

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“CONFIABILIDAD, RESILIENCIA Y VULNERABILIDAD DEL
SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA CAÑETE
PARA SATISFACER DERECHOS DE USO DE AGUA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

BRAYAN TORRES ZAGASTIZABAL

LIMA - PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

**“CONFIABILIDAD, RESILIENCIA Y VULNERABILIDAD
DEL SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA
CAÑETE PARA SATISFACER DERECHOS DE USO DE
AGUA”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. BRAYAN TORRES ZAGASTIZABAL

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. ABSALÓN VÁSQUEZ VILLANUEVA
Presidente

Dr. EDUARDO ABRAHAM CHÁVARRI VELARDE
Miembro

Mg. Sc. JOSELITO JERSIN ROBLES SILVESTRE
Miembro

Dra. LIA RAMOS FERNANDEZ
Asesor

LIMA – PERU

2022

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar los niveles de confiabilidad, resiliencia y vulnerabilidad (CRV) del sistema de recursos hídricos de la cuenca Cañete, utilizando el modelo WEAP. El Sistema contempla las principales fuentes de agua superficial y las demandas con derechos de uso, no considera el volumen de explotación de agua subterránea y la demanda que de ella se abastece. Nueve indicadores de CRV propuestos en la literatura (dos de confiabilidad, tres de resiliencia y cuatro de vulnerabilidad) fueron examinados con el propósito de seleccionar la combinación más adecuada para el modelo en términos de sensibilidad, monotonía y grado de superposición. Los indicadores seleccionados fueron agregados en Índices de Sostenibilidad por grupos de usuarios de agua para facilitar el análisis entre los diferentes sectores (agrícola, energético, poblacional, ecológico) y evaluar el estado general del sistema. Los resultados muestran que la combinación de indicadores más apropiada para el Sistema es: confiabilidad en tiempo (C_t); resiliencia según la duración máxima de los déficits (R_{max}) y vulnerabilidad según la media de los déficits máximos (V_{hmax}). El análisis de CRV del Sistema indica que el funcionamiento del embalse Paucarcocha ha mejorado la satisfacción de los derechos de uso de agua, no solo energéticos, sino también agrícolas, especialmente en el valle durante el periodo de estiaje. No obstante, un incremento en la demanda de este sector en 10 por ciento, o incluso menos, significaría un deterioro rápido en los niveles de CRV; de la misma forma, el establecimiento de un caudal ecológico por encima de $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ en el valle Cañete, dificultaría la sostenibilidad del Sistema. Los resultados del estudio sugieren que la gestión de recursos hídricos debe apoyarse en múltiples indicadores e índices que contribuyan a reconocer las capacidades y características del Sistema con el objetivo de garantizar la sostenibilidad de los derechos de uso de agua.

Palabras clave: cuenca Cañete, embalse Paucarcocha, indicadores de desempeño, modelo WEAP, sostenibilidad.

ABSTRACT

The goal of this work is to study the degree of reliability, resilience and vulnerability (RRV) of the water resource system Cañete River Basin, using the WEAP model. The System considers the main sources of surface water and the volume of water use rights, it does not include the volume of exploitation of underground water and the demands that is supplied from it. Nine estimators of RRV proposed in the literature were examined (two of reliability, 3 of resilience and four of vulnerability) in order to select the most appropriate combination in terms of sensibility, monotony and degree of overlap. The selected estimators were aggregated into Sustainability Indices by groups of water users to make the comparison between sectors easier (agricultural, energetic, population, ecological) and to evaluate the general status of the system. The results show that the most appropriate combination of estimators for the System is: time-based reliability (Rel^t); resilience based on maximum values of failure duration (Res^{max}) and vulnerability based on mean values of maximum deficits (Vul^{hmax}). The analysis of RRV shows that the operations of the Paucarcocha reservoir has improved the system to meet the volume of water rights not only for the energy sector, but also for the agricultural sector, especially in the lower basin during the dry season. However, if the demand of this sector increases by 10 percent or even less, there would be a rapid degradation in the degree of RRV; in the same way, if the ecological requirement flow is determined and set above $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in the valley, would make it difficult for the system to meet the demands. The result of this study suggests that the water resource management should be based on multiple indicators and indices that help to identify the capabilities and characteristics of the system to guarantee the sustainability of the water use rights.

Keywords: Cañete River Basin, Paucarcocha reservoir, performance measures, sustainability, WEAP model.