

Turbinas hidrocinéticas para el aprovechamiento energético de ríos y canales en el sector agroindustrial

PROBLEMA

El sector agroindustrial requiere energía confiable para riego, bombeo y procesamiento, especialmente en zonas rurales con acceso limitado a la red eléctrica. Aunque Ecuador dispone de numerosos ríos y canales, su energía cinética continúa poco aprovechada. Las turbinas hidrocinéticas ofrecen una alternativa sostenible, pero su implementación exige diseños eficientes, seguros y adaptables a la variabilidad del flujo y condiciones locales.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y evaluar turbinas hidrocinéticas de flujo axial mediante análisis hidrodinámico y fluido-estructura, considerando condiciones de ríos y canales, para estimar su desempeño y su posible aplicación como fuente complementaria de energía en actividades del sector agroindustrial.

PROPUESTA

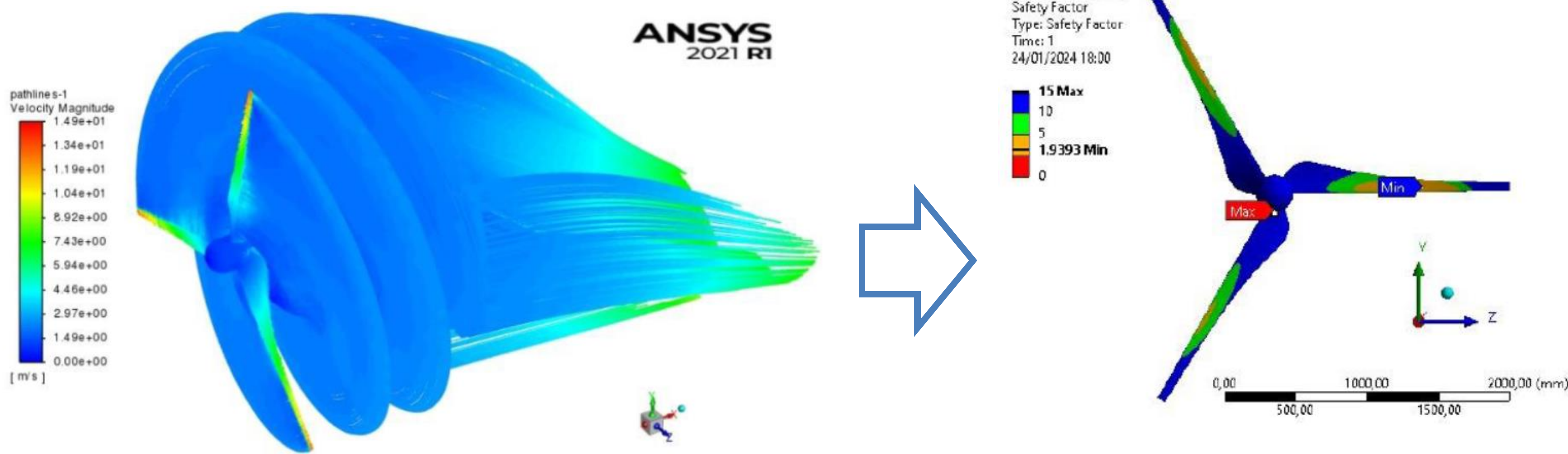


Figura 2: Análisis FSI: a) distribución del flujo alrededor del rotor, b) respuesta estructural generada por las presiones.

El desarrollo de la turbina parte de la caracterización de las condiciones de ríos y canales, considerando variables como velocidad, nivel y caudal. Con esta información se definen la geometría del rotor, el perfil hidrodinámico y los principales componentes del sistema. Posteriormente, el diseño se evalúa mediante simulaciones hidrodinámicas y estructurales para estimar la interacción con el flujo, la distribución de cargas y la respuesta mecánica de los álabes. Los modelos analizados consideran distintas condiciones de operación y configuraciones geométricas, con el propósito de identificar alternativas compatibles con aplicaciones agroindustriales. Las simulaciones permiten estimar la potencia generada, los esfuerzos y los factores de seguridad, además de comparar los resultados teóricos con modelos numéricos. Este proceso sirve como base para ajustar el diseño y plantear futuras etapas de construcción y validación experimental.

RESULTADOS

La producción energética estimada varía con la velocidad mensual de la corriente, alcanzando un máximo de 2064,6 kWh en agosto para una velocidad de 2,75 m/s. La generación anual calculada fue aproximadamente 11,06 MWh. El análisis estructural permitió evaluar la respuesta del álabe ante las cargas hidrodinámicas consideradas y verificar la integridad mecánica del diseño bajo las condiciones analizadas.

CONCLUSIONES

- La energía generada depende directamente de la velocidad de la corriente, por lo que la caracterización del sitio es necesaria para estimar el desempeño de la turbina.
- Los resultados muestran el potencial del diseño como fuente complementaria de energía para aplicaciones agroindustriales; no obstante, se requieren pruebas experimentales y evaluaciones en condiciones reales de operación.

Estación	Código	Nivel m	Caudal m ³ /s	Velocidad Promedio m/s	Densidad Energética W/m ²
Guayllabamba AJ Blanco	H0170	1,0	100	0,84	175,90
Esmeraldas DJ Sade	H0168	1,2	200	1,07	359,86
Quevedo en Quevedo	H0347	1,0	200	3,01	8050,43
Daule en Capilla	H0365	3,0	120	0,31	9,05

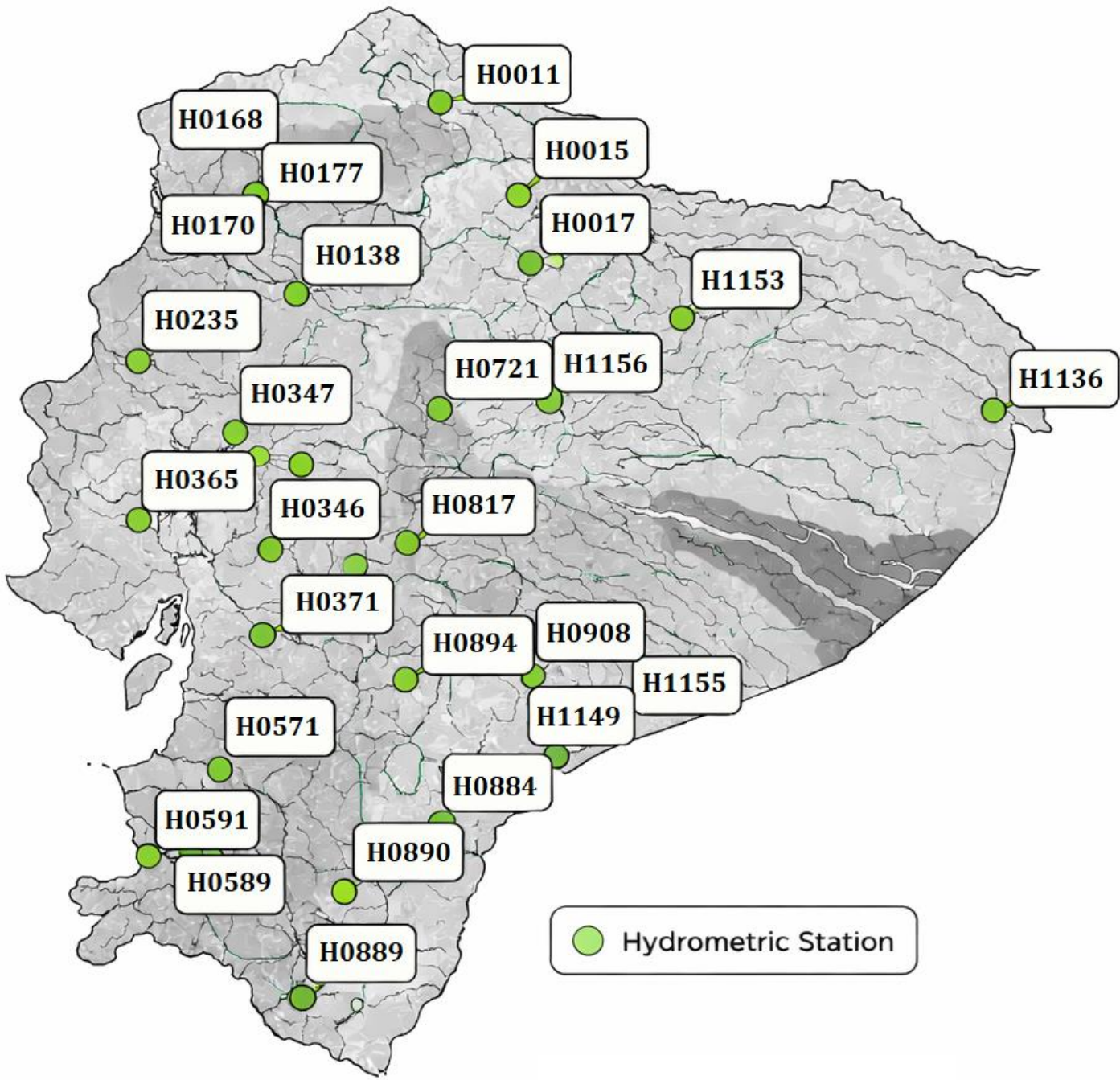


Figura 1: Estaciones hidrológicas del INAMHI consideradas en el estudio.

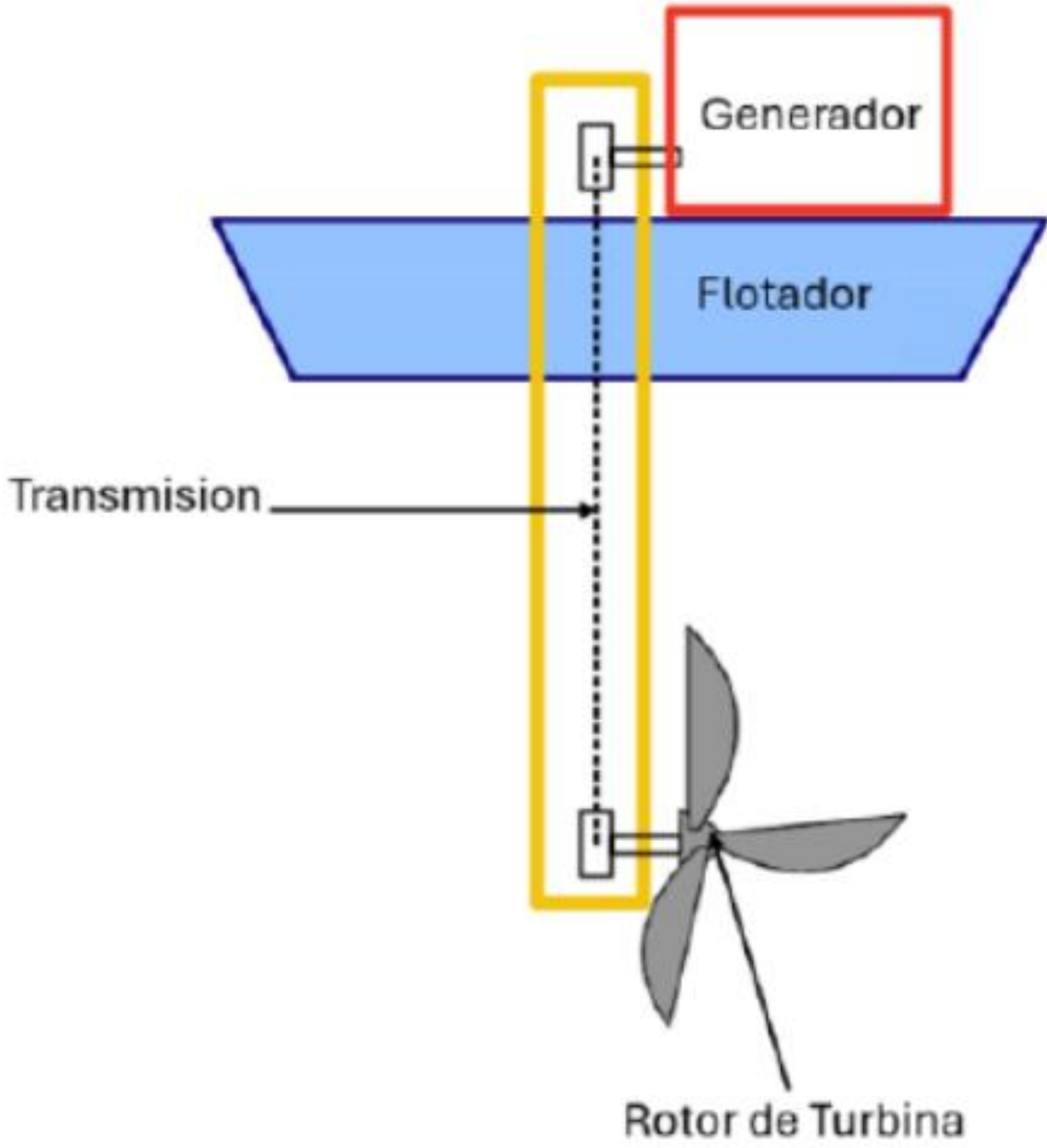


Figura 3: Configuración conceptual de la turbina hidrocinética para instalación en ríos y canales.

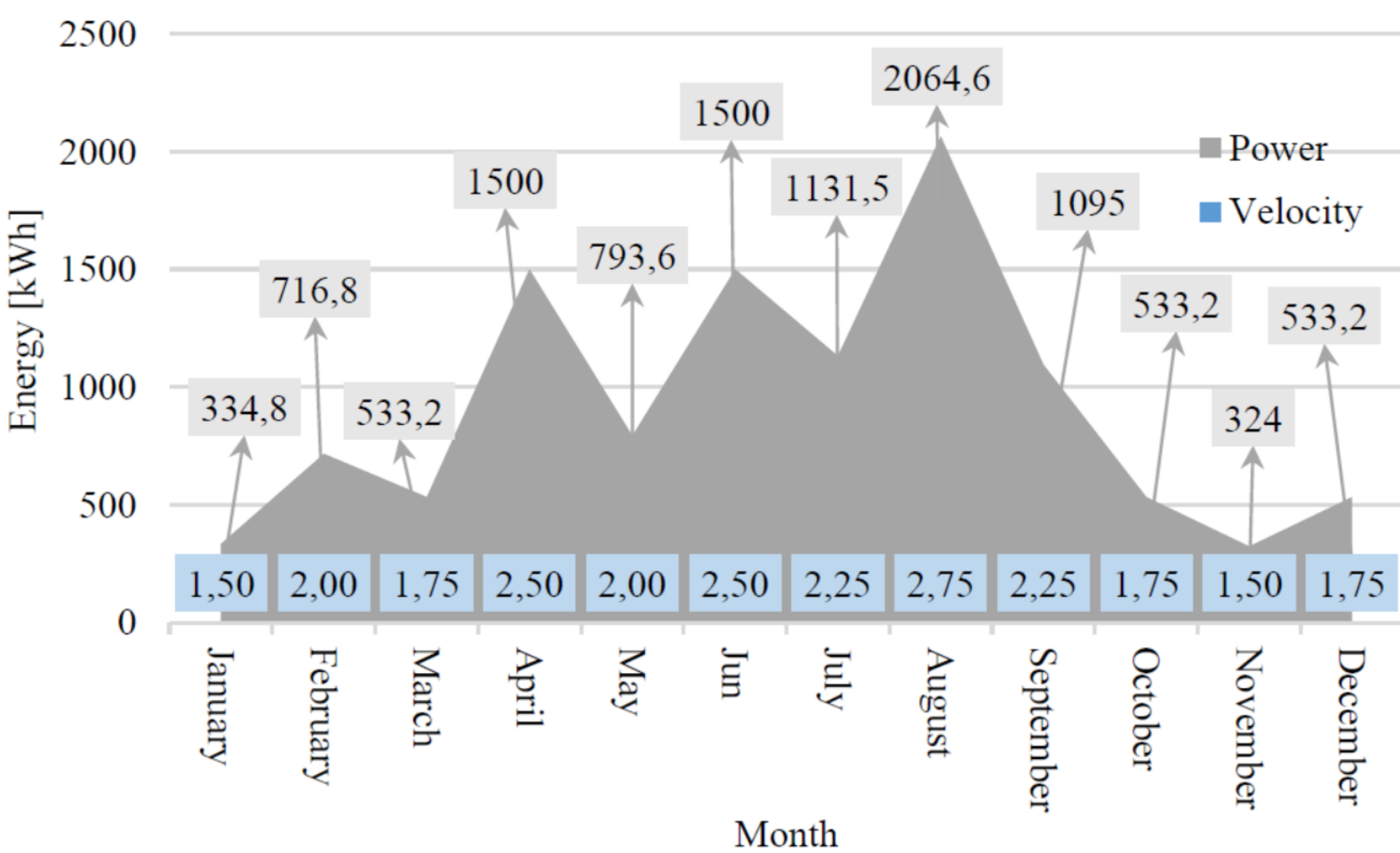


Figura 4: Energía mensual estimada para el escenario de operación analizado.