

Incidencia del Sistema de Gestión de la Calidad y la Metrología en la Calidad del Sector de la Construcción - Subsector de las Edificaciones de Medellín y Valle de Aburrá”

Ligia M VÉLEZ

Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas-Instituto Tecnológico Metropolitano
Medellín, Sur América, Colombia
ligiavelez@itm.edu.co

Yudi A MARÍN

Facultad de Administración-Politécnico Jaime Isaza Cadavid
Medellín, Sur América, Colombia
yamarin@elpoli.edu.co

y

Jaime D RESTREPO

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas-Instituto Tecnológico Metropolitano
Medellín, Sur América, Colombia
jaimerestrepo@itm.edu.co

RESUMEN

La Calidad se define como la satisfacción del cliente respecto al resultado o servicio que le brinda determinado producto. En la construcción las expectativas están basadas en los documentos técnicos como planos de construcción, diseños, especificaciones técnicas, contrato. Durante estos últimos años, el sector de la construcción ha experimentado, un creciente interés por la calidad, debido a que los clientes y usuarios son cada vez más exigentes y reclaman mayor calidad en un producto (obra) y ésta, está ligada hacia la mejora de la eficiencia de las inversiones en la construcción, sean estas provenientes de los recursos públicos o privadas. El proceso de medición, reviste hoy en día, una importancia significativa en una sociedad moderna y que avanza a pasos agigantados en materia de desarrollo tecnológico, que hacen, que la medición con precisión y exactitud; sea un requisito esencial para alcanzar mejores niveles de competitividad a nivel mundial.

Palabras Claves: Calidad y Metrología, Construcción de Edificaciones, Clientes, Constructores, Normas, Medellín y Valle de Aburrá.

1. INTRODUCCIÓN

La competencia en los mercados mundiales y su creciente proceso de globalización de las economías, han permitido a muchos países implementar regulaciones, reglamentaciones y especificaciones técnicas; como modelos de aplicación de sistemas de calidad, buscando asegurar garantías de calidad en cuanto al consumo, efectividad, inocuidad y respaldo de los productos y además los controles necesarios en la comercialización de los mismo.

Las implicaciones para la industria y empresas en el país del ingreso de productos y productores con mayor productividad y competitividad, hace que sea necesario replantear estrategias empresariales que les permitan a los empresarios del país, estar preparados y contar con los recursos necesarios (infraestructura, personal y procesos) para incrementar sus niveles de productividad y competitividad.

La calidad, como elemento de productividad y competitividad de un País, entendida como garantía de satisfacción de necesidades de los clientes, es una forma de concretar los requisitos y control o regulación de las especificaciones o estándares nacionales e internacionales. Dado lo anterior, es necesaria una estructura dinámica en el País, partiendo desde el nivel más alto del estado, que ejerce el liderazgo, fomenta en la sociedad la cultura de calidad y promueve las políticas que ayuden a difundirla. Lo anterior, se establece a través de normas técnicas o reglamentos técnicos y las especificaciones de las propiedades o características se establecen con base a parámetros que se pueden medir con exactitud y precisión. Al evaluar las características, las pruebas demuestran que los productos (servicios) alcanzan o superan aquéllas definidas en las normas, lo que se establece a través de la evaluación de la conformidad, que incluye inspección, certificación, ensayo, acreditación, autorización, aprobación y distribución.

Por tal motivo se propone el desarrollo de un proyecto de investigación que permita identificar la Incidencia del Sistema de Gestión de la Calidad y la Metrología en la Calidad del Sector de la Construcción - Subsector de las edificaciones de Medellín y Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia – Colombia.

2. CONTEXTO DE LAS ÁREAS INVOLUCRADAS

Contexto calidad

Bajo la perspectiva de la ISO 9001, hay tres conceptos que son fundamentales para entender la dinámica del modelo de gestión de la calidad:

Calidad: “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Proceso: “Conjunto de Actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

Gestión: “Actividades coordinadas para dirigir y controlar a una organización”. (Atehortúa, Bastamente, & Valencia, 2013). [1]

En la actualidad, la competitividad es uno de los factores principales que conllevan a las empresas constructoras a implantar un sistema de gestión de la calidad, permitiendo de esta manera, ampliar sus mercados y competir con las empresas más desarrolladas.

Este ambiente competitivo demanda una cultura empresarial, inclinado a la satisfacción del cliente, y esto se logra mediante el constante mejoramiento de los procesos productivos. El aseguramiento de la calidad está asociado con el mejoramiento continuo de todas las actividades desarrolladas en una empresa; desde las adquisiciones del insumo, los servicios, el diseño, la capacitación, la motivación de los trabajadores y el proceso de comercialización. De esta manera, se logra conseguir el incremento en la productividad y la competitividad de las organizaciones.

Los sistema de calidad que se implantan en una empresa constructora, se basan en las Normas ISO 9000, las cuales se establecieron para proporcionar una guía y estandarización de los Sistema de Gestión de la Calidad, estas normas pueden ser modificadas para adaptarse a situaciones contractuales específicas. En la figura 1, se puede observar la estructura de un sistema nacional de calidad.

Estructura de un Sistema Nacional de Calidad



Figura 1: Estructura de un Sistema Nacional de Calidad
Fuente: Instituto Nacional de Metrología de Colombia.

Contexto metrología

La metrología es la ciencia que estudia las mediciones y es a su vez una herramienta de la Gestión Total de la Calidad (GTC), que busca mejorar continuamente, para la satisfacción de los clientes y otras partes interesadas.

La metrología, conocida como ciencia de las mediciones, siempre ha desempeñado un papel importante en la historia de los grandes descubrimientos de la humanidad, pero adquiere importancia en la llamada Revolución Industrial, mediante lo que se denominó la mecanización de los procesos de producción a finales de 1800 y comienzos de 1900. Es así como se puede evidenciar que la metrología ha existido antes de que se hablara de los Sistemas de Gestión de la Calidad -SGC-. En la actualidad es aún más evidente su importancia, bien sea que se trate de ISO 9000, ISO 14000 u OHSAS 18000, ya que se ha convertido en requisito indispensable para la evaluación de la conformidad de productos y procesos. (ICONTEC, 2003). [2]

La metrología está íntimamente asociada a la calidad de procesos y productos. La calidad de un pro-ceso o producto es el resultado de la metrología. Es importante reconocer que la buena calidad de un producto lleva implícita la condición de satisfacer al cliente y generar beneficios para el productor. Invertir en metrología es invertir en el mejoramiento de la calidad. Por esto es un error pensar que los sistemas de gestión de la calidad son un costo adicional en lugar de ver-los como una inversión. (Restrepo, 2011). [3]

La calidad y la metrología se han convertido en componentes de competitividad, productividad y mejoramiento de los mecanismos de regulación, control y vigilancia entre los países y regiones. Los componentes incluyen las actividades de reglamentación técnica, normalización, acreditación, evaluación de conformidad y el sistema de medición. Dada la importancia de dichos componentes el Gobierno Nacional, a través del Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha formulado una Política Nacional de la Calidad “Documento CONPES 3446 de 2006” donde integra las anteriores actividades en un Sistema Nacional de la Calidad (SNC) cuyo objetivo es generar confianza entre los clientes (consumidores), los empresarios y el estado. (ICONTEC, 2003). [2]

En la siguiente figura se muestra mediante el método PEF, los costos de la conformidad y la no conformidad en la calidad.

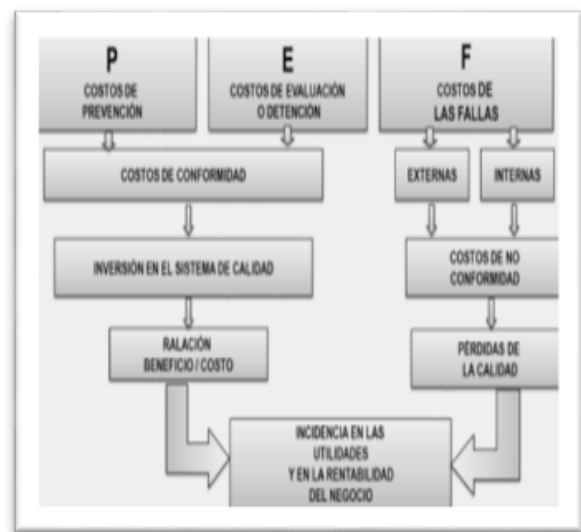


Figura 2: Costos de la calidad
Fuente: Revista Normas y Calidad, 2003 [2]

Contexto de la construcción

El crecimiento continuo de la ciudad y los municipios que conforman el valle de aburrá, producto del desarrollo inmobiliario, debe despertar un mayor interés por el control de calidad en la construcción.

¿Se están regulando las obras en construcción de edificaciones para garantizar la satisfacción del cliente, evitar accidentes y pérdidas debido a la falta de un adecuado control de calidad?

La exigencia de un control de calidad debería implantarse como norma general, para evitar no solo la insatisfacción del usuario, sino también los riesgos y pérdidas debido al poco o inexistente control de calidad en las obras de construcción.

El Control de calidad en una obra de construcción debe contemplarse desde tres aspectos diferentes:

- Control de calidad del Proyecto: planteamiento, planos, cálculos etc.
- Control de calidad de los Materiales.
- Control de Calidad de la Ejecución.

El Promotor Inmobiliario debe ser el primer interesado en exigir un control de calidad en la edificación, y así evitar sorpresas desagradables, que siempre se convierten en excesos de costes, es necesario un inflexible cumplimiento de todos los aspectos técnico y económicos que influyen en el planteamiento de una obra de construcción. Si la obra ha sido contratada previamente sin estos planteamientos, se puede encontrar con excesos de costos por vaguedades del proyecto, deficiencias en los materiales que no corresponden con lo contratado y a lo que estamos dispuestos a pagar por ellos, o con deficiencias en la ejecución que pueden ocasionar siniestros y pérdidas de todo tipo, incluyendo las pérdidas humanas.

Con el fin de realizar un correcto planteamiento del control de calidad en una obra de construcción, el promotor cuenta con la valiosa ayuda de la Dirección Facultativa, Arquitectos, ingenieros y aparejadores o técnicos involucrado en alguna fase, a los cuales se les debe exigir, que como profesionales en la materia, propongan un programa de seguimiento de calidad adecuado a cada tipología de obra; en gran parte de las obras de Construcción, y dependiendo de su grado de complejidad, no basta con su sola labor de inspección y vigilancia, sino que hay que acudir a contratar a terceras personas como son, laboratorios de control de calidad, en los que permita, realizar las comprobaciones técnicas necesarias.

Es evidente que el establecimiento de dicho control, lleva implícito un coste (personal, ensayos, etc.) que suele establecerse contractualmente de varias formas:

- A cargo del Promotor de la Obra totalmente.
- A cargo del contratista que lo presupuesta en su oferta, si esta contiene el Plan de Control a realizar.
- Sistema mixto, en el que el cargo depende de la bondad o no, del resultado de los ensayos a efectuar, pudiendo ser el contenido del contrato muy variable y, a su vez, abarcar una o varias fases, de las que, en general, podemos dividir el proceso:
 - Calidad de los Materiales
 - Calidad del proyecto
 - Calidad de la ejecución de la construcción (Canal Construcción, s.f.).

En este escenario de la construcción, aparecen los lineamientos dados en la norma ISO 9001 para el sistema de gestión de la calidad, que permiten organizar los procesos, para que las especificaciones definidas se cumplan en un marco controlado y de mejoramiento; actividad apoyada por el aseguramiento metrológico, el cual busca dar confianza a las medidas aplicadas en los insumos, productos en proceso y terminados de la construcción, para la toma de decisiones.

El sistema de gestión de calidad suministra la plataforma (estructura por procesos), para la articulación de todas las normas voluntarias u obligatorias que le aplican al sector de la construcción en Colombia, de esta manera toda la normativa está integrada armónicamente, para cumplirle a todas las partes interesadas. [9], [10].

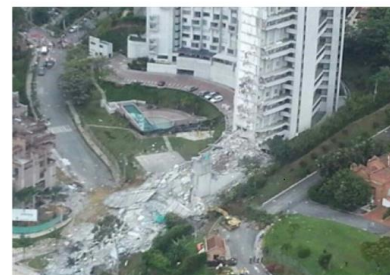
La aplicación de los lineamientos de la norma ISO 9001 es voluntaria; pero en el sector de la construcción específicamente, esta libertad cogió fuerza con la Ley 1150 de 2007 emitida por el Congreso de la República, que menciona en su artículo 5 “De selección objetiva”, numeral 4, parágrafo 2: Las certificaciones de sistemas de gestión de calidad no serán objeto de calificación, ni podrán establecerse como documento habilitante para participar en licitaciones o concursos”. Por lo tanto, los constructores todavía tienen en la norma ISO 9001 y en la metrología, instrumentos para normalizar, implementar y mejorar los procesos; al igual que las mediciones que éstas conllevan. (Congreso de la Republica, 2007). [4]

A pesar de la existencia de la normativa en el sector de la construcción en Colombia, del reconocimiento que tienen los requisitos de la norma ISO 9001 y la necesidad del control de los equipos y/o dispositivos de medición utilizados en estos procesos; no se utiliza la información generada en el sistema de gestión implementado para la toma de decisiones y para asegurar la satisfacción de los clientes, pro-veedores y sociedad en general, evidenciada en los costos excesivos, en las pérdidas de todo tipo y otras situaciones no deseadas que a diario se presentan.

Las bondades de un sistema de gestión de calidad y aseguramiento metrológico deben ser evidenciadas por los clientes o usuarios, no por las frases de cajón que a diario se escuchan y se redactan en numerosos discursos; sino por la tranquilidad, la seguridad y la confianza que entrega una edificación construida con todos los parámetros que se requieren y con una organización que con su gestión, respalda permanentemente la construcción realizada.

Calidad y Metrología en el Sector de la Construcción

¿Quién responde por daños producidos como el del edificio Space?



¿Quién responde por los daños producidos en un caso como el del edificio Space?
Experto
HOY POR HOY | NOVIEMBRE 12 DE 2013

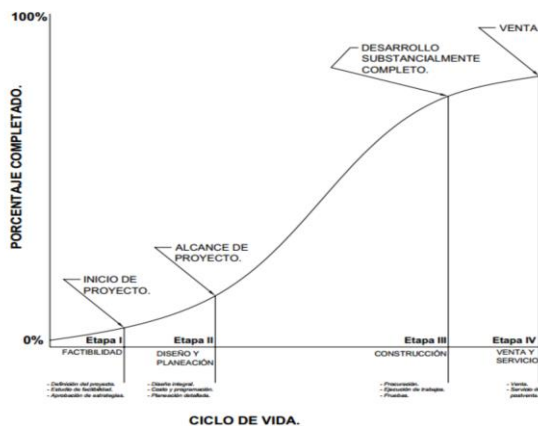


http://www.caracol.com.co/audio_programas/archivo [11].

“El Costo de la no Calidad”; partiendo del concepto “Saber Construir”; analizando y desarrollando los diferentes aspectos generales, legales, económicos, tecnológicos; de lo que implica la calidad y la metrología en; la planeación, el diseño, los estudios previos, los insumos, la ejecución y terminación del proyecto y complementando con la asistencia posventa. Es así, como desde esta perspectiva, no debería seguir siendo; “la Calidad y la Metrología”, las últimas variables a considerar dentro de un proyecto de construcción. Hay que concientizar a los profesionales de la construcción, para que cada uno de ellos, desde su rol, conozca sus responsabilidades en virtud de las cuales, resulta de suma importancia priorizar los temas referentes a la calidad y la metrología. Es realmente importante que se dedique tiempo a analizar lo que significa “Saber Construir” con calidad, un buen proyecto, teniendo en cuenta estos dos elementos fundamentales, “la Calidad y la Metrología”, y de esta manera, garantizar el ciclo de vida del proyecto.

Irigoyen (1997). A este objetivo de transformar y lucrar con la transformación de recursos, además de todo lo que se involucra de manera directa o indirecta, podríamos llamarlo proyecto. Dicho de otra manera, un proyecto se compone de un inicio, un final y actividades intermedias, las cuales de acuerdo a su naturaleza e importancia es posible agruparlas en subproductos necesarios para llevar a cabo la realización del producto final, esto entre otros fines, para facilitar su administración, lo cual se conoce también como ciclo de vida. El ciclo de vida de un proyecto está formado por fases sucesivas que a su vez están compuestas por tareas, que por naturaleza propia son de carácter planificable. El modelo de Morris (2000), propone al ciclo de vida de un proyecto típico de carácter lineal para la programación de los proyectos de construcción, ver figura 1. Ciclo de vida de un proyecto, en el cual de manera indiscutible es posible poder distinguir los elementos que lo conforman tales como las etapas y los entregables (deliverables). La Etapa III y la Etapa IV corresponden a las labores de: Procuración (Tecnologías constructivas), Ejecución de Trabajos (Ejecución de sistemas constructivos) y Pruebas (Control de especificaciones de Materiales de los sistemas constructivos –Normativas NTC-NSR y ASTM) y la Etapa IV, no menos importante las labores de Venta y Postventa.

Figura 4. Ciclo de vida de un proyecto. Morris (2000).



En un sistema productivo para el sector de la construcción, como se muestra en la figura 3. Se evidencia de forma lógica la intervención de la calidad y la metrología en cada etapa del proceso.

Sistema Productivo – Sector de la Construcción

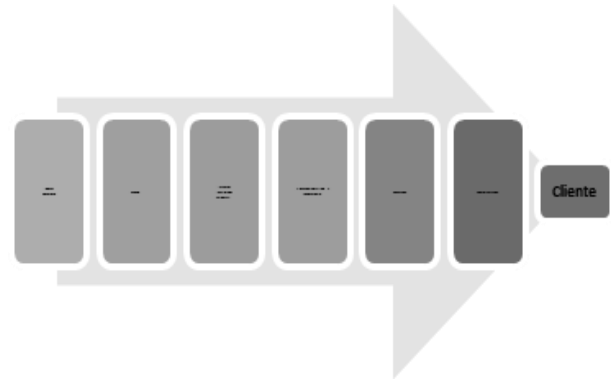


Figura 3: Sistema Productivo - Sector de la Construcción

Al estudiar y analizar a profundidad el sistema productivo, se evidencia que los arquitectos e ingenieros de obra, pueden desempeñar diferentes roles en cada una de las etapas del sistema y según las actividades reservadas de acuerdo a la legislación de nuestro país. En esta descripción del sistema productivo, aparecen elementos (no incluidos en las estadísticas de este sector) y no tradicionalmente ligados al ejercicio de la arquitectura como comercialización, sistemas de información o financiación.

Idea Vs Necesidad: En esta etapa inicial del sistema, desde que nace la idea; debe concebirse esta, con calidad, de lo contrario comienza la falla en el proceso. Idear con calidad, es ir plasmando buenos resultados para el proceso siguiente, es dejar por sentado desde la idea, qué se quiere, cómo se quiere y que resultado se espera. Es pensar e idear en grande en términos de calidad.

Quando la necesidad se presenta, esta deberá ser satisfecha con perfección, y es lo que debe irse plasmando para cada una de las etapas del sistema productivo, si se quiere que el resultado final sea el esperado.

Diseño: El diseño de una herramienta que permita llevar a cabo el control de calidad de los materiales, de aplicación en la construcción de edificaciones a los materiales históricos de construcción, requiere contemplar diversos parámetros de distintas áreas del conocimiento.

El diseño dentro de la cadena de valor, es la de mayor impacto e influencia de cara a la competitividad del sector de la construcción. Esta, se destaca por estar conformada por Arquitectos e Ingenieros.

Este grupo de Arquitectos e Ingenieros tiene la responsabilidad de explorar y evaluar varias opciones o alternativas, y tomar las decisiones que permitan la viabilidad del proyecto; aplicando sistemas operativos, constructivos con entorno ambiental y socio-económico, en el que deben estar contemplados los materiales.

Insumos (Materiales – Sistema): El desarrollo de una metodología específica para el control de calidad y el aseguramiento metrológico de los materiales tradicionales para la construcción de edificaciones, conlleva la aplicación inmediata del conocimiento teórico sobre estos materiales (caracterización petrológica, análisis de su alterabilidad, procesos de deterioro

generadores de daños, etc.) definidos en los estudios previos. A partir de estos trabajos, en el contexto del estudio de calidad de proyecto, se diseñan las labores de control optimizadas para el rendimiento de la obra.

La ingeniería de calidad versus el impulso de la ingeniería de procesos, fundamentan su reto en la forma de cómo llevar los procesos al campo mediante la comprensión matemática exacta a través de su modelamiento con el objetivo de reducir la variabilidad. Es así, como la necesidad actual es la investigación en términos de la identificación de parámetros a un muy alto nivel de precisión y desarrollo de metodologías específicas que permitan determinar no solo características técnicas de los materiales, sino además, las características metrologías ideales, que aseguren la calidad del proyecto.

Ejecución, Desarrollo y Equipamiento: En esta etapa del proceso, se debe tener la capacidad para la planificación, el control y el seguimiento de la obra de construcción, agregando la constante de formación y entrenamiento del personal (mano de obra), con miras a asegurar la cadena de valor y resolver posibles conflictos. El aseguramiento de la calidad en el diseño, la capacitación de la mano de obra, la calidad de los materiales e insumos, el aseguramiento de los equipos; son factores identificados y que afectan la calidad de la construcción.

Habilitación: La Calidad se define como la satisfacción del cliente respecto al resultado o servicio que le brinda determinado producto. En la construcción, las expectativas están basadas en los documentos técnicos como: planos de construcción, diseños, especificaciones técnicas y contrato.

Durante estos últimos años, el sector de la construcción ha experimentado, un creciente interés por la calidad, debido a que los clientes y usuarios son cada vez más exigentes y reclaman mayor calidad en un producto (obra) y ésta, está ligada hacia la mejora de la eficiencia de las inversiones en la construcción, sean estas provenientes de los recursos públicos o privadas.

El proceso de medición, reviste hoy en día, una importancia significativa en una sociedad moderna y que avanza a pasos agigantados en materia de desarrollo tecnológico, que hacen, que la medición con precisión y exactitud; sea un requisito esencial para alcanzar mejores niveles de competitividad a nivel mundial.

Comercialización: La competencia en los mercados mundiales y su creciente proceso de globalización de las economías, han permitido a muchos países implementar regulaciones, reglamentaciones y especificaciones técnicas; como modelos de aplicación de sistemas de calidad, buscando asegurar garantías de calidad en cuanto al consumo, efectividad, inocuidad y respaldo de los productos y además los controles necesarios en la comercialización de los mismo.

Cliente: Las implicaciones para la industria y empresas en el país del ingreso de productos y productores con mayor productividad y competitividad, hace que sea necesario replantear estrategias empresariales que les permitan a los empresarios del país, estar preparados y contar con los recursos necesarios (infraestructura, personal y procesos) para incrementar sus niveles de productividad y competitividad.

La calidad, como elemento de productividad y competitividad de un País, entendida como garantía de satisfacción de necesidades de los clientes, es una forma de concretar los requisitos y control

o regulación de las especificaciones o estándares nacionales e internacionales. Dado lo anterior, es necesaria una estructura dinámica en el País, partiendo desde el nivel más alto del estado, que ejerce el liderazgo, fomenta en la sociedad la cultura de calidad y promueve las políticas que ayuden a difundirla. Lo anterior, se establece a través de normas técnicas o reglamentos técnicos y las especificaciones de las propiedades o características, se establecen con base a parámetros que se pueden medir con exactitud y precisión. Al evaluar las características, las pruebas demuestran que los productos (servicios) alcanzan o superan aquéllas definidas en las normas, lo que se establece, a través de la evaluación de la conformidad, que incluye; inspección, certificación, ensayo, acreditación, autorización, aprobación y distribución. [8].

Competitividad en el Sector de la Construcción

La competitividad está asociada a “la capacidad de una organización pública o privada, lucrativa o no, de mantener sistemáticamente ventajas competitivas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico”. (Universidad de Palermo - Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2002). [5]

La competitividad, es un término conocido por cualquier sector socio-económico, ya sea el industrial o el político. Esta reviste importancia en la forma como se planea y desarrolla cualquier negocio, lo que repercute en la evolución del modelo de negocio y empresario.

3. CONCLUSIONES

En Colombia, se ha venido estructurando un Sistema Nacional de Calidad que busca que los productos y servicios adquiridos por los consumidores cumplan con las condiciones mínimas de inocuidad y seguridad y que garanticen el bienestar y satisfacción. El SNCC promueve la seguridad y la calidad de los bienes y servicios nacionales o importados, generando la confianza en las transacciones comerciales, promoviendo la productividad y la competitividad de los sectores productivos del país y protegiendo los intereses de los consumidores.

De acuerdo con el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia - ONAC (2010), el SNCC cuenta con una Infraestructura de la Calidad y es el Subsistema Nacional de Calidad (SNCA) el organismo que agrupa las instituciones públicas y privada de normas, procedimientos e instrumentos legales y técnicos con los que el Estado busca incrementar la competitividad, facilitar el comercio, ofrecer al consumidor garantías e información, proteger la vida, la salud y el medio ambiente, y promover el mayor desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Dado lo anterior, el ONAC (2010) define que hay dos campos de acción del SNCA que van enfocados: 1) Seguridad y protección de los consumidores, con respecto a las condiciones de materiales, producto, procedimientos que constituyan un riesgo para la seguridad y protección de la vida, la salud humana, animal y vegetal. 2) Productividad y Competitividad del País, referente a los estándares de calidad y de eficiencia del aparato productivo.

La organización del SNCA, se basa en una Infraestructura de la Calidad, donde el Estado Colombiano tiene el papel de “La

configuración del marco nacional de condiciones para la economía y la sociedad es una tarea legislativa importante (governabilidad). Es función del Estado regular las cuestiones relacionadas con el sistema de medición vigente, con las disposiciones y normas sobre aspectos ambientales, de la salud y la seguridad así como con las responsabilidades de las organizaciones estatales y privadas”. (Organismo Nacional de Acreditación de Colombia - ONAC, 2010) [6].

Sobre el funcionamiento articulado de los distintos componentes de la infraestructura nacional de la calidad, se señala que la “infraestructura de la calidad se basa en una serie de componentes que están estrechamente relacionados y que forman una red cuyo orden lógico está basado en una jerarquía técnica. Esta red nacional debe orientarse por los requisitos internacionales. Sólo si se cumple con estos requisitos es posible lograr un eficiente comercio de productos e intercambio de servicios a nivel mundial”.

4. REFERENCIAS

- [1] Atehortúa, F., Bastamente, R., & Valencia, J. (2013). Sistema de Gestión Integral. Medellín: Gestión y Conocimiento S.A.S.
- [2] ICONTEC. (2003). La Metrología y los Costos de la Calidad. NORMAS & CALIDAD, 5-14.
- [3] Restrepo, J. (2011). METROLOGÍA TOMO I. Medellín: Fondo Editorial ITM.
- [4] Congreso de la Republica. (16 de julio de 2007). Ley 1150. Ley 1150. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Congreso de la Republica.
- [5] Universidad de Palermo - Facultad de Arquitectura y Urbanismo. (2002). La calidad en la Industria de la Construcción. Londres: Universidad de Palermo.
- [6] Organismo Nacional de Acreditación de Colombia ONAC. (2010). Sistema Nacional de Calidad. Bogotá: ONAC.
- [7] Federico, A.H.; Ramón, B. V.; Jorge, V. Sistema de Gestión Integral, Medellín: Imprenta universidad de Antioquia, 2013.
- [8] Perdomo, A. (2003). La Metrología y los costos de la Calidad, Normas & Calidad, 2003. pp. 5-14.
- [9] Marín, Y. (2012). La Fábula de las Hormigas. Medellín: Fondo Editorial Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- [10] Restrepo, J. (2011). METROLOGÍA TOMO II. Medellín: Fondo Editorial ITM.
- [11] Figura 2. Quien responde por daños de edificaciones. http://www.caracol.com.co/audio_programas/archivo_de_audio/quien-responde-por-danos-producidos-como-el-del-edificio-space/20131112/oir/2013777.aspx

Currículo corto de los autores

- LV. Magister en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín Colombia. Especialista en Sismo Resistencia de la Universidad EAFIT, Medellín Colombia. Especialista en Docencia Universitaria de la UIS, Bucaramanga Colombia. Ingeniera Civil de la Universidad de Medellín, Medellín Colombia.
- YM. Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales, Manizales Colombia. Especialista en Alta Gerencia con Énfasis en Calidad de la Universidad de Antioquia, Medellín Colombia. Ingeniera Industrial de la Universidad Autónoma Latinoamericana, Medellín Colombia.
- JR. Magister en Gestión Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín Colombia. Especialista en Gerencia del Talento Humano de la Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín Colombia. Administrador de Empresas del CEIPA, Medellín Colombia.