

Ingeniería de campo y sus capacidades para proyectos de investigación

Field engineering and its capabilities for research projects

¹Rodrigo Takashi, Sepúlveda Hirose y ²Ana Beatriz, Carrera Aguilar

División de Ingenierías Civil y Geomática, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria. CP. 04510. Delegación Coyoacán, Ciudad de México. ¹rsepulveda@ingenieria.unam.edu y ²acarrera@ingenieria.unam.edu

Palabras clave en español: ingeniería de campo, proyectos de investigación

Key words: field engineering, research projects

INTRODUCCIÓN

Los centros de investigación y las universidades, particularmente en dependencias relacionadas con la ciencia “dura” y las ingenierías, han concentrado sus esfuerzos en fortalecer la infraestructura y equipamiento institucional para consolidar a los cuerpos académicos en sus acciones de investigación. Sin restarle importancia a este último aspecto, no ha sido reconocido en su justa dimensión el papel fundamental de la investigación aplicada a la sociedad y las comunidades, el trabajo multidisciplinario y el papel del académico investigador como formador y docente de futuros académicos, probablemente porque se tiene la costumbre de separar la docencia y la investigación en lugar de concebirlas como complementarias.

La Universidad Nacional Autónoma de México, de vocación social por excelencia, permite a través de la multidisciplina realizar investigación aplicada a las problemáticas de las comunidades, además de poner en práctica el proceso enseñanza aprendizaje, la relación profesor(a)-alumno(a) en el campo, la toma de datos en el sitio en donde se requiera aplicar los conocimientos y la formación adquirida en la academia.

METODOLOGÍA

Sin ser una propuesta nueva, las metodologías que promueven la idea de la complementariedad de métodos en la puesta en práctica de la investigación ha estado más presente en las ciencias sociales y las humanidades (Pacheco y Blanco, 2015). En las ingenierías, poco a poco se han ido incorporando, sin ser predominantes todavía. Por otro lado, la metodología mixta, o metodologías mixtas, no deben tratar de enfrascarse dentro de una misma definición, pues varían en función de los objetivos de cada proyecto de investigación. Es decir, hasta donde llegará lo *cualitativo* y hasta dónde lo *cuantitativo*, dependerá del enfoque que los investigadores quieran dar. Las técnicas deben adaptarse al planteamiento del problema y no al revés (Hernández *et al.*, 2014).

Un claro ejemplo de ello es el trabajo que se realiza en el municipio de Concepción Buenavista, Oaxaca, por un equipo multidisciplinario conformado principalmente por profesores y estudiantes de las áreas de Sistemas, Planeación y Transporte e Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la División de Ingenierías Civil y Geomática, y de estudiantes y profesores de la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, además de la participación de profesionales en el área de ingeniería geofísica. La problemática principal en este municipio es la constante escasez de agua, especialmente en meses de sequía. La población de la localidad se ve afectada por el desabasto de agua para consumo humano y para la agricultura, siendo ésta la principal actividad económica, por lo que se requiere proporcionar soluciones urgentes y adecuadas desde el punto de vista técnico, económico y social.

Para abordar la problemática, se determinó encausar el trabajo en dos ejes principales: el estudio técnico y el de bienestar a la comunidad. El técnico contempla estudiar fuentes actuales de abastecimiento de agua, diagnóstico de la red de agua potable (cantidad y calidad), estudio geofísico para determinación de nuevas fuentes, diseño preliminar de línea de conducción, diseño del sistema de desinfección y factibilidad técnico económica. El estudio de bienestar social contempla contacto directo con la comunidad a través de entrevistas de corte socioeconómico, percepción del servicio de abastecimiento de agua, así como detección de problemáticas sanitarias, con el fin de generar indicadores de bienestar para futuras evaluaciones. Se seleccionaron dos grupos de instrumentos:

I. Instrumentos para datos cualitativos. Se diseñó un instrumento basado en convivencia de las brigadas con los pobladores y entrevista directa, por medio del cual se identificó: a) información socioeconómica de la población, b) aceptación social ante los proyectos de infraestructura que conlleva el mejoramiento de las instalaciones de abastecimiento de agua potable a la comunidad, c) condiciones de vida de los pobladores con respecto al consumo y uso doméstico del agua, a través de análisis histórico.

II. Instrumentos para datos cuantitativos. Se realizaron dos tipos de levantamiento por área de conocimiento: a) Toma de muestras y levantamiento de información de las características físicas de fuentes de abastecimiento y puntos de muestreo, mediante obtención de muestras simples para caracterización del agua tanto en tomas domiciliarias como en fuentes de abastecimiento; y b) Levantamiento de sitios seleccionados en la población de Concepción Buenavista; Llano Grande y El Sauce, para el correspondiente estudio geológico y geofísico para selección de una fuente de abastecimiento, que incluyó la realización de líneas de Tomografía Eléctrica Resistiva (TRE) y Tendidos de Refracción Sísmica (RS) y el levantamiento de líneas con separación electródica de 10 m, llegando a una profundidad de investigación de 80 m.

RESULTADOS

Producto de la metodología aplicada en esta investigación, se cuenta con resultados desde los distintos frentes de análisis.

Respecto al estudio de bienestar, se obtuvo que en promedio las personas económicamente activas por hogar son alrededor de 1 a 2 personas, de éstas, las actividades económicas practicadas se dividen en 36% para sector primario, 26% para sector secundario, 21% sector terciario, el resto no se dedica a ninguno de los anteriores. Para el sector primario se practica la agricultura para el autoconsumo en un 76%, el resto

lo produce para la venta, debido a la escasez de agua que no permite tener una producción en masa, por lo que prefieren sólo producir para el consumo familiar. Los productos que se siembran son maíz (54%), frijol (20%), trigo (14%) y otros (11%). Otra fuente de ingresos, son los apoyos que da el gobierno; pensión para adultos mayores, 21%; Prospera, 21%; Procampo 2%; y, apoyos por particulares; de familiares que trabajan fuera del municipio, 8%; jubilación, 8%. Se obtuvo que en promedio los habitantes tienen un ingreso mensual de \$3,467.95, pero el límite inferior es de \$416.00 y el superior está por encima de los \$11,736.00, por lo que es muy variado el rango de ingresos.

Por otro lado, se detectaron las fuentes de abastecimiento que los pobladores tienen en el municipio, y dadas las condiciones de desabasto, la necesidad de recurrir a la compra de garrafones para el consumo humano y llenar tinacos por medio de pipas, lo que resulta oneroso. En la misma encuesta se recopila información del gasto de los dos suministros mencionados y, en promedio el gasto asciende a \$477.12 mensuales para satisfacer sus necesidades básicas, esto no incluye los costos inherentes a sus actividades productivas, entonces, la mayoría de los habitantes del municipio han dejado de realizar dichas actividades por falta de agua.

Respecto a la evaluación de la calidad del agua, se seleccionaron 13 puntos de muestreo, que presentaron:

- Para los parámetros físicos, cumplen con la NOM 127 SSA1-1994.
- En el caso de los resultados bacteriológicos son sólo tres muestras cumplieron para los coliformes fecales. En cuanto a los coliformes totales, éstos no cumplen con la norma en ningún punto de muestreo.
- Los parámetros químicos no tuvieron problemas con el cumplimiento de la norma a excepción del cloro residual libre, que en todos los casos está por debajo de lo establecido en la norma.

Respecto a los estudios geofísicos y geológicos:

Tanto en la zona de Llano Grande como el Sauce; se observa una correlación existente en la respuesta de la geología del subsuelo y de las unidades geohidrológicas definidas, por tanto, se concluye que existen las condiciones adecuadas en dos sitios para la localización de un pozo de agua. El primer sitio, ubicado en el predio de Llano Grande, reportó una recarga de agua periódica proveniente del agua de lluvia que se infiltra y almacena en el subsuelo, además, del aporte de la corriente superficial del arroyo “Llano Grande”. El agua subterránea se encuentra en el subsuelo constituido por material aluvial parcialmente saturado y en roca carbonatada fracturada y saturada a una profundidad entre 8 a 80 m. El segundo sitio, localizado en el predio de “el Sauce”, se concluyó que el agua subterránea se encuentra en una roca carbonatada fracturada a una profundidad entre los 40 y 50 metros, sin embargo, el agua está condicionada a que exista una recarga permanente proveniente del agua pluvial, condición desfavorable debido a que el sitio se localiza en una región árida.

DISCUSIÓN

El análisis multidisciplinar de los resultados arrojó algunos aspectos a resolver. El sistema de red de distribución de agua potable, el cual ha sido catalogado como obsoleto por las autoridades locales competentes, se encuentra fuera de operación. La calidad del agua es

dudosa, presenta parámetros inaceptables para consumo humano. Como resultado, prácticamente está paralizada cualquier tipo de actividad económica en la localidad, de hecho, gran parte de los hogares no están habitados, muy probablemente a raíz del abandono que experimenta el municipio.

Las visitas al sitio han resultado de gran valor para los alumnos y profesores participantes. Se ha logrado obtener información de primera fuente, se han formado equipos de trabajo, se ha logrado la convivencia de alumnos de licenciatura y posgrado, se ha puesto en práctica el levantamiento de datos de campo como encuestas, mediciones, muestras de agua y el registro de otras observaciones, y se ha entregado al municipio una propuesta de solución.

CONCLUSIONES

La práctica de la ingeniería en el campo es sin duda un método eficaz e integrador para la construcción de conocimiento. El investigador no sólo descubre y plantea soluciones, transmite conocimiento y otorga la oportunidad al estudiante de entrar en contacto con la realidad. Este modelo de acción y no de gabinete “le da un nuevo sentido al grupo, donde el precepto de aprender a aprender, no se presenta como algo utópico, sino como una realidad constante y que se está haciendo día a día” (Ortega, 2010). El enfrentamiento con aspectos reales plantea problemas diversos y sus posibles soluciones.

El trabajo realizado en campo contribuye definitivamente a ampliar la perspectiva y profundidad del académico y el alumno, lo hace consciente de su realidad, un investigador en el amplio sentido del término, y un servidor social sensible ante las distintas “realidades” de nuestro país. Desde el punto de vista de transmisión y aplicación de conocimiento, la guía del académico resulta fundamental no solamente en la formación del estudiante sino en la generación de nuevo conocimiento, soluciones a problemas que enfrentan las comunidades, e incluso en la vinculación de nuestra Universidad con la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

Carrera, A.B.; Sepúlveda, R.; Vidal, M.; Escobedo, Z.; Romero, M. (2018); *Diagnóstico multidisciplinario de la situación actual del servicio de agua en Concepción Buenavista, Oaxaca*. Memoria del coloquio académico por la equidad de género en la FI, 2018: Docencia, investigación y desarrollo tecnológico. Facultad de Ingeniería, UNAM. P.p. 11-18. Disponible en: <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/17039>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. 2014. *Metodología de la Investigación* (6a Ed). Mc Graw Hill. P 536. Ciudad de México, México.

Ortega, E. (2010) *Prácticas de Campo: un método, una actitud de enseñanza*. Revista Universitaria Contratiempo

Pacheco, E., Blanco, M. (2015). *Metodología mixta: su aplicación en México en el campo de la demografía*. Estudios Demográficos y Urbanos, 30(3),725-770. [fecha de Consulta 23 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0186-7210. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=312/31242740007>