



TITULO: Tecnología Sin Zanja; aplicación de Ingeniería de Infraestructura Subterránea “SUE” en proyectos de ingeniería.

Autor: Ing. Alejandro Rodas Z. MSc.

1. RESUMEN

Los servicios básicos en Latinoamérica continúan creciendo como resultado del crecimiento demográfico y la proliferación de nuevas tecnologías. El desarrollo de nuevas construcciones, reparaciones o remediaciones a menudo entran en conflicto con la infraestructura subterránea existente. Cuando ésta infraestructura está enterrada u oculta para la vista, frecuentemente se descubre en la fase constructiva. Durante esta etapa, los costos de resolución de conflictos y la probabilidad de ocasionar daños catastróficos son más elevados.

La Ingeniería de Infraestructura Subterránea “SUE”, es un proceso que localiza y caracteriza de manera precisa las interferencias bajo tierra. Emplea una variedad de tecnologías de prospección geofísica y excavación al vacío no destructiva determinando con exactitud su ubicación. Una investigación SUE involucra actividades tales como; técnicas de detección superficial determinan la posición horizontal de los servicios subterráneos y excavación no destructiva al vacío en puntos críticos, ubica de manera precisa el servicio básico, tanto horizontal como verticalmente.

Resumiendo, hay una necesidad para resolver las incertidumbres que se derivan de la utilización de información inexacta, incompleta y/o desactualizada sobre las tuberías, cables y demás infraestructura enterrada. Hasta ahora, no se ha podido hacer frente a estas deficiencias. Este nuevo componente de la rama de ingeniería para la detección y mapeo de infraestructura subterránea es el primer paso a dar por las partes interesadas para resolver estos inconvenientes.

2. INTRODUCCION

Las actuales interferencias y sus estructuras conexas constituyen una parte importante de la infraestructura que se encuentra enterrada. La mayoría de estas ineficiencias resultan de datos inexactos, incompletos y/o información desactualizada sobre las redes. Los registros suelen ser incorrectos, incompletos, inadecuados o de otra manera debido a que:

- i. Estas no eran precisas en primera instancia, porque los dibujos de diseño a menudo no son "as-built".
- ii. Los registros rara vez se colocan en un plano único y se pierden a menudo, casi nunca es un documento con información integrada.
- iii. Las referencias se pierden con frecuencia; por ejemplo, los registros muestran que una red está situada por decir a "8 metros" de un edificio que ya no está allí, o desde el borde de una carretera de dos carriles que ahora es de cuatro carriles.
- iv. la información de los "as-built" con frecuencia carece del detalle y la precisión necesaria para propósitos de diseño o construcción.
- v. Información de la profundidad a la que se encuentran los servicios o existencias, si están disponibles, rara vez se hacen referencia al datum de elevación.

Los ingenieros saben de estas deficiencias en la información. Por lo tanto, ellos típicamente declinan la responsabilidad por la información de los servicios básicos o infraestructura subterránea que ponen en los documentos y los problemas con los servicios existentes son habitualmente manejados a través de trabajos complementarios, órdenes de trabajo adicionales, pólizas de seguro e inflación de los precios de contingencia. Cuando los problemas crean costos significativos, el dedo acusador apunta a todas partes, incluyendo la certificación de consultor que hizo el levantamiento, eso sin mencionar los reclamos que estos acarrearán.

Una convergencia de caracterización de nuevas áreas y tecnologías de procesamiento de datos ahora permite la recolección rentable y representación de la información de los servicios básicos e infraestructura subterránea. Estas tecnologías, las cuales se utilizan en la práctica de la Ingeniería de Infraestructura Subterránea (Subsurface Utility Engineering – SUE), abarca geofísica de superficie, excavación al vacío no destructiva, técnicas de geodesia, sistemas de CADD / GIS, etc. Los consultores SUE recogen los datos de las existencias subterráneas y certifican su calidad, en lugar de negar su responsabilidad.

3. INDICE

- Desarrollo de Normas de Ingeniería de Infraestructura Subterránea – SUE
 - o Estados Unidos
 - o Canadá
 - o Malasia
 - o Australia
 - o Reino Unido
 - o Ecuador

4. DESARROLLO

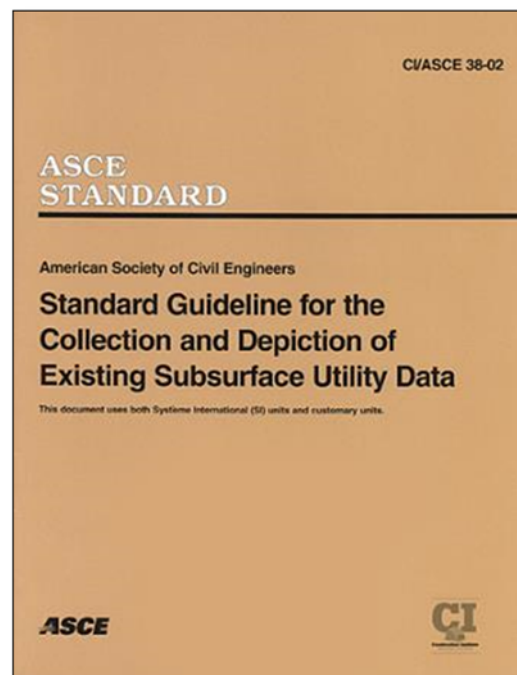
Desarrollo de Normas de Ingeniería de Infraestructura Subterránea (SUE)

Estados Unidos de América: ASCE 38-02

En 1996, el primer comité de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) se creó para producir una norma para Ingeniería de Infraestructura Subterránea (SUE). La guía estandarizada para la recolección y representación de datos existentes de infraestructura subterránea (CI/ASCE 38-02), fue la primera norma de consenso nacional en el mundo que definió la calidad de la ubicación de las redes enterradas y los atributos de información que se pone en los planos.

Basado en SUE, que se define como un proceso para gestionar riesgos de proyectos a través de la identificación y control de calidad de la información de las interferencias subterráneas utilizada en el diseño, desarrollo y construcción de un proyecto, la ASCE 38-02 es una guía práctica fundamentada en niveles de calidad:

- > **Nivel de Calidad D**, conocida como “investigación de registros”, este nivel brinda información obtenida de los registros existentes.
- > **Nivel de Calidad C**, agrega investigaciones de campo sobre instalaciones de existencias enterradas visibles en la superficie tal como válvulas y alcantarillas, reconciliadas con registros existentes de servicios básicos.



- > **Nivel de Calidad B**, requiere el uso de métodos geofísicos superficiales para determinar la existencia y posición horizontal de infraestructura subterránea.
- > **Nivel de Calidad A**, es el nivel más alto de precisión y generalmente utiliza equipos de excavación por succión en puntos críticos para determinar la posición exacta vertical y horizontal de las redes enterradas.

Un problema para el comité ASCE 38-02 fue que aunque SUE es un proceso bien desarrollado para mitigación de riesgos para levantamientos de existencias subterráneas en los EEUU, hace 25 años, las compañías por todo el país estaban haciendo diferentes cosas pero llamándolas por este mismo nombre “SUE”. Esto no solo creó confusión para los dueños de proyectos e ingenieros que usaban los servicios, sino que también logró que sea imposible designar responsabilidad por los errores. Más adelante, alentado por las cortes de EEUU y del Departamento de Transporte (DOT), el Ing. Jim Anspach lanza la iniciativa a la ASCE respecto a la posibilidad de realizar una norma. El Ing. Anspach gestionó el borrador y en 2002, la ASCE 38-02 se introdujo como una norma de consenso nacional.

Aunque la ASCE 38-02 se concibió como una norma de consenso no obligatoria, el sistema judicial de los EEUU sostiene a esta norma en alta consideración en las cortes y los abogados la utilizan para definir las responsabilidades profesionales a seguir y en adjudicar culpabilidad. Ésta forma parte de la mayoría de Departamentos de Transporte (DOT's) que se protegen al incluir esta norma como referencia en sus documentos contractuales.

En los primeros días, cuando la norma era un borrador, la idea del Ing. Anspach de convertirla en una norma se cruzó con muchos obstáculos. Durante el programa de participación, se creía que detectar con precisión las existencias subterráneas no podía realizarse por ninguna persona excepto el propietario del servicio básico, pero estos no consideraban que sea su responsabilidad brindar dicho servicio excepto por motivos de seguridad en construcciones. El borrador aclaró que esta norma era de sentido común para el bien de todos los interesados, especialmente durante en el desarrollo de proyectos.

Los promotores de los proyectos y los profesionales son responsables de tomar las acciones apropiadas para considerar y manejar riesgos en las existencias enterradas. A través de la ASCE 38-02, pueden determinar un nivel apropiado de esfuerzo de mapeo de servicios básicos al especificar los niveles de calidad de la infraestructura que se vaya a representar. El profesional proveerá al interesado los niveles de calidad alcanzados de acuerdo a la norma y, al hacer esto, se hace responsable de los errores por negligencia y/u omisiones en los datos de los servicios básicos para ese Nivel de Calidad certificado de la infraestructura subterránea.



Canadá: CSA S250 - 2011

En el 2011, Canadá publicó la Norma S250, Mapeo de Infraestructura Subterránea de Servicios Básicos de la Asociación Canadiense de Estandarización (CSA), descrita como un marco colectivo de mejores prácticas para mapear, representar y gestionar interferencias subterráneas en Canadá. Varias autoridades instigaron, incluyendo la ciudad de Toronto, ya que había una necesidad reconocida por las empresas de los servicios básicos, la Federación de Municipalidades Canadienses, contratistas y profesionales de infraestructura subterránea, a que se mejore en obtener registros y que se corrijan los datos existentes que se recogieron inadecuadamente.

Por primera vez en una norma de consenso nacional, la CSA 250 define parámetros de coordenadas (x, y, z) de precisión \pm exacta de los niveles de precisión de 1 a 5 (incluyendo un registro suplementario de nivel 0) para registros de lo construido (*as-built*). La norma también brinda una guía respecto a compartir datos y especifica los atributos de

las infraestructuras subterráneas (por ejemplo colores, costumbres en nombres, simbología) a ser utilizado para describir y representar infraestructura subterránea recién construida.

La norma fue creada por un proceso de desarrollo de aceptación de normas aprobado por el Concejo Canadiense de Normas. Éste proceso juntó a varios voluntarios que representaron a los distintos puntos de vista e intereses para lograr un consenso. A través de este proceso, la CSA creó un borrador de la norma para comentarios, revisiones y aprobación hasta que la versión final de la CSA S250 fue lanzada en el 2011.

Es muy temprano para ofrecer una respuesta definitiva respecto a su éxito, ya que la norma y sus beneficios se están actualmente promoviendo a los accionistas relevantes del país. Sin embargo, la respuesta ha sido positiva, y los propietarios de servicios básicos, derechos de vía y el Ministerio de Transporte de Ontario, están buscando mejorar sus prácticas actuales para el inventario de sus redes al seguir la nueva norma CSA.



Malasia - 2006

La norma para Mapeo de Infraestructura Subterránea de Malasia fue lanzada en el 2006 para crear, inventariar y mantener la base de datos nacional de existencias subterráneas. Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) gestiona la base de datos y espera que esté representada con datos obtenidos de varias agencias de servicios básicos de la nación en cumplimiento con la norma.

Esta norma se ocupa de temas tales como los roles de los actores y como se puede obtener la información de las redes subterráneas, así como un llamado del Gobierno de Malasia a tomar acciones frente a la creciente demanda de mejoras en los servicios de infraestructura subterránea. Por tal razón parecía pragmático el crear una base de datos de redes que sea precisa y normada para el correcto inventario de las mismas.

Es muy similar a la ASCE 38-02, utilizando los mismos niveles de calidad en su base. Aunque no clasifica la definición de servicios básicos, colores o símbolos, el estándar de Malasia sí especifica una precisión de ± 10 cm para ambas lecturas, horizontales y verticales. A diferencia de la ASCE 38-02, la CSA S250, la Australiana AS 5488 y la Ecuatoriana INEN 2873, y si bien, no la apoya una asociación nacional de consensos, cuenta sin embargo con el respaldo del Gobierno de Malasia – que se ha involucrado activamente y ha empujado para lograr obtener una base de datos con registros más precisos – para asegurar que los futuros proyectos de construcción tengan registros de infraestructura subterránea de mejor calidad, reduciendo riesgos de seguridad y salud, costos de proyectos y potenciales rediseños de proyectos.

Australia: AS 5488-2013

En junio de 2013 se publicó la norma para información de Ingeniería de Infraestructura Subterránea de *Standards Australia*. Un selecto comité preparó el borrador y examinó los comentarios públicos efectuando los cambios necesarios a la misma.

El objetivo del comité para el borrador fue el de tener un punto de vista estandarizado que permita a los profesionales en la rama representar la presencia de las interferencias subterráneas aplicando un Nivel de Calidad en cumplimiento

con la norma AS 5488. También brinda una guía sobre cómo se puede obtener la información y cómo puede ser representada para el mejor entendimiento de los usuarios finales e interesados.

Standards Australia requirió de una amplia representación por entidades nacionales en el comité de desarrollo para convertirla en una norma de consenso nacional. Todas las organizaciones tenían su propia perspectiva respecto a lo que la norma debía y no debía contener, y todas tenían sus propios requerimientos dependiendo de qué parte de la industria representaban. En algunos momentos esto fomentó debates, sin embargo, el resultado final fue un borrador de norma que es un documento de consenso con amplio acuerdo entre las partes involucradas.

Esta norma es clara y concisa, lo que significa que tiene la capacidad de convertirse en un excelente documento de apoyo no solo para las compañías de detección y mapeo de servicios básicos, sino también para quienes hacen levantamientos topográficos. Combinando ambos – el detalle de niveles de calidad con precisiones estrictas de posicionamiento espacial y la guía estandarizada para registrar información de las interferencias subterráneas – la norma AS 5488 tiene el potencial de ser un documento de gran apoyo a la industria Australiana.

Reino Unido: PAS 128 - 2014

Actualmente, en el Reino Unido que es un país de enfoque, en el Instituto de Normas Británicas (BSI) se desarrolla un borrador de una especificación públicamente disponible (PAS) para detectar y mapear redes subterráneas de servicios básicos. Aunque este es un grande y positivo paso hacia adelante, hay algunos que se mantienen escépticos respecto a su propósito dentro de la industria de detección y mapeo de dichas redes.

En enero de 2012, la opinión general de los asistentes de esta industria en el simposio inicial del BSI era la de proceder con una especificación públicamente disponible PAS como un método rápido de obtener una especificación para mapear y detectar infraestructuras subterráneas. Esta idea de un método rápido no viene sin una fuerte razón. Un gran factor es la fallida implementación de estándares de levantamientos de existencias subterráneas en América, Canadá, Malasia y a ser implementado en Australia para el 2013. Cada uno de estos 4 países ha lanzado un consenso nacional para detectar y mapear infraestructuras subterráneas. Todas han sido creadas para enfrentar asuntos desde cómo se puede obtener información respecto a los servicios básicos hasta qué tecnologías están disponibles para obtener dicha información, y cómo esa información se puede expresar para los usuarios.



Ecuador: NTE INEN 2873 – 2015

En febrero de 2013 se presenta la propuesta de documentos normativos al Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, como una norma de guía o de buenas prácticas para la recopilación y representación de información de las existencias subterráneas enterradas que sea precisa y comprensiva a todas las partes interesadas, dado que era prácticamente inexistente o no estaba disponible en Ecuador, vista la necesidad de hacer uso de una metodología mediante la aplicación de tecnología de vanguardia que ha sido comprobada a nivel internacional como una solución que haga frente a estos inconvenientes. Aunque la barrera cultural de las empresas y el desconocimiento en estas interferencias, ha llevado a que los constructores realicen excavaciones a ciegas, donde en muchos de los casos afectaban a los servicios o existencias subterráneas sin que existan responsabilidades u obligaciones para la reparación de las mismas.

El objetivo del borrador normativo fue el desarrollo de una norma de consenso nacional, aceptado para definir la confiabilidad de la información de servicios básicos o existencias subterráneas que se representan en los planos. La norma debía abordar problemas tales como; (1) cómo se obtiene la información de las interferencias subterráneas, (2)

qué tecnologías deben usarse para obtener esa información, y (3) la forma en que la información debe ser transmitida a los usuarios del servicio, así como a los principales actores. Con esta norma se buscaba facilitar a los promotores de proyectos públicos y/o privados, a comprender las incertidumbres, riesgos y los costos asociados al levantamiento e integración de información de redes subterráneas. Asimismo, definir más claramente la responsabilidad del consultor, el contratista (excavador), el propietario de los servicios básicos o existencias subterráneas y al responsable del proyecto.

En abril de 2015, se publica en el Registro Oficial N° 487 la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2873 INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA. Detección y mapeo de servicios básicos o infraestructura subterránea. Posteriormente se publica en la página web del Servicio Ecuatoriano de Normalización, www.normalizacion.gob.ec.

Aunque la NTE INEN 2873 es principalmente para el uso en la fase de diseño de obras civiles, esta norma también detalla y provee una sólida guía para futuras instalaciones de infraestructura subterránea, registros de lo construido (*as-built*) de redes enterradas y un punto de vista estandarizado respecto a la representación de datos.

Conclusión

Como lo han demostrado estas normas internacionales, una forma estandarizada de obtener y representar la información de existencias subterráneas de servicios básicos puede tener varios beneficios. En Ecuador, los profesionales en esta rama actualmente trabajan de acuerdo con la NTE INEN 2873 y hemos encontrado doble éxito; Primero, los profesionales SUE y en geomática trabajan con una guía que cumple con las expectativas del cliente. Segundo, se le asegura al cliente que el consultor es responsable por los levantamientos que se producen, a su vez ayudando a aliviar retrasos en los proyectos y rediseños asociados con existencias enterradas, y más importante aún, ayudar a que se eliminen riesgos relacionados con interferencias en el diseño y durante la construcción.



Es por estas razones que el desarrollo de la norma NTE INEN 2873 para la detección y mapeo de infraestructura subterránea se debe tomar en serio y apoyarla en toda la industria. Después de 5 años de haber realizado proyectos aplicando tecnología SUE y a más de 2 años de la publicación de dicha Norma, se ve necesario publicar una actualización tomando como referencia a las técnicas más apegadas a las guías brindadas por la PAS 128.

5. REFERENCIAS

- i. CI/ASCE 38-02 Guideline for the Collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data. Estados Unidos. 2003.
- ii. AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials. A guide for accommodating utilities within highway right-of-way. Washington, D.C., 2005.
- iii. ZEMBILLAS, Nicholas. "Subsurface Utility Engineering: A Proven Solution." E.J. (Ted) Hooper medal. This award recognizes the best paper presented at the Institute of Public Works Engineering, Australia. 2010.
- iv. CSA S250-11 Mapping of underground utility infrastructure. Canadá. 2011.

- v. RODAS, Alejandro. Servicios de Ingeniería Subterránea: Quitándoles el misterio a las existencias enterradas desconocidas. Revista CONSTRUCCIÓN de la Cámara de la Industria de la Construcción – CAMICON. Ecuador. 2013.
- vi. RODAS, A. y ANSPACH, J.H. 7th International Perspective on Water Resources and the Environment. ASCE – IPWE, Ecuador. 2014.
- vii. NTE INEN 2873 Ingeniería de Infraestructura Subterránea. Detección y mapeo de servicios básicos o infraestructura subterránea. Ecuador. 2015.
- viii. RODAS, Alejandro. Ingeniería de Infraestructura Subterránea: Un vistazo al pasado y otro hacia el futuro. Revista CONSTRUCCIÓN de la Cámara de la Industria de la Construcción – CAMICON. Ecuador. 2016.