizan la energía cinética disponible en canales de flujos de agua y no necesitan cambios en la altura de agua para operar. En general las TCH hacen referencia a aplicaciones de

rotores tales como turbinas eólicas sumergidas, ruedas hidráulicas, turbina de río (o de Garman), entre otras. (Maldonado, Francisco 2005).

Es cierto entonces que la idea de utilizar la fuerza de la corriente de los ríos y el mar no es nueva, existen muchas propuestas de diseño de turbinas para aprovechar este recurso a pequeña y gran escala. Sin embargo poco se conoce de experiencias de aplicación masiva o de integración de las THC en la Nano GHE. El caso más cercano es el proyecto de cálculo y diseño de un prototipo de una turbina de río desarrollada por Francisco Maldonado Quispe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú, 2005.

De esta manera es importante resaltar que existe un gran potencial de desarrollo en la integración de tecnologías hidrocínéticas en la micro generación de energía eléctrica; además esta integración juega un papel importante para el desarrollo de las zonas no interconectadas, ya que se ajusta a los requerimientos de generación de energía eléctrica tales como: aprovechamiento de los recursos disponibles, bajos costos de operación, bajo consumo de energía, sin necesidad de obras civiles, entre otras.

1.2.3 Clasificación de las turbina hidro-cinéticas

Éste tipo turbina a su vez se puede clasificar según la dirección de entrada del flujo: Axial y tangencial; así como la dirección y ubicación del eje (Ver Ilustración 2). Estas turbinas se caracterizan porque no requieren de grandes obras civiles, ni cambios en la altura de agua para operar.

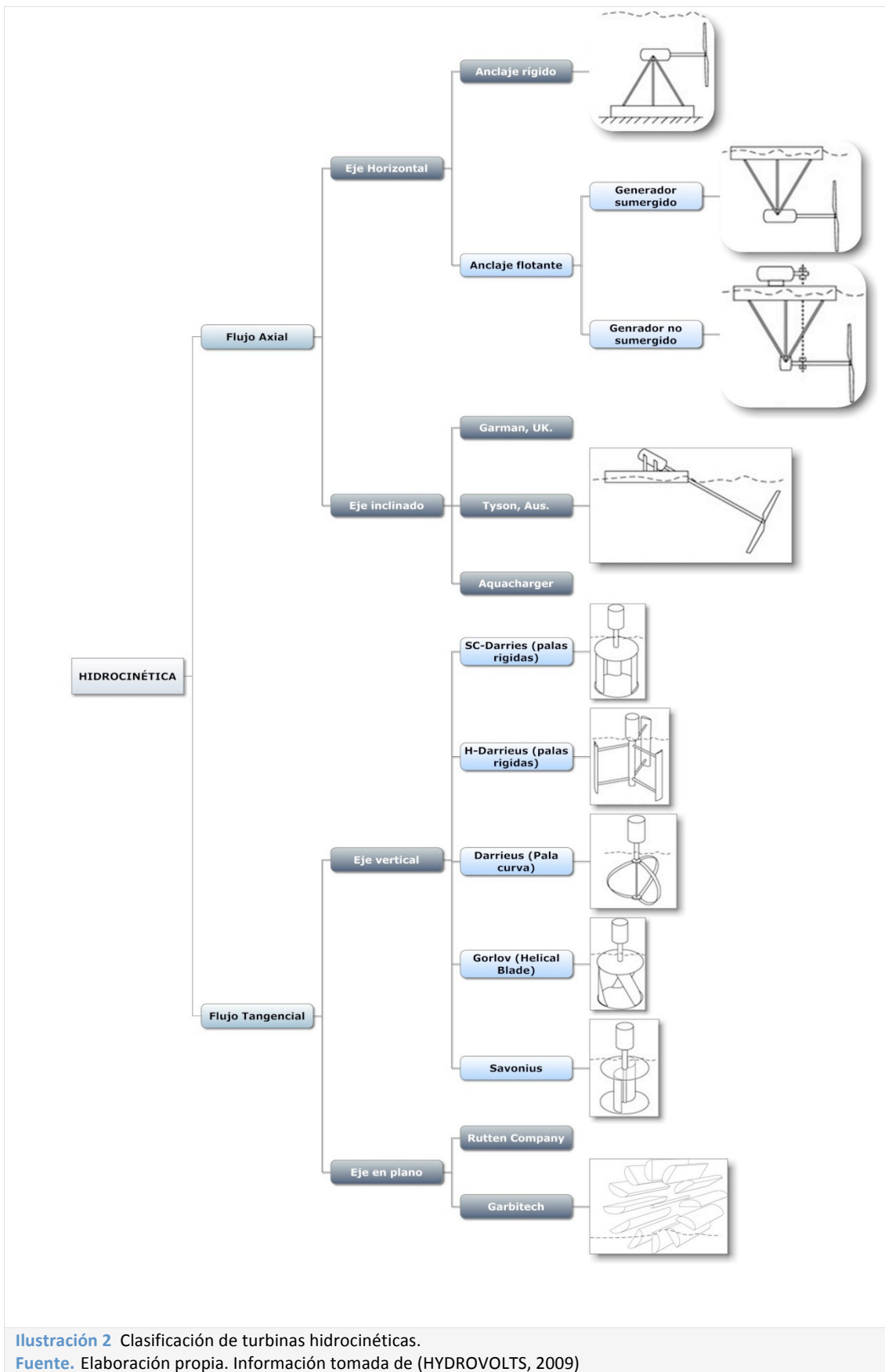


Ilustración 2 Clasificación de turbinas hidrocinéticas.
Fuente. Elaboración propia. Información tomada de (HYDROVOLTS, 2009)

1.3 ESTADO DEL ARTE

A continuación se presenta una síntesis gráfica de los principales productos de la competencia clasificados como: productos similares y productos sustitutos.

1.3.1 Productos sustitutos

1.3.1.1 Fuentes alternativas

Según la organización Hydrovolts, en comparación con otras fuentes de energía alternativa, para generar 5 kW, la turbina hidro-cinética presenta notables ventajas en cuando a su consto por kilovatio (kW) instalado

Tabla 2. Comparación de fuentes de energía al generar 5 kVA.

FUENTE ALTERNATIVA	SOLAR	EÓLICA	TURBINA HYDROVOLTS
Costo (USD/kW instalado)	\$ 9 - \$10	\$ 5 - \$ 6	\$ 1 - \$ 2
Potencia de Salida	720 (5kWh x 6 hrs x 24 dias/mes)	840 (12 mph @4 kW x 7 hrs x 30 dias/mes)	3360 (5kWh x 24 hrs x 28 dias/mes)
Tiempo de Instalación	1 - 2 semanas	1 semana	2 horas

Fuente. Hydrovolts 2009.

1.3.1.2 Plantas generadoras de electricidad

En algunas zonas no interconectadas se cuenta con plantas generadoras de energía eléctrica que funcionan con diesel o gasolina y operan pocas horas al día (Jaramillo & Raigosa, 2008), tales como los modelos presentados en la Tabla 3, para las cuales se transporta diesel o gasolina a costos elevados, razón por la cual sólo unos pocos hacen uso de esto.

Tabla 3. Plantas generadoras de electricidad (productos sustitutos)

PRODUCTOS SUSTITUTOS					
MODELO	POTENCIA NOMINAL(WAT)	CONSUMO COMB. (l/h)	DIMENSIONES LxANxAL(mm)	PESO (kg)	Precio (USD)
Plantas eléctricas a gasolina					
ET950	800	0.84	366x308x376	20,3	4175
EF1000IS	800	0.58	450x240x380	12,7	1050
EF1600D	1400	0.89	510x415x425	38	-

***EF2400IS	2000	1.2	527x419x461	32	1299
Plantas eléctricas a Diesel					
HS4500	4,5	1,8	70x50x52	65	-
HS4500E *	4,5	1,8	70x50x52	66	-

Fuente. Elaboración propia. Información tomada Eduardoño, 2009

1.3.2 Productos similares

En el archivo en Excel adjunto a este documento se encuentra una matriz en la que se listan turbinas hidrocínicas desarrolladas actualmente.

1.2 ORGANIZACIONES EXPERTOS, FONDOS, CENTROS INVESTIGATIVOS ALREDEDOR DEL MUNDO

La idea de aprovechar la energía cinética presente en cuerpos de agua no es nueva en el mundo. Diferentes organizaciones, institutos, compañías, investigadores y expertos han adelantado proyectos relacionados con el tema. Por esta razón la información y desarrollos existentes, son de relevancia para el desarrollo del presente proyecto.

A Continuación, se describen brevemente las fuentes más importantes de información en el contexto internacional.

1.3.3 Organizaciones

- Hydrovolts
- Verdant
- Hydreau

1.3.4 Proyectos de investigación y métodos analíticos

A partir de una búsqueda exhaustiva en Internet se encontró literatura apropiada y conveniente para el entendimiento del tema central del proyecto a nivel técnico y metodológico.