

## **Basic Geology of Rano Raraku, Easter Island (with focus on groundwater)**

Richard K. Dunn, Ph.D.

Charles A. Dana Professor of Geology, Earth and Environmental Sciences  
Norwich University, Northfield, VT

The geologic setting of Rano Raraku comprises an erosional remnant of a former volcano that erupted below sea level, at a time that is not known precisely, but probably during the middle to late Quaternary; that is, the formation age likely dates to 100s of thousands of years. Bedrock at Rano Raraku consists of bedded volcanic ash and lapilli tuff (solidified ash with pebble-size fragments) that is of relatively low rock density, making it appropriate for sculptural production using stone tools.

The landform of the site represents the northwest flank of a volcanic eruptive center. The ancient crater, or source of the Rano Raraku tuff, was located to the immediate southeast, while the depression that contains the lake at Rano Raraku is a collapse structure, produced on the flank of the ancient volcano. This basin has been called a "volcanic crater," but it has never been an eruptive center. Rather, it probably formed during magma withdrawal leading to a lack of support and subsequent flank collapse. With time, marine erosion removed much of the original volcano while Rano Raraku and Ma'unga Toa Toa, 4 km southwest, survive as remnants.

Deeply weathered tuff is found along the north and west basin rim while exposures of hard tuff occur along the east and south rims. The tuff contains abundant fractures that act as conduits for groundwater. Precipitation enters these fractures across all of Rano Raraku, and groundwater flow delivers water to the lake. Water is probably held in the lake by the muddy sediment at the bottom of the lake, acting as a semi-impermeable membrane over fractures there. The lake represents a perched groundwater system that sits 30-40 m above the surrounding land surface and approximately 65 m above the regional groundwater table. Therefore, there is a significant hydraulic head in Rano Raraku and presumably groundwater slowly seeps out of the lake through fractures and feeds to the groundwater system of the surrounding lowlands. Since the lake level is not known to fluctuate significantly in historic time the seepage out of the lake has generally balanced the in-flow of precipitation-derived water.

However, in the recent geological past (middle-late Holocene) the water level has dropped significantly, leading to the production of an erosional unconformity in lake records recovered by cores from the lake bottom. The reason for the recent rapid reduction in lake level is not known but is likely related to some kind of activity that increased lake drainage through bedrock fractures. Regional seismic activity seems to be a likely source for activating increased flow out of the lake if, for example, it dilated fractures or disturbed the semi-permeable mud of the lake bottom. Increased water flow through bedrock fractures might be noticed along the outer edge of Rano Raraku if fractures distribute flow in that location, or it may go unnoticed as it drains to the regional water table. It is important to note that seismic activity is recorded on the East Pacific Rise, 350 km west of Rano Raraku, as recently as February 27, 2018 (Mag 4.7, 10 km depth; USGS).

---

## **Geología básica de Rano Raraku, Isla de Pascua (con énfasis en agua subterránea)**

Richard K. Dunn, Ph.D

Charles A. Dana Professor of Geology, Earth and Environmental Sciences  
Norwich University, Northfield, VT

La situación geológica de Rano Raraku consiste en un remanente erosionado de un volcán anterior que hizo erupción debajo del mar, no se sabe precisamente cuando pero probablemente fue durante el cuaternario medio o tardío. De esa manera la formación data de alrededor de cientos de miles de años. El lecho de roca de Rano Raraku consiste de cenizas volcánicas asentadas y toba de lapilli (cenizas solidificadas con fragmentos del tamaño de pedregullos) que son de relativa baja densidad rocosa. Esto la hace muy apropiada para la producción escultural usando herramientas de piedra.

El sitio representa el flanco Noroeste de un centro volcánico eruptivo. El cráter antiguo, o la fuente de la toba de Rano Raraku, fue localizado directamente al sudeste, mientras que la hondonada que contiene el lago en Rano Raraku es una estructura de desplome en el flanco del antiguo volcán. Esta cuenca ha sido llamada un cráter volcánico, pero nunca ha sido centro de erupción. Lo mas probable es que se haya formado durante la retirada de magma lo cual resultó en la falta de apoyo y el subsiguiente colapso del flanco. Con el tiempo, la erosión marítima removió la mayor parte del volcán original, mientras que Rano Raraku y Ma'unga Toa Toa, sobreviven como remanentes a 4 km del sudoeste.

Toba muy erosionada se encuentra a lo largo de la cuenca del borde del Norte y del Oeste. Esta toba contiene abundante fracturas que actúan como conductoras del agua subterránea. La precipitación entra entre estas fracturas a través de todo Rano Raraku, y el flujo de agua subterránea suministra agua al lago. El agua es detenida en el lago por el sedimento de lodo del fondo del lago, actuando como una membrana semi-impermeable sobre las fracturas que hay allí. El lago representa un sistema de agua subterránea colgada que se asienta a 30 o 40 metros arriba de la superficie, y alrededor de 65 m de arriba de la capa freática regional. Por eso hay un significativo gradiente hidráulico en Rano Raraku y se supone que el agua filtra hacia afuera del lago a través de las fracturas y alimenta al sistema subterráneo de las tierras bajas a su alrededor. Como no se conoce una fluctuación significativa del nivel del lago en tiempo histórico, el escape de agua fuera del lago ha sido generalmente balanceada por el influjo de agua derivada de precipitaciones.

Sin embargo, en el pasado geológico reciente, (en el Holoceno medio-tardío), el nivel de agua ha bajado significativamente. Esto llevó a una discordancia en los records acerca de los testigos recobrados del fondo del lago. No se sabe la razón por la que ocurrió la rápida reducción del nivel del lago pero lo mas probable es que esté relacionada al drenaje a través de fractura del lecho de roca. En esa región la actividad sísmica parece ser una fuente o razón que activa el agua del lago para que esta fluya fuera de él. Esto ocurre por ejemplo si el flujo dilató las fracturas o si perturbó el lodo semipermeable del fondo del lago. Este aumento del flujo del agua a través de las fracturas del lecho se observa a lo largo del borde externo de Rano Raraku si las fracturas permiten el flujo del agua en esa localización. Sin embargo, a veces puede pasar desapercibido si drena hacia la capa freática. La actividad sísmica queda grabada en la placa del Pacifico Oriental (East Pacific Rise) a 350 km al Oeste de Rano Raraku como ocurrió el 27 de febrero.