



CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LAS INSPECCIONES DE PUENTES

George Isaac Isaacs Aguilar,

Asistente, Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural

Ing. Francisco Rodríguez Bardía,

Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural

Ing. Alexander Oviedo Campos,

Unidad de Puentes, Programa de Ingeniería Estructural

Comité revisor:

Ing. Julian Trejos Villalobos,

*Coordinador Unidad de Puentes,
Programa de Ingeniería Estructural*

Introducción

Los puentes son estructuras que poseen un alto impacto sobre el desarrollo de un país o región, ya que permiten salvar el paso de una vía de tránsito vehicular u otras cargas móviles, sobre un obstáculo como depresiones geográficas, ríos o quebradas, entre otros. Sin embargo, estas estructuras están expuestas de forma constante a distintos tipos de acciones externas, las cuales producen deterioro en los elementos estructurales y no estructurales con el paso del tiempo.

Ante lo anterior, es imperativo realizar inspecciones regularmente, de modo que sea posible identificar las deficiencias que se presentan en cada puente con el objetivo de poder definir las acciones necesarias para conservar y extender su vida útil. Las inspecciones que se ejecuten deben tener un nivel de control y aseguramiento de calidad de forma tal que exista objetividad en los resultados obtenidos de estas y que la Organización encargada de la gestión de puentes cuente con insumos adecuados para priorizar intervenciones de conservación y mejoramiento de los activos.

Por lo anterior, es necesario que los organismos de inspección de puentes (OIP) sean respaldados para asegurar su competencia técnica y credibilidad, y para validar los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad que el OIP ejecuta. A partir de esta necesidad, surgen los entes encargados de otorgar y emitir las acreditaciones respectivas para los organismos de inspección.

Estos entes contribuyen al mejoramiento constante de la calidad y a la productividad de las empresas e instituciones en cuanto a sus productos, bienes y servicios, basando los requisitos de acreditación en normas internacionales.

Se entiende por control de calidad al establecimiento de procedimientos orientados al cumplimiento de los requisitos de calidad. El control se enfoca en detectar fallas durante inspecciones, redacción de informes, reportes o actualizaciones de bases de datos.

Por otro lado, el aseguramiento de la calidad es un sistema que prevé fallas a partir del muestreo u otras medidas con el fin de garantizar, como medida preventiva, que el trabajo de control de calidad sea adecuado. Tanto el control de la calidad como el aseguramiento forman parte de un sistema de gestión de la calidad.

En este boletín se abordarán los requerimientos mínimos para el programa de control y aseguramiento de la calidad de inspección de puentes según el nuevo Manual de Puentes de Costa Rica (MP-2020), desarrollado por el MOPT y actualmente en proceso de oficialización. A su vez, se comentarán algunos artículos de la Ley 8279 "Sistema Nacional para la calidad", la cual brinda lineamientos y directrices para las actividades que se relacionan con el desarrollo de la calidad. Finalmente, se explicará la acreditación de organismos de inspección con base en la Norma INTE-ISO/IEC 17020:2012.

Requerimientos mínimos para un programa de control y aseguramiento de la calidad de inspección de puentes según el MP-2020

La calidad de las inspecciones y sus respectivos informes recae, en primera instancia, en el trabajo del equipo de inspección; sin embargo, las inspecciones, los informes y los inspectores deben estar sujetos a revisiones y evaluaciones con el fin de desarrollar y lograr un producto final de calidad. Debido a esto, el capítulo 4 del MP-2020, Tomo I, incluye los requerimientos mínimos para el programa de *control de calidad y aseguramiento de la calidad*.

Primeramente, el MP-2020, en su sección 4.3.3, define los requerimientos para la documentación expresados en la Figura 1. Estos requerimientos se encuentran relacionados con la estructura de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC). Como parte de un SGC, se debe contar con un control de calidad de la documentación debido a que esta es una manera de formalizar la trazabilidad dentro de la Organización. En otras palabras, para poseer la capacidad de rastrear los procesos dentro del SGC, es necesario un sistema de identificación que consiste en una documentación de calidad previamente definida en la Organización (ver Figura n.º 1).

Luego, dentro de la sección 4.3.4, el MP-2020 define los requerimientos relacionados con los procedimientos de control de calidad (ver Figura 2). Estos se pueden dividir en dos principales grupos: los relativos a los recursos del SGC y los relativos a los procesos del SGC.

En el grupo relativo a los recursos, primero se encuentra el personal, donde la definición de roles y responsabilidades es importante para el aumento de la eficiencia y productividad. Comprender de forma clara los roles del proyecto permite la

creación de una línea temporal donde se indiquen los encargados de las tareas y se visualice cuando se espera que una parte del proceso termine. Según Fisher (1997), para una mejora en la productividad, es idóneo que las responsabilidades estén alineadas con las fortalezas y habilidades de los miembros del equipo de inspección; en este sentido, es relevante documentar las competencias requeridas para cada rol de inspección.

También, en el grupo relativo a recursos se encuentra la capacitación, cuyo objetivo principal es formar inspectores que avancen progresivamente de nivel y que puedan mejorar constantemente sus capacidades. Documentar los contenidos de los cursos, así como su duración y frecuencia, da lugar a la homogeneización de criterios dentro del OIP, lo que permite que la información obtenida a partir de inspecciones sea consistente (MOPT, 2020).

Por último, la documentación de equipos de medición también es relativa a los procesos. Esta documentación asegura que los instrumentos funcionen de forma adecuada y garantiza su respuesta a las necesidades de los ensayos e inspecciones (ISO, 2017).

En el segundo grupo están los informes y certificaciones, donde se incluye la documentación de procedimientos para revisión y aprobación de informes de inspección, así como los procedimientos para asegurar la imparcialidad del OIP. La importancia de esta última documentación está en que permite identificar de forma continua riesgos que comprometan la objetividad del organismo. Los riesgos se originan a partir de las actividades y relaciones dentro de la organización, por tanto, son sesgos potenciales que pueden influir en la toma de decisiones. Una vez identificado el riesgo, el organismo debe ser capaz de demostrar con cuáles

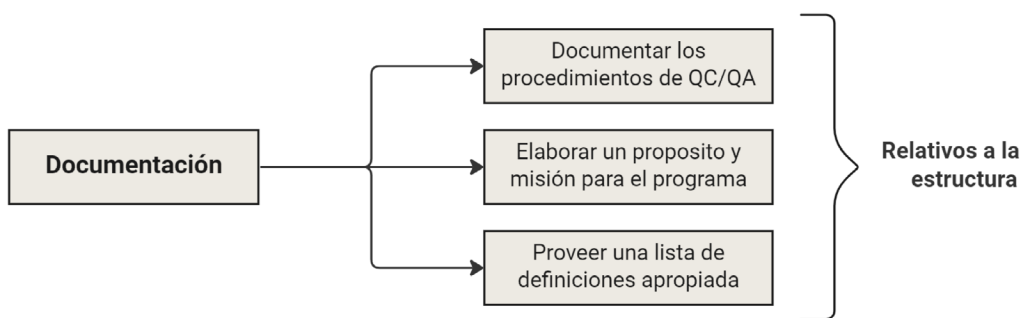


Figura 1. Requerimientos mínimos de la documentación del programa de control de calidad y aseguramiento de la calidad

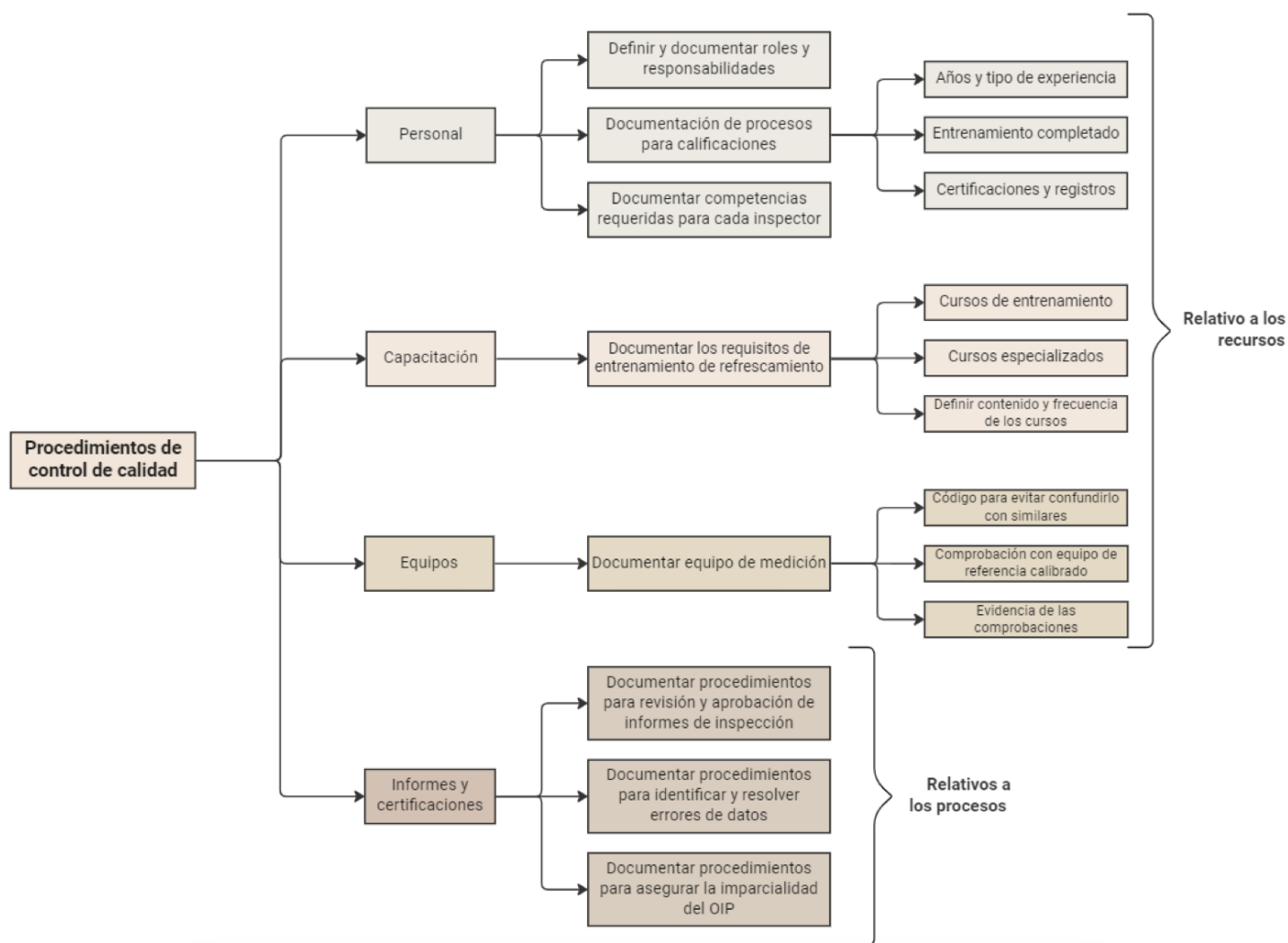


Figura 2. Requerimientos mínimos de los procedimientos de control de calidad

mecanismos cuenta para eliminarlo o minimizarlo, de forma que se prevenga la influencia indebida en las actividades de inspección (ISO, 2012).

Posteriormente, en la sección 4.3.5 del MP-2020 se definen los procedimientos de aseguramiento de calidad, los cuales se dividen en aquellos relacionados con el personal y los relacionados con los procesos, estos se resumen en la figura 3.

En el grupo relacionado con el personal, de manera análoga al control de calidad, se deben definir los roles y responsabilidades del personal involucrado en el aseguramiento de la calidad. También, se deben documentar los procedimientos de descalificaciones para los líderes de equipo y OIP externos cuyo desempeño no cumpla con el mínimo previamente definido por el OIP. Werther y Davis (1996) expresan que es relevante evaluar el desempeño de los líderes de equipo y OIP externos para conocer los resultados

reales del trabajo dentro de la Organización. Así, la documentación de los procedimientos de evaluación deja atrás toda subjetividad que pueda entorpecer la propia evaluación, enfocándose en los elementos que se refieran de forma directa al rendimiento efectivo del personal.

Una vez hecha la evaluación, es importante brindar la retroalimentación debida para que el inspector descalificado sepa cuáles puntos debe reforzar para mejorar su desempeño, de esta forma puede ser recalificado según los procedimientos definidos por la OIP para esa acción.

Respecto con los procedimientos relativos a los procesos, se requiere documentación de los procedimientos para revisiones de control de calidad tanto en oficina como en campo, los cuales se detallan en la figura 4, para así cumplir con el aseguramiento de la calidad. Se destaca el

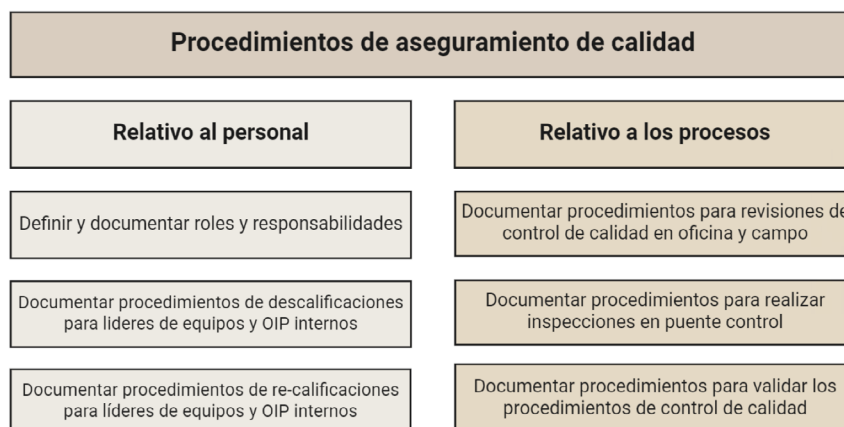


Figura 3. Requerimientos mínimos de los procedimientos de aseguramiento de la calidad

muestreo de parámetros de selección de puentes, donde se debe considerar si el puente tiene un archivo de datos o no, así como deficiencias en su condición o si este será rehabilitado o reemplazado. Definir y documentar estos parámetros permite priorizar actividades de intervención mediante la información de las inspecciones, con el objetivo de maximizar la eficiencia de recursos técnicos y económicos.

A partir del aseguramiento de la calidad, se espera prever fallas y brindar confianza en el cumplimiento de los requisitos de la calidad. Sin embargo, para esto es necesario validar los procedimientos del control de calidad para asegurar la sistematización de procesos y controles. Esto solo se logra con la debida documentación de cada uno de los procedimientos de validación y el trabajo de organismos como el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), quien realiza dichas validaciones en el país.

Ley 8279 Sistema Nacional para la Calidad

La Ley 8279 "Sistema Nacional para la calidad" se publicó en el diario La Gaceta el 21 de mayo del 2002. El objetivo de la ley es crear una estructura de calidad que favorezca la competitividad de las empresas nacionales. Su promulgación ha impulsado el desarrollo económico y comercial del país, a la vez que protege a los consumidores, garantizando la calidad de los bienes y servicios que ofrecen las empresas e instituciones.

En su artículo 1, la Ley 8279 establece el Sistema Nacional para la Calidad (SNC), el cual es un marco

estructural que define las directrices para las actividades relacionadas con el desarrollo de la calidad. Además, la Ley pretende facilitar el cumplimiento de compromisos internacionales referidos a la *evaluación de la conformidad*, es decir, mediante la ley se espera homogeneizar la prestación de servicios y el desarrollo de productos con la calidad debida según los estándares internacionales. La entidad responsable de fijar los lineamientos generales del SNC es el Consejo Nacional para la Calidad (CONAC).

El SNC tiene dos propósitos principales; uno de ellos es orientar, ordenar y articular los pasos de las instituciones públicas y empresas privadas en las actividades que guardan relación con la conformidad e impulso de la calidad. El segundo propósito principal del SNC es incentivar la inserción de una cultura de la calidad en todos los componentes del ámbito nacional, en particular el individual y social. Según Alexandra Rodríguez, directora de normalización del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), una cultura enfocada en la calidad impulsa la productividad del país entero y propicia el mejoramiento de la competitividad en cada una de las actividades productivas (Semanao Universidad, 2019).

Con el objetivo de garantizar la confianza del SNC, en el artículo 19 de la ley se crea el ECA, cuya misión es respaldar la competencia técnica y la credibilidad de los entes acreditados.

En adición al ECA, el SNC también está compuesto por el Laboratorio Costarricense de Metrología (LCM), la Oficina de Reglamentos Técnicos (ORT) y el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). Estas

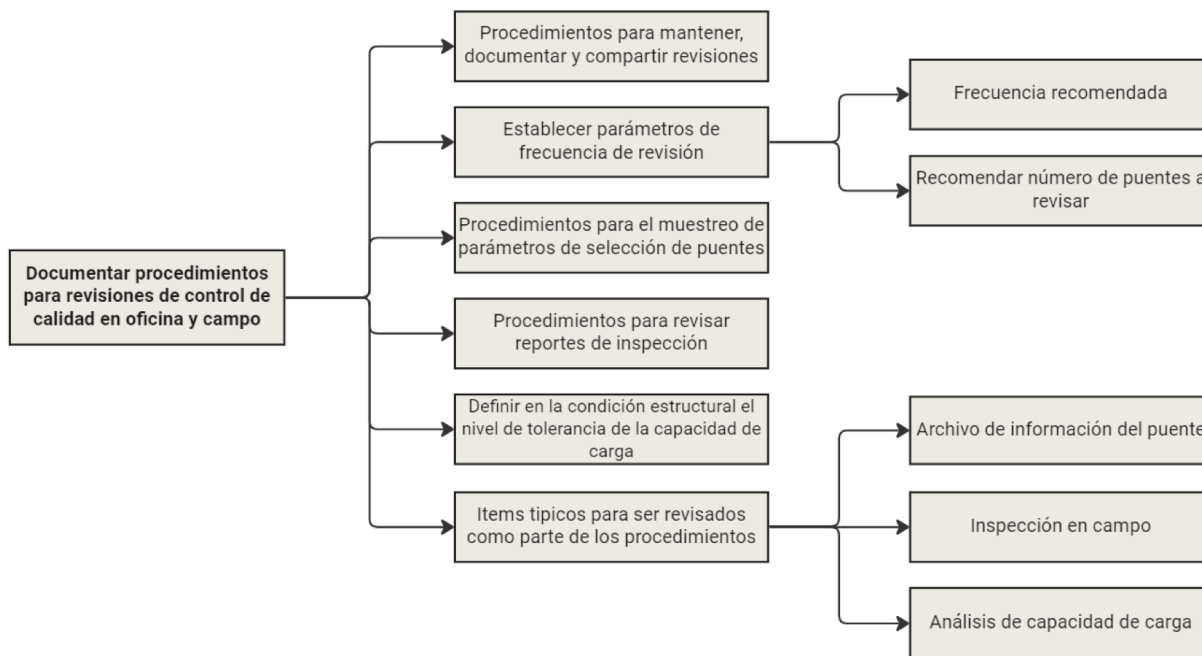


Figura 4. Procedimientos para revisiones de control de calidad en oficina y campo, como parte del aseguramiento de la calidad.

entidades ofrecen y coordinan servicios relacionados con la *evaluación de la conformidad*.

Acreditación para organismos de inspección - Norma INTE-ISO/IEC 17020:2012

Como ya se ha mencionado en este boletín, la misión del ECA es respaldar la competencia técnica y credibilidad de las instituciones y empresas a quienes otorgan una acreditación, de esta forma, se garantiza el cumplimiento de compromisos internacionales en materia de *evaluación de conformidad*. También, el ECA se asegura que los servicios ofrecidos por los entes acreditados mantengan la calidad bajo la cual fue otorgada su acreditación. La labor del ECA permite una mejora constante en cuanto a la calidad y productividad de las empresas e instituciones del país.

El proceso de acreditación conlleva una serie de etapas, las cuales, se deben realizar bajo el orden y pautas que se detallan en la Figura 5.

Es importante mencionar que el ECA es el único ente en Costa Rica con potestad para emitir las acreditaciones en las áreas previamente mencionadas. El tipo de acreditaciones que brinda el ECA abarcan tanto el área de laboratorios de ensayos y calibración, y se extiende a áreas como lo son los organismos de inspección.

El ECA solicita de forma específica que los OIP cumplan con la Norma INTE-ISO/IE 17020:2012. En esta Norma se contemplan los requisitos generales que deben cumplir los organismos de inspección para que sus servicios sean aceptados tanto por los clientes como por las autoridades de supervisión.

En la Norma INTE-ISO/IE 17020:2012, se cubren las actividades de los organismos de inspección, que incluyen los lineamientos que deben aplicar en sus materiales, productos, instalaciones, plantas, procesos, procedimientos de trabajo o servicios, así como la emisión de informes de los resultados de estas actividades y su futura comunicación a los clientes.

En Costa Rica, una vez otorgada la acreditación, el ECA es quien se encarga de revisar el cumplimiento de todos los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad. Como parte de las actividades de seguimiento, el ECA dicta que todos los entes acreditados deben ser supervisados al menos una vez al año durante el ciclo de acreditación, con lo cual se asegura que los OIP mantengan su competencia técnica y que cumplan con los requisitos mínimos de acreditación.

Actualmente, la Unidad de Puentes de LanammeUCR es uno de los entes acreditados en el país mediante el alcance No. OI-045, alcance que permite a la unidad realizar inspecciones acreditadas de inventario e inspección visual de daños estructurales de puentes.

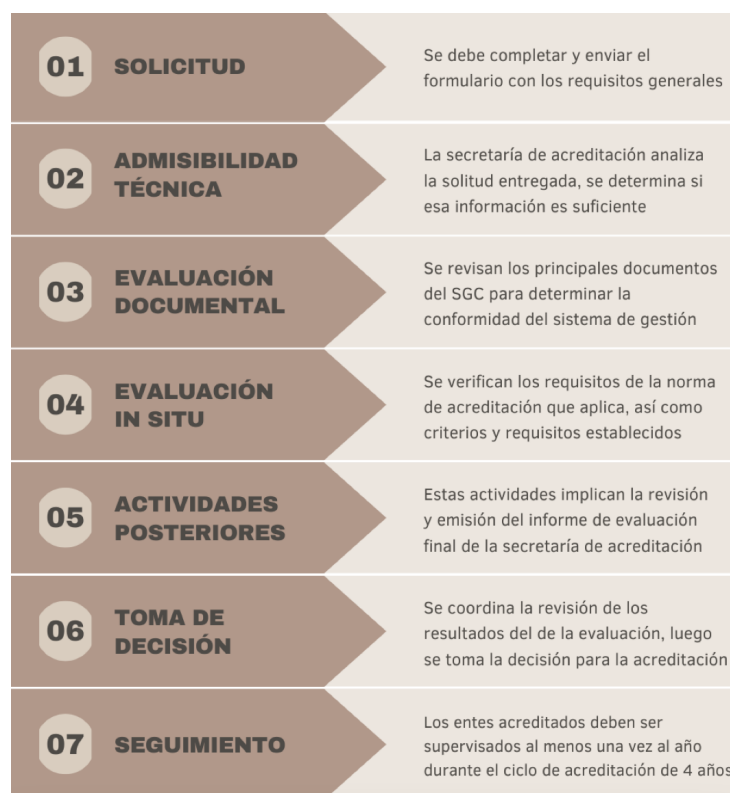


Figura 5. Proceso de acreditación del ECA Modificado de ECA, 2023

Conclusiones

Se exhibe la relevancia de contar con un Sistema Nacional para la Calidad (SNC) que defina las directrices para las actividades que se vinculan al desarrollo y demostración de la calidad en el país. Un marco estructurado como el que plantea la ley 8279 permite el cumplimiento de los compromisos internacionales referidos a evaluación, además, propicia la creación de la cultura de la calidad en la vida nacional.

A su vez, es importante que los organismos de inspección sean debidamente respaldados mediante un ente de acreditación como el ECA, que analice, revise y evalúe cada uno de los requisitos que deben cumplir los OIP respecto a normas internacionales como la INTE-ISO/IEC 17020:2012.

Por otro lado, para desarrollar y lograr un producto de calidad en cuanto a las inspecciones y sus respectivos reportes, es necesario que tanto los productos en sí como el personal sean sujetos a revisiones y evaluaciones. Ante esto, el MP-2020 propone una serie de requerimientos mínimos que deben incluirse en un programa de control y aseguramiento de la calidad. Estos requerimientos

son relativos a la estructura, procesos y recursos del OIP y se enfocan en la documentación de procesos y en la definición de roles y responsabilidades dentro del organismo.

En cuanto al control de calidad, el MP-2020 destaca la capacitación, donde se deben definir los cursos de entrenamiento, así como su contenido y frecuencia, con el fin de homogeneizar criterios dentro del SGP. También, se menciona la importancia de la debida calibración y codificación de equipos para llevar a cabo las inspecciones.

El MP-2020 también indica la importancia de la documentación de los procedimientos para asegurar la imparcialidad del OIP, lo que permite identificar de forma continua riesgos que comprometan la objetividad del organismo.

Respecto al aseguramiento de la calidad, el MP-2020 menciona la importancia de documentar los procedimientos para descalificar miembros del OIP cuyo desempeño no cumpla con los mínimos previamente definidos. En este sentido, los procedimientos de recalificación también deben ser documentados. Además, es relevante la documentación de los procesos para revisiones de control de calidad, así como su validación.

La implementación del SGC en un OIP contribuye a la integración y optimización de procedimientos, así como a la optimización de recursos, todo esto orientado a una mejor toma de decisiones en cuanto a las posibles acciones de intervención sobre la red de puentes que gestiona la Organización.

Definiciones

- **Calibración:** Según ISO (2015) la calibración se entiende como “El conjunto de operaciones que determinan la relación entre los valores dados por un equipo de medida, y el valor nominal de un patrón para una determinada magnitud”
- **Calidad:** Según la RAE (2023) la calidad es una propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. La norma INTE/ISO 9000:2015 define el término como “grado en el que un conjunto de características cumple con los requisitos”, donde las características indican el alcance y los requisitos, los criterios.
- **Conformidad:** Se refiere a la medida en que un producto, servicio o proceso cumple con los estándares, especificaciones y requisitos establecidos (ISO, 2015).
- **Evaluación de la conformidad:** Es la evaluación del grado de cumplimiento de un servicio, producto o proceso en cuanto a las normas nacionales e internacionales bajo las cuales se ofrece
- **Sistema de Gestión de Calidad (SGC):** Es un sistema que se encarga de documentar y sistematizar procedimientos o controles de manera que usen como guía de acción para determinadas actividades o procesos (MOPT, 2022).
- **Control de calidad:** Es el establecimiento de procedimientos orientados al cumplimiento de los requisitos de calidad. Está enfocado en detectar fallas durante las inspecciones, redacción de informes, reportes o actualización de bases de datos (MOPT, 2022).
- **Aseguramiento de la calidad:** Este hace uso del muestreo u otras medidas para revisar el trabajo de control de calidad, este sistema prevé falla y brinda confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad (MOPT, 2022).
- **Imparcialidad:** Según la RAE (2023) la imparcialidad es la falta de designio o de prevención, en favor o en contra de alguien o algo.

Referencias

- ECA. (2023). *Acerca del ECA*. Ente Costarricense de Acreditación. <https://www.eca.or.cr/>
- Fisher, J. (1997). *Defining the Roles and Responsibilities of the Systems Engineering Organization/Team*. INCOSE International Symposium, 7(1), 626-633. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.1997.tb02228.x>
- FWHA. (2017). *Recommended Framework for a Bridge Inspection QC/QA Program*. U.S. Department of Transportation. <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/nbis/nbisframework.cfm>
- ISO. (2012). *ISO 17020:2012 Evaluación de la conformidad — Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección*. Online Browsing Platform ISO. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17020:ed-2:v1:es>
- ISO. (2015). *ISO 9000:2015 Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*. Online Browsing Platform ISO. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- ISO. (2015). *ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*. Online Browsing Platform ISO. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- ISO. (2017). *ISO 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Online Browsing Platform ISO. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v2:es>
- Ley 8279 Sistema Nacional para la Calidad (02 de mayo de 2002). Normas Legales, N° 31819-MEIC, Diario la Gaceta
- MOPT. (2020). *Manual de Puentes de Costa Rica Tomo I*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica. (Documento pendiente de oficialización).
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.6 en línea]. <https://dle.rae.es>
- INTECO. (2021, 27 marzo). *Conozca los beneficios de implementar la norma ISO 9001:2015*. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica INTECO. https://www.inteco.org/en_US/blog/our-blog-1/conozca-los-beneficios-de-implementar-la-norma-iso-9001-2015-190
- Werther, W. B., & Davis, K. (1996). *Human Resources and Personnel Management* (6.a ed.). McGraw-Hill Education.



LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

PIE Programa de
Ingeniería Estructural

Ing. Alexander Oviedo Campos

Ing. Daniel Johanning Cordero

Ing. Francisco Rodríguez Bardía

Ing. Guillermo Santana Barboza, Ph.D, Asesor

*Ing. Julian Trejos Villalobos, M.Sc. y M.Eng.,
Coordinador Unidad de Puentes*

Ing. Luis Guillermo Vargas Alas

Ing. Sergio Álvarez González

Ing. Pablo Agüero Barrantes, Ph.D.

Ing. Yi Cheng Liu Kuan, M.Sc

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación, diseño y control de calidad: Licda. Daniela Martínez Ortiz / Óscar Rodríguez Quintana

Control y aseguramiento de la calidad en las inspecciones de puentes / Diciembre, 2023

Palabras clave: Programa de Ingeniería Estructural, Unidad de Puentes, Boletín Técnico, Control de Calidad, Aseguramiento de Calidad.

 (506) 2511-2500

 direccion.lanamme@ucr.ac.cr

 Código Postal 11501-2060

 www.lanamme.ucr.ac.cr