

RASGOS GEOLÓGICOS DEL RÍO RÍMAC, ABASTECIMIENTO DE AGUA EN SU CONO DE DEYECCIÓN

Pedro Hugo Tumialán De la Cruz¹

RESUMEN

El río Rímac es la confluencia de los ríos Yauliyaco y Río Blanco, cruza la Cordillera Occidental de los Andes Peruanos, con valle glaciar sobre los 4000 msnm, valle fluvial y fluvioaluvional a cotas menores. Atraviesa rocas volcánicas del Paleógeno Neógeno y rocas intrusivas del Cretáceo superior. Tiene una geodinámica externa intensa con presencia de aluviones en las cotas de 2200 a 1800 msnm y este mismo fenómeno en los ríos y quebradas tributarias. El cono de deyección del río Rímac tiene una extensión de 30 km paralela al litoral costero y 20 km hasta Vitarte, en su entorno hay cerros con rocas sedimentarias compactas y volcánicas del Cretáceo inferior y medio, intrusivos del batolito de la costa del Cretáceo superior. Todos los cantos rodados del cono de deyección de Lima son rocas intrusivas y volcánicas. El río Rímac durante el Cuaternario ha variado su curso desde el sur, inicialmente en Chorrillos hacia el norte en Barranco, Miraflores y el cauce actual a 6 km al NE de la Punta. Es un acuífero abierto permeable que almacena agua subterránea del río Rímac, el basamento del acuífero está sobre rocas más antiguas que el Cuaternario a una profundidad de 120 m de la superficie actual. Su napa freática ha descendido como 40 m por el exceso de bombeo del agua subterránea para consumo doméstico e industrial. Las aguas superficiales y subterráneas del río Rímac han recibido contaminación por el lavado de los relaves de las plantas metalúrgicas de las minas. Con la finalidad de alimentar el agua subterránea del cono de deyección se han realizado aportes de agua al río Rímac de la laguna de Marcapomacocha, del río Blanco con presa de tierra de Yuracmayo para el almacenamiento de agua y alimentar agua al río Rímac en época de verano. Proyectos adicionales podrían realizarse la captación de las agua de la laguna Huacracocha (entre Ticlio y Morococha) y desembalse de parte de la aguas del río Mantaro con túneles que atravesarían la parte alta de la Cordillera de los Andes.

¹ Universidad Ricardo Palma, Av. A. Benavides 5440, Surco-Lima. E-mail: phtumialan@gmail.com

LA COSTA PERUANA, ZONA DESÉRTICA

El Perú está en la zona tropical, en la Costa deberíamos tener un clima lluvioso con vegetación exuberante. Estas condiciones climáticas han cambiado por efecto de la corriente fría de Humboldt que viene del Polo Sur y migra paralelo a la Costa Peruana hasta la Punta de Cabos en Piura, para proseguir su curso al oeste. Interviene además en este cambio climático el macizo rocoso de la Cordillera de los Andes, paralelo a la Costa Peruana, sus rumbos de sur a norte son NO, NNO, NS, NNE, es una barrera natural que dificulta la migración de los vientos cálidos de la Selva a la Costa. Además, por efecto del anticiclón del Pacífico de aires fríos ubicado a los 23°sur en el Océano Pacífico. Estas 3 condiciones naturales dan a la Costa un clima desértico con una aridez en su mayor extensión (Figura 1)

VALLES COSTEROS CON PRESENCIA Y AUSENCIA DE AGUA

En medio de esta aridez por la falta de agua hay zonas que reciben agua de la Cordillera Occidental de los Andes Peruanos. Son 50 valles que reciben dichas aguas (Figura 1) entre ellos está el valle del río Rímac en donde se ubica la ciudad de Lima.

Por el poco caudal de agua muchos valles reciben poca agua durante el año o no reciben agua durante todo el año.

Merece una explicación de estos valles que reciben poca agua o no reciben agua durante todo el año. Los valles áridos tienen agua subterránea debajo del nivel freático, con estudios geofísicos de resistividad eléctrica se detecta la profundidad del nivel freático, gracias al bombeo de pozos artesianos se obtiene agua subterránea para consumo humano y para el riego de sembríos por el método de riego por goteo.

En el valle Culebras en Huarney-Lima en el Cuaternario antiguo hubo agua hasta la Costa, incluso con presencia de grandes bloques de rocas por los antiguos aluviones entre las cotas 1800 a 2200 msnm, en este sector del valle pedregoso no hay amplia agricultura. A cota menor en este valle el terreno no es pedregoso y es propicio para la agricultura, riego por goteo con agua subterránea que se extrae por bombeo, se siembran incluso productos de exportación como los algarrobos.

Agua es vida, los valles secos necesitan de agua subterránea. A fin de asegurar la presencia de agua subterránea muchos agricultores han construido en las partes altas de la cuenca fluvial en forma artesanal muchas

presas de tierra de arcilla, con cantos angulosos y cantos rodados de 2 metros de altura los cuales se llenan de agua en la temporada de invierno. Estas múltiples presas almacenan agua hasta el tope en invierno, cuando cesan la lluvia en los meses de mayo a octubre las agua de las mini presas de tierra bajan en forma lenta por el suelo permeable del fondo del valle y alimentarán de agua subterránea a los pozos artesianos en la época de sequía en las partes bajas de los valles secos. Gracias a este sistema de irrigación estos valles desérticos tienen agricultura para consumo local y para exportación.



Figura 1. Mapa Fisiográfico del Perú

EL VALLE DE LIMA

DATOS HISTÓRICOS

Cuando Francisco Pizarro llegó a Tumbes en 1532 para luego dirigirse a Cajamarca, en su viaje posterior hacia el Cusco llegó al valle de Jauja, vio un valle muy extenso recorrido por el río Mantaro de 45 km de largo y 12 km de ancho, de rumbo NW a SE, en su parte norte la laguna de Paca (Paredes, Jorge. 1992) y un clima agradable. Inicialmente todo ese extenso valle fue el valle de Jauja. En el diccionario Jauja significa ciudad de prosperidad y felicidad. Pizarro por las condiciones favorables fundó la capital del Virreinato del Perú en Jauja el 25 de abril de 1534.

Posteriormente le comunicaron a Francisco Pizarro la presencia de un extenso valle en donde desembocaba el río Rímac, en lengua nativa era el río Limac que significa río hablador por los ruidos que hace al transportar las piedras en forma de cantos rodados desde la Cordillera.

Francisco Pizarro recorrió el valle bastante extenso con un clima agradable todo el año, sin lluvia, sin truenos, sin rayos, desde el punto de vista estratégico, cerca al mar para huir de cualquier amenaza. Por lo expuesto

Francisco Pizarro fundó por segunda vez la Capital del Virreinato del Perú en Lima el 18 de enero de 1535, se hizo los trazos respectivos de la ciudad de Lima, siendo su primer alcalde Nicolás de Ribera (El Viejo) quien estuvo con Pizarro el día que lo asesinaron los almagristas. El río Limac inicialmente luego Rímac dio lugar al nombre de Lima, la capital del Virreinato del Perú.

GEOMORFOLOGÍA DEL CONO DE DEYECCIÓN DEL RÍO RÍMAC

La ciudad de Lima se emplaza en el cono de deyección del río Rímac, al norte limita con el cono de deyección del río Chillón, al sur con las arenas de la playa Conchán, arenas de Villa El Salvador, elevaciones de los cerros de las Casuarinas, los Álamos, Ate, Vitarte, al NE con los cerros de Comas, Independencia, La UNI, el Rímac, Cerro San Cristóbal, cerros de San Juan de Lurigancho.

En medio de este cono de deyección se tiene elevaciones aisladas como los cerros Lampa de oro, El Agustino, San Cosme, Los Pinos, El Morro Solar, tienen alturas hasta 200 m sobre la altura promedio de la ciudad de Lima, el Cerro san Cristóbal hasta 450 m sobre el suelo de Lima.

El cono de deyección del río Rímac donde se emplaza la ciudad de Lima tiene una extensión a lo largo del borde litoral de 30 km. desde el extremo SE de los Pantanos de Villa hasta el extremo norte de San Martín de Porres y 20 km. desde los acantilados de Miraflores hasta Vitarte. (Figura 2, Figura 3). Si fuera de una extensión mucho mayor sería un delta, ejemplo el delta del Nilo donde se desarrolló la cultura Egipcia.

El cono de deyección del río Chillón es angosto, en su desembocadura están las rocas de las Formaciones Puente Inga y Puente de Piedra del Cretáceo inferior. Aguas subterráneas alimentadas por el río Chillón se mezclan con las aguas subterráneas alimentadas por el río Rímac.

El cono de deyección del río Lurín no se une con el cono de deyección del río Rímac. Entre ambos se tiene el suelo arenoso de la Playa Conchán, Lomo de Corvina, Villa El Salvador, los cerros de San Juan de Miraflores y Villa María El Triunfo (Figura 2, Fig. 3)

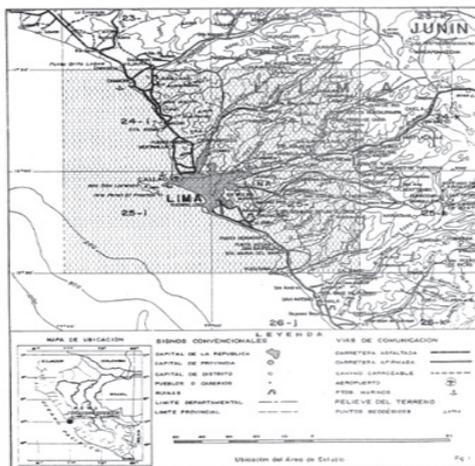


Figura 2. Cono de deyección del Río Rímac



Figura 3. Cerros alrededor del cono de deyección del Río Rímac.

GEOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC Y DE SU CONO DE DEYECCIÓN

El río Rímac se forma a 3400 msnm por la confluencia del río Blanco con el río Yauliyaco. El río Yauliyaco nace el Tielio a 5000 msnm de altura, el río Blanco es alimentado por los nevados Tatajaico a 5000 msnm de altura. En su recorrido el río Rímac antes de llegar a Chosica recibe el aporte del río Santa Eulalia en su margen derecha.

El río Rímac tiene una cuenca fluvial muy amplia, mucho mayor que las cuencas fluviales de los ríos Chillón y Lurín, la referida cuenca tiene escasa vegetación en sus flancos, lo cual favorece una mayor erosión de suelo ocasionado por las lluvias que van al lecho del río.

La edad del valle del río Rímac se estima en 1'000,000 de años. Todo río erosiona el fondo de su lecho, si consideramos la erosión producido por el río Rímac por año en 0.0001 metro en 1'000,000 de años se tendrá una erosión de 1000 metros, es decir 1 km de erosión. Luego, las grandes cumbres a ambos lados del río cuya alturas de 1000 metro sobre el lecho del río han sido formados por la erosión del río Rímac y todo el material de erosión fue depositado en el cono de deyección del río Rímac ya referido donde se ubica la ciudad de Lima.

A lo largo del río Rímac y sus afluentes se tiene secciones transversales en forma de "U", es decir secciones de valle glaciar sobre los 4000 msnm de altura, secciones transversales en forma de "V" o "trapezio invertido" a menor altura formando valles fluviales, valles aluviales, o valles fluvio-aluviales y secciones con paredes verticales formando cañones como el Cañón del Infiernillo o combinando paredes verticales y en forma de "V" como en Río Blanco.

Debemos mencionar la geodinámica externa del río Rímac, presencia de aluviones (huaycos), desprendimientos de rocas, deslizamientos, asentamientos, que afectan a las obras viales y a las poblaciones. En la gran cuenca del río Rímac en las zonas altas sobre los 2200 msnm de altura hasta los 4450 msnm podemos considerar como la zona "A" de lavado, las aguas lavan el suelo de los flancos de los valles y lo llevan al río, más la presencia de agua de lluvia, todo ese material es depositado a cota menor entre los 2200 a 1800 msnm de altura entre Tambo de Viso hasta Surco produciendo grandes destrozos en las poblaciones ubicados a lo largo de las terrazas fluviales, terrazas aluviales y terrazas fluvio-aluviales. Este mismo fenómeno se produce en los ríos tributarios del río Rímac como en el río Santa Eulalia, río Huayco Loro, en las diferentes quebradas como en la quebrada Pedregal en Chosica y otros; a esta zona de destrucción por el aluvión lo consideramos como la zona "B". A cota menor donde termina el aluvión en cada uno de esos ríos o quebradas se tiene la zona "C" solo de aguas turbias donde el agua lleva en suspensión arena, limo, arcilla. Por lo expuesto no tenemos aluviones en la parte baja del río Rímac, es decir en su Cono de deyección donde está la ciudad de Lima.

El río Rímac recibe el lavado de los relaves de las minas explotadas o en explotación. Desde la parte alta a menor cota tenemos los relaves de las minas de Ticlio, Casapalca, Yauliyaco, Huampar, Colqui, Millotingo, Pacococha, Germania, El Barón, Coricancha, El Farallón, Perubar. Esta contaminación no solo será para las aguas superficiales del río Rímac sino también para las aguas subterráneas que se depositan en el cono de deyección del río Rímac.

Geológicamente el río Rímac y sus afluentes, río Santa Eulalia de la parte alta al cono de deyección han erosionado rocas sedimentarias de lutitas y volcánicas del Paleógeno–Neógeno con erosión de calizas del Cretáceo medio a superior y del Triásico–Jurásico ubicadas a la altura de los volcánicos por fallas que levantaron estos bloques de calizas. A menor cota desde Corcona, en Chosica, hasta Vitarte afloran intrusivos mayormente de composición intermedia del Cretáceo superior en una distancia de 30 km, más al oeste afloramiento de este intrusivo en los bordes del cono de deyección del río Rímac ya referido (Palacios, Oscar. Caldas, Julio. Vela, Churchil. 1992)

En los bordes del cono de deyección del río Rímac sobre el cual está situada la ciudad de Lima afloran una serie de rocas volcánicas de la Formación Casma del Cretáceo medio, rocas sedimentarias compactas de areniscas, lutitas, calizas de las Formaciones La Herradura, Marcavilca, Pamplona, Atocongo del Cretáceo inferior (Palacios, Oscar. Caldas, Julio. Vela, Churchil. 1992)

El cono de deyección del río Rímac en su borde oeste termina en un acantilado, a la altura de Chorrillos el acantilado tiene una altura 80 m, esta altura se mantiene hasta San Miguel, el cual desciende paulatinamente hacia la punta en el Callao cuya cota es nula. Esto significa que el borde original del cono de deyección del río Rímac se prolongó hacia el oeste en el mar por una distancia de 2000 metros, es decir, el borde llegaba a cota cero (0) similar a la Punta en el Callao que es parte del cono de deyección. La Punta no tiene acantilado por que posee una defensa natural de las olas marinas representada por la Isla San Lorenzo; donde no existe esta defensa se observa acantilado en el Cono de deyección. La edad del cono de deyección consideramos en 1'000,000 de años perteneciente al Cuaternario Pleistoceno. El río Rímac durante este tiempo no ha tenido un curso fijo, dicho curso ha divagado desde Chorrillos. en la depresión que baja de

la Escuela Militar de Chorrillos, a las depresiones en Barranco, quebrada Armendáris en Miraflores. En algunos sectores aledaños a la ribera actual del río Rímac se observa terrazas fluviales como la terraza fluvial en el puente Dueñas en la avenida Perú. Al estudiar los cantos rodados del río Rímac todos son rocas ígneas volcánicas mayormente de composición andesítica e intrusivas mayormente de composición félsica provenientes de la erosión producido por el río Rímac a las rocas de la Franja Volcánica Cenozoica y al Batolito de la Costa.

HIDROGEOLOGÍA DEL CONO DE DEYECCIÓN DEL RÍO RÍMAC

Agua es vida, gracias al aporte de agua del río Rímac los 11 millones de habitantes de Lima pueden satisfacer sus necesidades de abastecimiento de agua. El río Rímac es una vena comparada con la extensión de su cono de deyección. Lo interesante es que esta vena de agua alimenta el agua subterránea a todo el suelo del referido cono de deyección. Lima ha incrementado su población con ubicación de viviendas en los bordes de los cerros de rocas intrusivas y rocas sedimentarias compactas de una edad más antiguas del Cuaternario, el conjunto de estas viviendas forman una serie de asentamientos humanos los cuales se abastecen de agua por efecto de bombeo de aguas subterráneas almacenadas en tanques de almacenamiento a mayor cota de los asentamientos humanos. Debemos considerar, lugares adicionales producidos por el afloramiento de aguas subterráneas, una de ellas es la Laguna de La Molina, el cual en el pasado fue una cantera donde se extrajo materiales de construcción para las viviendas en la época Colonial y durante el siglo 19 de la era Republicana del Perú, su explotación se paralizó cuando la cantera llegó al nivel freático de las aguas subterráneas alimentado por el río Rímac y su posterior urbanización actual; el otro lugar es los Pantanos de Villa, el agua dulce del referido pantano es alimentado por el agua subterránea de Lima el cual migra por fracturas y fallas en las rocas compactas ubicadas al NE de los Pantanos de Villa. El suelo del cono de deyección del río Rímac es un acuífero abierto, no es un acuífero confinado, el referido acuífero tiene agua desde el nivel freático hasta su basamento rocoso de rocas sedimentarias compactas y rocas volcánicas del Cretáceo inferior a medio. El nivel freático es de mayor cota cerca al río Rímac, el lecho del río está a una profundidad de 10 m de la superficie de su terraza fluvial, a mayor distancia del río el nivel freático tiene menor altitud respecto al nivel del

mar, es decir se halla a mayor profundidad de la superficie superior del cono de deyección llegando a profundidades de la superficie superior del cono de deyección de 70 m a 120 m. En 1951 en el acantilado frente a la playa de Agua dulce en Chorrillos a 10 m sobre el nivel del mar afloraba cortinas de manantiales de agua dulce correspondiente al agua subterránea de Lima. En la actualidad no vemos esos chorros de agua en todo el acantilado del suelo del cono de deyección debido al exceso de bombeo en el área del cono de deyección, los cuales son almacenados en tanques de agua para consumo de la población. Actualmente vemos vestigios de la cota superior del nivel freático máximo del pasado en algunos bordes del acantilado donde no han sido cortados para extender el área de la Costa Verde, representado por la presencia de travertinos, transportados en el pasado por las aguas subterráneas que disolvieron partículas finas de carbonato de calcio (calcita) del suelo del Cono de deyección del río Rímac (suelo de Lima) y al aflorar en el acantilado depositaron travertinos (Figura 4), el borde superior del travertino está a 40 m sobre el nivel del mar, es decir a media altura del acantilado. Hoy vemos afloramiento del agua subterránea del río Rímac en varios puntos de la Costa Verde, dicho nivel freático ha bajado 40 m por el exceso de bombeo de las aguas subterráneas en la ciudad de Lima (cono de deyección del río Rímac), es decir en la Costa Verde y en el acantilado el agua subterránea del cono de deyección está al nivel del mar. El agua subterránea de Lima está sobre el agua subterránea marina salada, porque el agua subterránea del cono de deyección tiene menor peso específico respecto al peso específico del agua salada del mar.

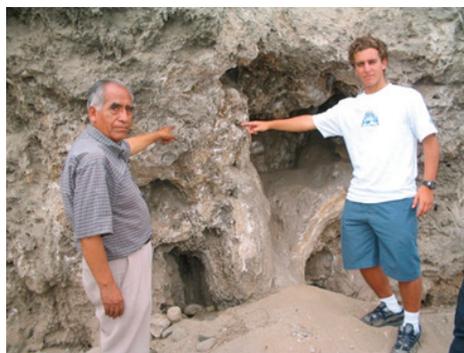


Figura 4. Travertino en el acantilado de la costa verde, formado por deposición de calcita por el afloramiento de las antiguas aguas subterráneas de Lima.

CAPTACIÓN DE AGUA DE OTRAS FUENTES PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL RÍO RÍMAC



Figura 5. Aguas de la Laguna Huacracocho al Río Yauliyaco

SEDAPAL capta parte del caudal del río Rímac para procesarlos y dar agua purificada a la población de Lima. Gran parte del caudal del río Rímac se va al mar. Otra gran parte de este caudal alimenta el agua subterránea del cono de deyección. Con mucha visión se ha tratado de incrementar el caudal del río Rímac

con el trasvase por medio de túneles parte de las aguas de las lagunas de Marcapomacocha, dichas aguas alimentan al río Santa Eulalia que es tributario en la margen derecha del río Rímac. La presa de tierra de Yuracmayo de 40 millones de metros cúbicos de capacidad ubicada en la margen izquierda del río Rímac almacena agua del deshielo de los nevados Tatajaico en invierno y abastece agua por medio del río Blanco en verano al río Rímac.

Entre Ticlio y Morococha está la laguna Huacracocho a una altitud de 4560 msnm en la provincia de Yauli del departamento de Junín, es posible captar sus aguas para llevarlos al río Yauliyaco con un túnel de 3.5 km y un rumbo desde el borde SO de la laguna igual a S78°W para llevarlo al río Yauliyaco, con una pendiente negativa de 1 por mil, cuyas aguas saldrían entre Casapalca y Ticlio,

La otra posibilidad es captar parte de las aguas del río Mantaro antes de La Oroya, trazar un túnel de 45.4 km, un rumbo de S61°30'W, cota inicial de 3680 msnm, con una pendiente negativa de 1 por mil que saldría al río Yauliyaco a la altura de Chicla que al unirse con el río Blanco forman el río Rímac. Este segundo proyecto de desviar parte de las aguas del río Mantaro al río Rímac es un proyecto mencionado por el sabio Santiago Antúñez de Mayolo, sólo formuló el proyecto, no presentó estudios adicionales. Lógicamente habría que realizar una serie de estudios geológicos y geotécnicos de ambos proyectos el cual sería materia de un estudio especial.



Figura 6. Trasbase de agua de Río Mantaro al Río Yauliyaco.

Si observamos ambos proyectos, vemos una distancia mayor el trasvase del río Mantaro, un túnel de 45.4 km comparado con la captación de las aguas de la laguna Huacracocha con un túnel de 3.5 km. El proyecto del trasvase de parte de las aguas del río Huancabamba a la zona de Chiclayo se realizó con un túnel de 20 km de longitud, tomó muchas décadas para su ejecución y culminación, por lo tanto el proyecto del trasvase de parte de las aguas del río Mantaro sería muy remoto su ejecución. El proyecto de captación de las aguas de la laguna Huacracocha con un túnel de 3.5 km de longitud, es más factible su ejecución. Este proyecto inicialmente atravesaría suelos morrénicos del Cuaternario, rocas intrusivas dioríticas del Neógeno, Calizas de la Formación Pucará del Triásico-Jurásico, lutitas de la Formación Casapalca del Cretáceo superior al Paleógeno inferior y suelo morrénico del Cuaternario. El suelo morrénico requiere mucho sostenimiento al inicio y al final del túnel, el intrusivo y la caliza son rocas estables en el túnel, las lutitas presentarán muchos problemas de sostenimiento en el túnel, el referido túnel atravesará muchas fallas con problemas de sostenimiento y drenaje de agua superficial por las fallas; todo esos aspectos requerirá un estudio geotécnico minucioso, materia de otro proyecto de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Palacio, Oscar. Caldas, Julio. Vela Churchil. 1992. Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay, Chosica. Ingemmet Boletín 43 de la Serie A.
- Paredes, Jorge. 1994. Geología del Cuadrángulo de Jauja. Geología del cuadrángulo de Jauja. Ingemmet. Boletín 48 de la serie A.