

Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Process improvement in quality control for the design of waterproofing systems in buildings.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz
Ingeniera Civil

Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Facultad de ingenierías. Departamento de Construcciones. Matanzas. Cuba

MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez
Ingeniero Civil

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería. EMPAI. Matanzas. Cuba
Profesor Titular de la Carrera de Ingeniería Civil de la UMCC. Cuba
Teléfono: 291802 ext. 209 Email: jjose-cruz@empai.co.cu

Ing. Agustín Alfonso Posada
Ingeniero Civil

Profesor Auxiliar de la Carrera de Ingeniería Civil de la UMCC. Cuba
Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Facultad de ingenierías. Departamento de Construcciones. Matanzas. Cuba

Recibido: 14-03-13

Aceptado: 29-04-13

Resumen:

La obtención de un eficiente sistema de gestión de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización garantiza un mejor confort en las instalaciones de las edificaciones, tanto para los usuarios como para sus propietarios, así como la seguridad de los mismos con mayor eficacia a lo largo de su vida útil. El presente trabajo se realiza con el objetivo de llevar a cabo un estudio y análisis del proceso de diseño de Arquitectura empleado en la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas (EMPAI). Para ello se aplicaron métodos del nivel empírico y matemáticos estadísticos. Se aplicó una entrevista individual a especialistas relacionados con la actividad de impermeabilización. Se utilizaron también la observación, encuesta, así como el análisis de las investigaciones previas. Los resultados obtenidos aportaron información muy útil para la elaboración de la propuesta metodológica de un flujograma específico el cual permite obtener un mayor nivel de control en el proceso de diseño de los sistemas en cuestión. La propuesta abarca todos los programas de construcción de viviendas, así como obras sociales e industriales, las cuales han sufrido afectaciones considerables durante los últimos años. Las mismas están dadas en las cubiertas, zonas húmedas y cimentaciones. Ellas han dado origen, por su estado de deterioro, a problemas en el uso de toda o una parte de la edificación, así como en algunos de sus elementos componentes. Debe destacarse que un buen sistema de gestión de la calidad debe tener en cuenta la planificación, control y mejora continua de la misma.

Palabras clave: Mejoras, Control de calidad, Impermeabilización, Diseño urbano

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Abstract:

Obtaining an efficient system of quality management for the design of waterproofing systems ensures better comfort in the facilities of buildings for both users and owners, as well as their safety more effectively throughout its useful life. This work was done in order to conduct a study and analysis of the architecture design process used in the Enterprise of Architecture and Engineering in Matanzas (EMPAI). For doing it were applied empirical and mathematical statistics methods. An interview was applied to individual specialists engaged in the activity of waterproofing. Also were used observation, survey and analysis of previous research. The results provided useful information for the development of the methodological proposal of a specific flow chart which allows a greater level of control in the design process of the systems in question. The proposal covers all home construction programs and social and industrial construction, which have suffered significant affectations in recent years. The damaged areas are located in the covers, wetlands and foundations. They have led, by its state of disrepair, to problems in the use of all or part of the building, as well as some of its components. It should be noted that a good system of quality management must take account of planning, control and continuous improvement of it.

Keywords: Improvement, Quality Control, Waterproofing, Urban Design

Introducción:

En la rama de la construcción existe un concepto de obra que es inevitable y que en el cien por ciento de las construcciones nuevas se debe utilizar, la impermeabilización. El hombre desde sus inicios ha trabajado en la búsqueda de soluciones para proteger las edificaciones, con el objetivo de garantizar su vida útil y conservar las antiguas construcciones, que con el transcurso de los años han sufrido deterioros.

Antiguamente la forma de impermeabilizar las cubiertas de las construcciones no contemplaba ningún tipo de material industrializado y se tenía que utilizar material natural tomado del lugar; aspectos que debe tomarse en cuenta para elegir el material adecuado y obtener resultados ideales. En las construcciones modernas se han adicionado otros componentes como son, las áreas húmedas, depósitos de agua y los cimientos que constituyen elementos vulnerables a las filtraciones y al fenómeno de la capilaridad. Esto ha llevado a cabo a que se desarrollen amplios estudios e investigaciones referentes a la impermeabilización, pues esta actividad es esencial para la protección de toda clase de edificación en cuanto a la acción del tiempo y del intemperismo.

Para el personal que participa (inversionista, proyectista, constructores, suministradores) en todo el proyecto, la actividad de impermeabilización conlleva un análisis profundo y detallado en todas las etapas de diseño y ejecución, según las características del entorno donde está ubicada la futura obra, sistema constructivo y las características de los diferentes elementos que requieren una adecuada

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

impermeabilización. Por lo antes expuesto, constituye la forma eficaz de garantizar que el sistema de impermeabilización funcione correctamente.

Otra actividad que adolecen nuestros diseños es que no se contemplan las labores de mantenimiento al sistema de impermeabilización ejecutado, ya que debe ser objeto de estudio desde la concepción de la obra, para asegurar que a partir que se efectúe la primera actividad en la construcción, esté presente como trabajo periódico, desempeñando su objetivo básico de conservar las propiedades y capacidades funcionales que se ven afectadas por la acción del uso, la polución, agentes atmosféricos o su combinación, tratando de lograr la durabilidad de los elementos componentes.

Estos trabajos de mantenimiento influyen en gran medida en el ahorro de recursos, pues si se realizan de forma sistemática y planificada se puede lograr eliminar a tiempo, cualquier anomalía que se presente durante la explotación de la edificación, impidiendo de esta forma la acumulación de deterioros y con ello la disminución del costo de la inversión, garantizando así el funcionamiento ininterrumpido con una mayor eficiencia y seguridad.

A partir de estudios realizados, surgió la necesidad de implantar diseños en los sistemas de impermeabilización de las edificaciones, procedimientos que condujeran a mejorar la calidad de los servicios eficientemente con el objetivo de crear un sistema de gestión para su control, ya que en las mismas se presentaban afectaciones en sus diferentes elementos arquitectónicos y/o estructurales.

En Cuba y en el mundo se establecen procedimientos aplicables en los sistemas de gestión de la calidad para todas las acciones constructivas en cada una de las especialidades que intervienen, dígase arquitectura, estructura, mecánica, etc. Sin embargo, la impermeabilización no se controla como un elemento independiente dentro del proyecto, sino que se incluye dentro de las especialidades anteriormente mencionadas. La autora considera que el control del proceso de gestión de la calidad debe llevarse a cabo teniendo en cuenta las soluciones dadas en las etapas del proyecto para el diseño de impermeabilización permitiendo así que satisfaga todos los requerimientos que garanticen el funcionamiento y durabilidad de la edificación en su conjunto.

Se considera que la novedad del tema en el presente trabajo radica, en la situación crítica que presenta la impermeabilización de edificaciones en los diferentes elementos que conlleva el desarrollo de esta actividad, teniendo gran incidencia el diseño, ya que mejorando el sistema de gestión de la calidad se puede lograr mayor eficacia en el control del mismo en las empresas de diseño.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

El trabajo encierra valor desde el punto de vista práctico, ya que mediante la mejora de un sistema de gestión de la calidad para las edificaciones en la etapa del diseño se puede obtener mejores resultados en la ejecución de las impermeabilizaciones.

Desde el punto de vista social garantizará un mejor confort en las instalaciones de las edificaciones para los usuarios o propietarios y la seguridad de los mismos con mayor eficiencia a lo largo de su vida útil.

El valor económico está determinado por la optimización del capital humano, el tiempo y los recursos materiales que serán utilizados, ya que si el diseño no tiene la calidad requerida esto influirá en la realización de una correcta impermeabilización.

Encierra valor metodológico al mejorar el sistema de gestión de la calidad en el diseño de impermeabilización de edificaciones con el objetivo de brindarles a los proyectistas herramientas de autocontrol para obtener resultados más eficientes.

Para cumplimentar los objetivos establecidos se llevará a cabo las siguientes **tareas principales**:

- 1- Revisión y análisis de la bibliografía científica que contengan los aspectos relacionados con las temáticas a realizar.
- 2- Estudio, análisis y aplicación de métodos y herramientas para desarrollar el diagnóstico.
- 3- Mejora en el proceso de diseño en el control de la calidad para los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.
- 4- Aplicar la mejora del proceso de gestión de la calidad en la empresa de diseño EMPAI para en un tiempo determinado validar los resultados obtenidos.

Los métodos de investigación utilizados en el desarrollo del trabajo serán determinados por el objetivo general y las tareas de investigación conocidas. A partir de ello se empleará el método teórico de la información recogida ya sea impresa como en formato digital, y el procesamiento de los fundamentos científicos y de las distintas apreciaciones de los autores a consultar. Se emplea además el método de inducción – deducción, el cual se manifiesta durante el desarrollo del trabajo investigativo.

Se harán usos de métodos del nivel empírico experimental y matemáticos estadísticos donde se destacan la entrevista individual, la observación, la encuesta y las investigaciones precedentes. Determinada

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

significación tendrán el uso de las técnicas de diagnóstico, el análisis de los factores externos e internos a la gestión de la calidad y el desarrollo del ejercicio de planificación estratégica.

Desarrollo:

La construcción del marco teórico-referencial de la presente investigación, es el resultado de un proceso de análisis sobre el sistema de gestión de la calidad para lograr mayor eficacia y control en el proceso de diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones. Además se expondrán distintos criterios de autores especializados en el tema de impermeabilización, así como también de mejora, procesos y de gestión de la calidad.

El tema de la impermeabilización, surge como una necesidad a finales del siglo XIX, pudiendo plantear que aún se mantiene en la actualidad; internacionalmente se están ejecutando diversos trabajos en todo el mundo con un creciente interés por parte de los gobiernos, empresas, instituciones, etc. para proteger y conservar las cubiertas, áreas húmedas, las cimentaciones y muros exteriores sin desechar aspectos tan imprescindibles como la valoración económica, que es fundamental, al determinar el nivel de intervención, y lo referido a la sustentabilidad, aspectos estos últimos, que se mantuvieron por mucho tiempo alejados de las intervenciones constructivas. Por lo que también es muy importante lograr un eficaz proceso de un eficiente sistema de gestión de la calidad en las impermeabilizaciones para prolongar la vida útil de las edificaciones y así ayudar a las organizaciones a cumplir con los requisitos de sus clientes en cuanto al producto y a la prestación del servicio que se ofrecerá y así generar en ellos satisfacción.

Gestión de la Calidad. Generalidades.

La Gestión de la Calidad ha ido evolucionando a lo largo de la vida del hombre En las organizaciones de hoy día oímos mencionar constantemente las frases: "Nuestro Sistema de Gestión de la Calidad", sin tener muchas veces, la más mínima idea de lo que esto significa, su concepto y los beneficios que puede traer a una organización cuando este se implementa con compromiso y liderazgo.

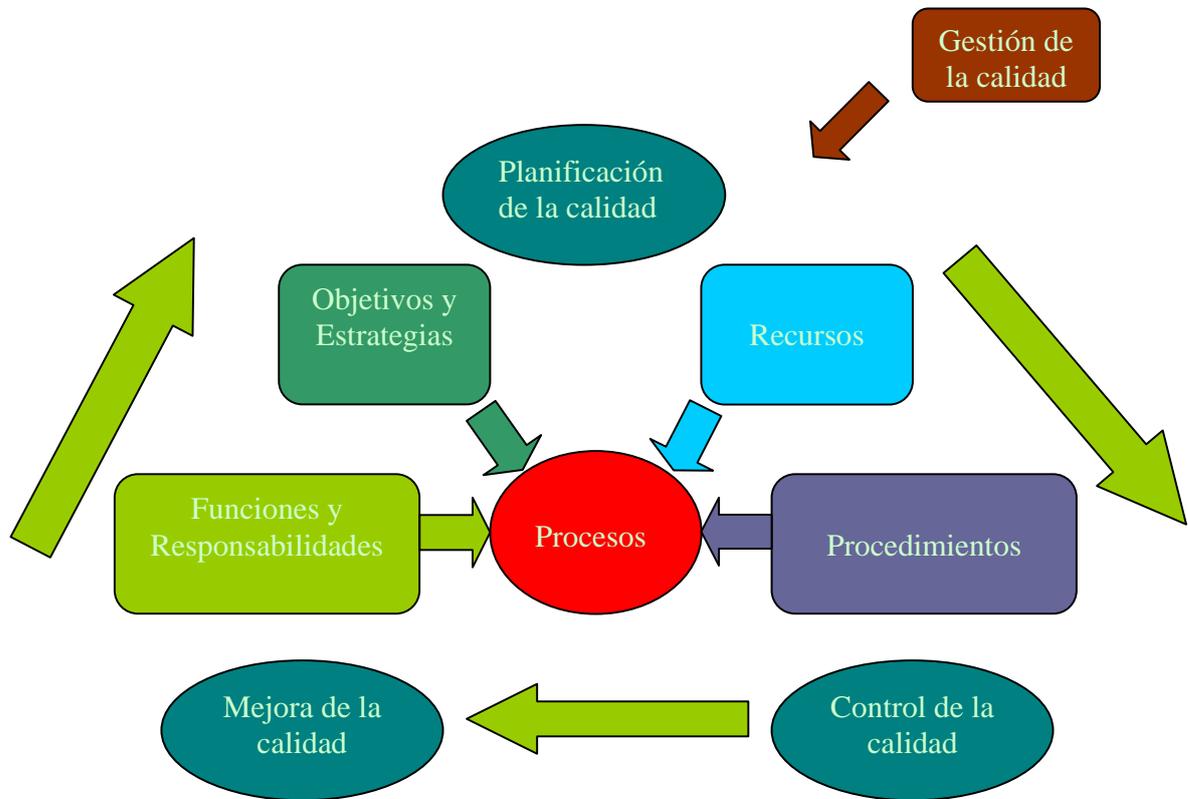


Figura 1.1 Estructuración de la gestión de la calidad.

Conceptos y definiciones.

Según la NC ISO 9000:2005 la gestión de la calidad es la función general de la gestión que determina e implanta la política de calidad que incluye: la planeación estratégica, la asignación de recursos y otras acciones sistemáticas en el campo de la calidad, tales como la planeación de la calidad, desarrollo de actividades operacionales y de evaluación relativas a la calidad.

A partir del año 1950, y en repetidas oportunidades durante las dos décadas siguientes, Deming empleó el Ciclo PHVA (PDCA Cycle) como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. El Ciclo de PDCA es un ciclo infinito que consta de cuatro etapas, estas son: Planificar (*Plan*), Hacer (*Do*), Verificar (*Check*) y Actuar (*Action*), las mismas se aprecian en la figura 1.2 (Deming, 1982). Este sencillo método de trabajo es una herramienta clave para el desarrollo de los Sistemas de Gestión.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

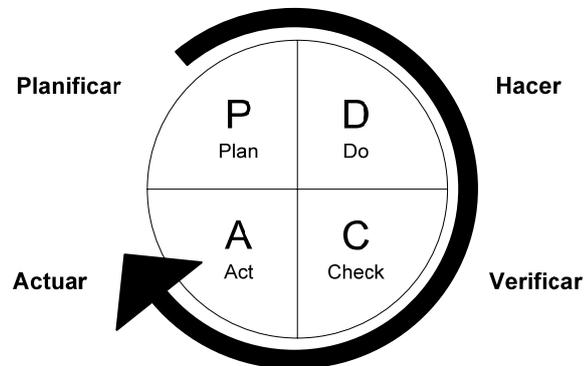


Figura 1.2 Ciclo Deming. Fuente: Elaboración propia tomado como base Deming, 1982.

Este sencillo método de trabajo es una herramienta clave para desarrollar la gestión de la Calidad, cada etapa de este ciclo se describe a continuación:

- **Planifique** para mejorar las operaciones, encontrando que cosas se están haciendo incorrectamente y determinando ideas para solventar esos problemas.
- **Haga** cambios diseñados para resolver los problemas primero en una escala pequeña o experimental. Esto minimiza el entorpecimiento de las actividades diarias mientras se prueban si los cambios funcionan o no.
- **Verifique** que los pequeños cambios están consiguiendo los resultados deseados.
- **Actúe** para implementar el cambio a gran escala si el experimento es exitoso. Actuar también involucra a otras personas (otros departamentos, proveedores o clientes) afectado por el cambio y cuya cooperación se necesita para implementar el cambio a gran escala.

La gestión de calidad es un proceso que supone integrar el concepto de calidad en todas las fases del proceso y a todos los departamentos que tienen alguna influencia en la calidad final del proceso y/o servicio prestado al cliente.

Es decir que abarca todas las actividades que determinan la política de la calidad, los objetivos y las responsabilidades, que se ponen en práctica por medios tales como la planificación, el control, el aseguramiento y el mejoramiento de la calidad en el marco de un sistema.

Mejoramiento Continuo de los procesos. Generalidades.

Diversos autores han definido el concepto de proceso como:

- Amozarrain (1999): Secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada para conseguir un resultado, y una salida que a su vez satisfaga los requerimientos del cliente.
- Medina León y Nogueira Rivera (2004): Secuencia ordenada de actividades repetitivas que se realizan en la organización por una persona, grupo o departamento, con la capacidad de transformar unas entradas (Inputs) en salidas o resultados programados (outputs) para un destinatario (dentro o fuera de la empresa que lo ha solicitado y que son los clientes de cada proceso) con un valor agregado.
- NC ISO 9000:2001: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultados de otros procesos. Los procesos de una organización son generalmente planificados y puestos en práctica bajo condiciones controladas para aportar valor.

Entonces se puede entender por proceso todas aquellas acciones relacionadas entre sí que se nutren de recursos (dinero, hombres, información, materiales, etc.) que son convertidos en un bien o servicio que satisfaga a los clientes tanto interno como externo.

Dos características esenciales de todo proceso son¹:

- Variabilidad del proceso.

Cada vez que se repite el proceso hay ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas que, a su vez, generan variabilidad en los resultados del mismo expresados a través de mediciones concretas. La variabilidad repercute en el destinatario del proceso, quien puede quedar más o menos satisfecho con lo que recibe del proceso.

- Repetitividad del proceso como clave para su mejora.

Los procesos se crean para producir un resultado y repetir ese resultado. Esta característica de repetitividad permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo.

Algunos términos relacionados con proceso según (Amozarrain, 1999):

Subprocesos: Son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.

Actividad: Es la suma de tareas, normalmente se agrupan en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de actividades da como resultado un subproceso o un proceso. Normalmente se desarrolla en un departamento o función.

Cuando se describe una organización como una red de procesos esto proporciona a la Alta Gerencia una herramienta útil de gestión, logrando de esta manera la mejora del Sistema de Gestión. Cuando hay

¹ <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/44/mejinnoproceso.htm>

crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo.

Mejora continua. Generalidades.

“Actualmente en Cuba, todo el sistema empresarial está en un proceso de perfeccionamiento del modelo de gestión por lo que establecer este como una filosofía de mejoramiento continuo es importante para dar respuesta a las exigencias del ambiente externo que rodea las organizaciones” (Michelena, 2005).

La mejora continua es una herramienta de incremento de la productividad que favorece un crecimiento estable y consistente en todos los segmentos de un proceso. Asegura la estabilización del proceso y la posibilidad de mejorar. La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

La NC ISO 9004:2009 proporciona un enfoque más amplio de la mejora sistemática y continua del sistema de gestión que la NC ISO 9001:2008. Esta norma aborda el tema del éxito sostenido en las organizaciones basándose en un incremento apropiado de mejoras, innovaciones o ambos. La misma promueve la autoevaluación como una herramienta importante para la revisión del nivel de madurez de la organización abarcando todos los procesos empresariales (para identificar áreas de fortalezas y debilidades) y oportunidades tanto para la mejora como para la innovación.

En la figura 1.3 se presenta el modelo ampliado de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos que incorpora los elementos de las normas ISO 9001:08 e ISO 9004:09.

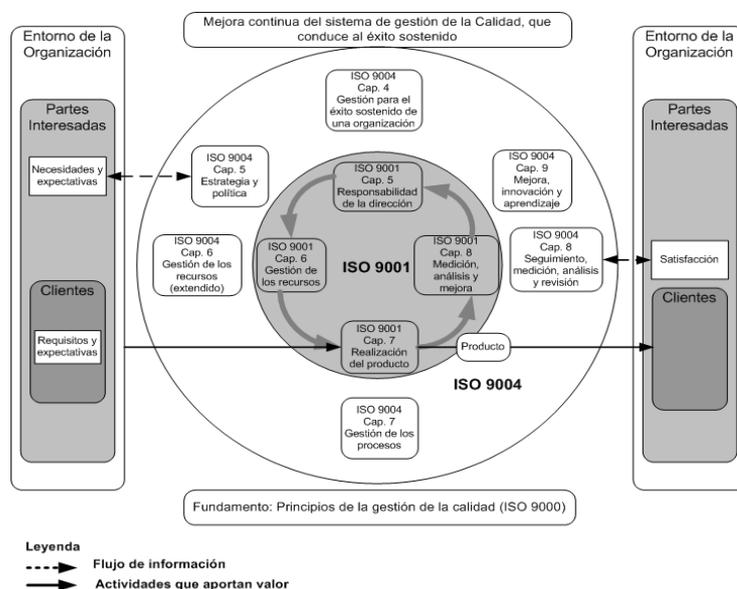


Figura 1.3 Modelo ampliado de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos. Fuente: NC ISO 9004:09

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Para llevar a cabo este proceso de Mejoramiento Continuo tanto en un proceso determinado como en toda la empresa, se debe tomar en consideración que dicho proceso debe ser: económico, es decir, debe requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; y acumulativo, que la mejora que se haga permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado².

Entonces se puede plantear que a través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado al cual pertenece la organización, por otra parte las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes (Mantilla SJ y col. 1996).

La autora opina que con el mejoramiento continuo toda organización logra una mayor productividad y calidad en el producto ofertado al cliente, al poder analizar los procesos existentes en la misma, detectando así los que necesitan mejorarse. Permite visualizar un horizonte más amplio, donde se buscará siempre la excelencia y la innovación que elevará la eficiencia y la eficacia de su gestión.

Sistemas de impermeabilización. Generalidades.

A partir de diferentes criterios por distintos autores, la autora define como:

Sistema de impermeabilización.

Es el conjunto de elementos que combinados entre sí, garantizan que no se produzcan filtraciones y humedades en las edificaciones.

Cubierta.

Es el elemento o conjuntos de elementos que constituyen el cerramiento superior de una edificación, comprendido entre la superficie inferior del último piso y el acabado con el exterior.

Áreas húmedas.

Es la zona que conlleva suministros y evacuación de agua.

Polución.

Proceso que se produce por la emanación de los gases industriales contaminando la atmósfera, dejando en ella importantes agentes depositándose sobre las superficies de la edificación.

² www.monografias.com, 2005. "El mejoramiento continuo, principales enfoques y tendencias".

Antecedentes históricos.

Hablar de la cubierta es hablar de la historia del hombre, ya que la cubierta, aunque no era como tal, es quizás el primer elemento componente que utiliza o se ve obligado a utilizar. En sus inicios era sólo cobija o cobertura. No existía la posibilidad de separar la cubierta de la impermeabilización. Utilizaban las ramas de los árboles de diferentes formas para protegerse del sol, la lluvia, el frío, etc., eran en extremo rudimentarias, pero eran las primeras cubiertas.

En las civilizaciones Persa, Asiria y posteriormente la Griega, surge un concepto más acabado de la cubierta y en sus construcciones se pueden apreciar casi los mismos elementos que integran el concepto actual, salvando la gran diferencia que existe y no otra cosa que la posibilidad de separar realmente la cubierta (estructura – armazón) y su protección (impermeabilizante).

Los griegos estudiaron factores muy importantes de la cubierta como son las pendientes y la evacuación de las aguas o drenajes. Con el Imperio Romano se utilizaron nuevos materiales que permitieron una mayor terminación en la cubierta al poder sellar las juntas entre las piezas que formaban la misma, logrando una mayor estanqueidad;

Con el Imperio Romano termina la Edad Antigua y comienza la Media. En este período cobra un gran auge el uso de materiales cerámicos, fundamentalmente la teja para la protección de las cubiertas.

Los techos de las antiguas haciendas, iglesias, conventos, casonas, etc., utilizaban el sistema de terrados que consistía en un entepiso formado por viguería de madera, loseta de barro tipo cuarterón hecho a mano y una capa de tierra limpia compactada que lograba un peralte aproximado de 40 a 80 cm. dependiendo del área de cada techo, finalmente se aplicaba una capa de ladrillo rojo recocido hecho a mano en forma de petatillo y finalmente se aplicaba una solución de alumbre que permitía lograr una superficie impermeable.

Es importante señalar que este sistema de protección para las azoteas fue utilizado durante muchos años, más de 300 para ser precisos y que gracias a la revolución industrial y con el descubrimiento del petróleo se empezaron a inventar materiales hechos a base de petróleo y que fueron revolucionando en el mercado.



Figura 1.4 Muestras de teja asfáltica. Fuente: www.ciam.ucol.mx.

Hasta ese momento se trataba de protección de la cubierta con piezas y no integralmente. A finales del siglo XIX se descubre un material que va a revolucionar totalmente el concepto de cubierta y su protección: el hormigón armado.

Pese a continuarse empleando las tejas y losas de barro, éstas técnicas entran en contradicción con el desarrollo vertiginoso de la construcción y la productividad, por lo que fue preciso comenzar a utilizarse otros materiales para la impermeabilización: láminas o impermeabilización multicapa fieltro – asfalto (built-up roofing), produciéndose en la década del cuarenta del siglo XX, procedente de los Estados Unidos, donde se empleaba anteriormente.

En la segunda mitad del Siglo XX se comenzaron a utilizar otros materiales para esta actividad, surgiendo en los últimos 15 – 20 años del Siglo XX, un nuevo tipo de impermeabilización: las láminas monocapas.

Con la llegada de la industria petrolera en los años 20 y el descubrimiento de nuevos materiales petrolizados se utiliza una mezcla de petróleo crudo y amoníaco mejor conocido como chapopote, el cual empezó a ser utilizado como capa protectora sobre los nuevos techos de hormigón armado debido a lo liso de la superficie y la posibilidad de generar una capa de hule que al enfriarse se convierte en un hule flexible.

Durante mucho tiempo el chapopote fue utilizado de forma directa tanto en azoteas como en cimentaciones hasta que aparece en el mercado la lámina de cartón asfáltico, es decir una lámina de cartón muy grueso bañada con chapopote que hacía la función de una membrana protectora e impermeable antes del enladrillado tradicional.

Sin embargo con el tiempo los constructores descubrieron que esta lámina después de cierto tiempo se deterioraba, lo cual provocaba que se levantara el enladrillado cada vez que aparecía una gotera o humedad, provocando con ello que la reparación se convirtiera en una verdadera obra de construcción sobre la azotea del inmueble.

Por los años sesenta y gracias a la investigación que realizó la NASA en la carrera espacial se descubren un sin número de materiales nuevos que van a forzar la transformación de la industria del plástico, logrando con ello el descubrimiento de la fibra de vidrio, material reciclado que permite aplicaciones en diferentes campos y especialmente en el área de los impermeabilizantes, obteniendo una malla o tela de fibra de vidrio muy fina y de pequeño espesor, que logró ser el principio de los impermeabilizantes de membrana prefabricada, mejor llamada como, membrana de refuerzo de fibra de vidrio.

Este sistema de impermeabilización logra un éxito rotundo en los años setenta y ochenta eliminando prácticamente la utilización del famoso chapopote y cartón asfáltico, sin embargo y debido al crecimiento de las ciudades, la contaminación ambiental y la lluvia ácida, se descubre que el sistema de membrana con malla de refuerzo se intemperizaba muy rápido obligando al cliente a renovar esta membrana en promedio cada 3 años, lo que en cuestión de costos no lograba satisfacer la inversión realizada, además de las consabidas molestias al tener que retirar el material viejo.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Posteriormente la industria petroquímica continuó investigando nuevos materiales y logra obtener membranas prefabricadas modificando el petróleo crudo y adicionándole fibras de vidrio y de poliéster a las capas logrando materiales que aplicados con calor permiten vulcanizar las placas logrando una superficie perfectamente sellada y obteniendo una mayor resistencia a la lluvia ácida y la intemperización de los materiales, así como un espesor más importante, lo que proporcionó una mayor elongación en los cambios de temperatura del material.



Figura 1.5 Mantos prefabricados. Fuente: www.ciam.uco.mx

En esta última década, el desarrollo e investigación de nuevos materiales está permitiendo lograr un avance significativo por lo que actualmente existe una membrana de refuerzo de caucho que logra una mayor resistencia a la lluvia ácida y una mayor elongación en los cambios bruscos de temperatura logrando un recubrimiento liso y uniforme.

Otro sistema similar al del caucho es el sistema monocapa de PVC formado por clorhidro de polivinil (PVC) poliéster reforzado con resistencia a los rayos ultravioletas.

Estas membranas se utilizan de manera opcional cuando el sistema de caucho no cumple con las exigencias del cliente o se busca un impermeabilizante más seguro.

Es ideal para cubiertas industriales de superficies extensas, ya que por el costo de inversión y operación no pueden desmantelarse, o por que resuelven un problema de altas temperaturas en su interior. De fácil instalación, puede colocarse en frío o en caliente, de acuerdo con las condiciones del sitio.

Según los avances en las investigaciones, aún falta mucho por desarrollar en el área de los impermeabilizantes, aunque se espera que en pocos años nuevos materiales propiciarán mejores resultados en el sellado de las superficies y en la protección de las azoteas, porque hasta el momento los sistemas de monocapa y los de prefabricados solucionan los problemas como máximo hasta por 15 años.

Por todos es conocida la importancia que tiene una correcta impermeabilización de las cubiertas tanto para brindar un mayor confort y seguridad del usuario, como para lograr alargar la vida útil de las mismas, todo lo cual repercute en un considerable ahorro de recursos para la economía.

Para muchos son conocidos los innumerables problemas de filtraciones y humedades que presentan nuestras edificaciones motivadas en muchos casos por dificultades provenientes de las cubiertas de los edificios.

En muchas ocasiones la causa fundamental de la aparición de estas lesiones en los edificios es la falta de mantenimiento que a lo largo de la vida de la edificación ha afectado a la misma, y en otros casos, los errores que desde su concepción o ejecución condenaron a la cubierta a ser afectada en el futuro por este tipo de patología.

Cuando se comienza a incluir las instalaciones hidráulicas y sanitarias dentro de la edificación y no se protegían contra posibles fugas esto afectaban las zonas donde estaban instaladas, cuestión esta, que conlleva a dar una solución que garantizara el correcto funcionamiento en los distintos elementos o componentes de esta zona, las cuales se denominan de forma general áreas húmedas. Adicionalmente a esto muchas edificaciones han tenido fallos estructurales o de índole estética, al producirse el fenómeno de la capilaridad, que no es más que el ascenso del agua contenida en el suelo la cual afecta grandemente las cimentaciones y los muros exteriores que apoyan sobre estas.

Necesidad de la impermeabilización.

Desde tiempos muy remotos que pudiéramos enmarcarlos en la época en que el hombre levantó paredes y sobre ellas colocó un techo para protegerse de la lluvia y la nieve, se estableció la necesidad de la impermeabilización.

El inicio de la impermeabilización data desde que el hombre comenzó a utilizar los materiales más cercanos a su medio: las ramas de los árboles, la madera, la piedra, la arcilla, el barro, etc. Además de la posibilidad de obtener los materiales, en su determinación de ir progresivamente desechando los primitivos e ir localizando o llegar a producir otros, la experiencia de no lograr fácilmente la estanqueidad deseada, debió haber influido extraordinariamente en el hombre para la búsqueda de soluciones que evitasen lo que aún hoy subsiste en algunas construcciones y que definimos como *filtraciones*.

Para evitar el paso de las aguas al interior de su morada, el hombre, en el transcurso de los siglos, ha logrado soluciones disímiles.

El hombre buscó y logró así materiales más ligeros y métodos constructivos menos trabajosos, pero tanto unos como otros más técnicos y complejos.

En el ámbito nacional la rama de árbol, presente en nuestros pintorescos bohíos, dio paso a la losa de barro catalana, y paralelamente a ella fue introduciéndose la teja criolla, que aún hoy expresa cubana en la arquitectura. Ya al inicio del presente siglo la introducción de cubiertas planas reclamó otras soluciones, y la rasilla de barro sustituyó en gran medida a las antes señaladas. Se inició, influida por

factores integrales de la construcción, la búsqueda de soluciones a base de materiales flexibles y ligeros no tan sólo para la protección de la cubierta, sino también para las edificaciones en su conjunto. Aparecieron entonces los medios o sistemas de impermeabilización a base de productos asfálticos.

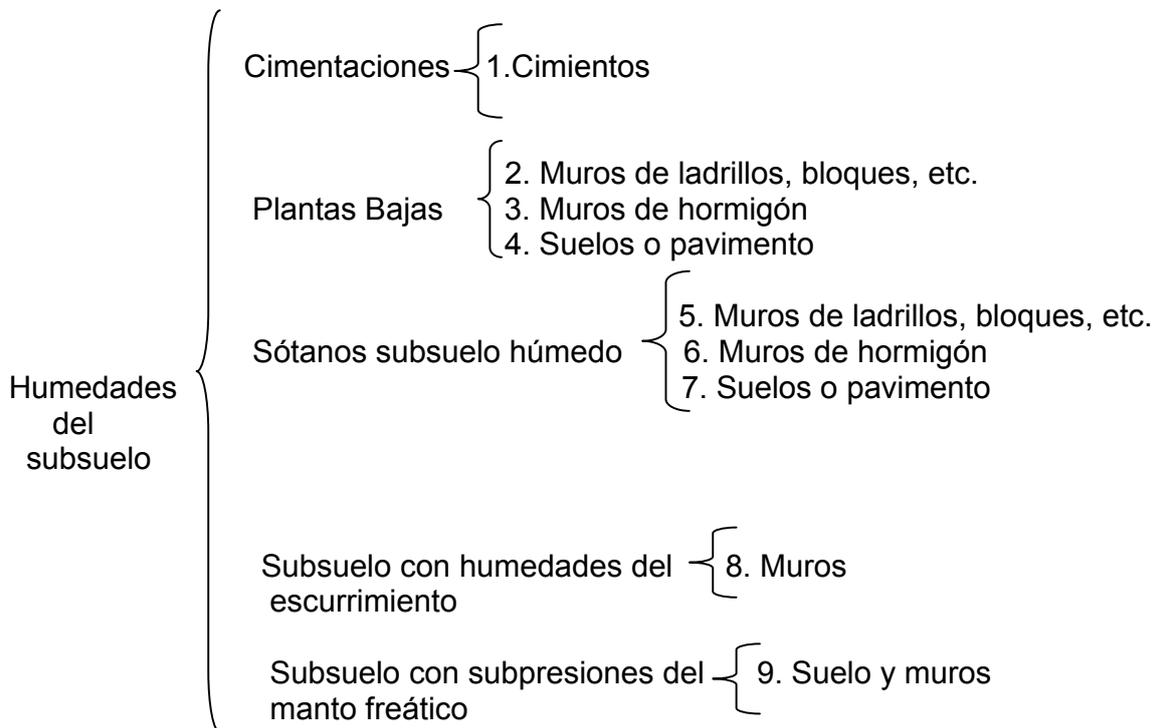
La impermeabilización está íntimamente ligada al conjunto de la edificación y forma parte integrante de ella. No podemos categorizar a la impermeabilización como una capa protectora y aislante (es decir, un paraguas), sino también como un medio que se integra en la edificación desde el estudio de su proyecto hasta su aplicación.

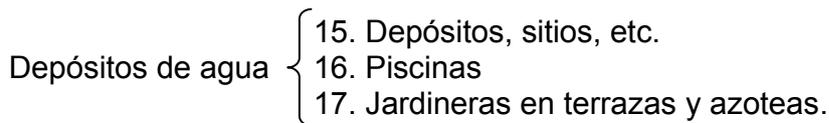
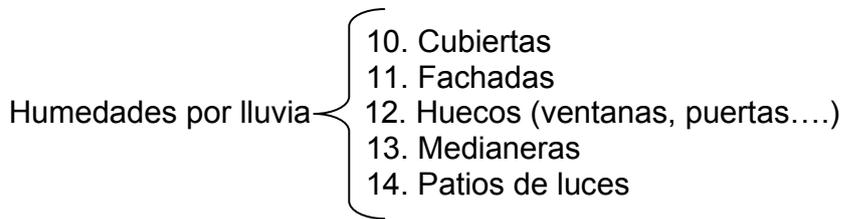
En todo tipo de edificio la impermeabilización es un medio protector contra la humedad, la lluvia, la penetración de agua y por consiguiente, un freno al envejecimiento y la corrosión de la estructura, a la destrucción de sus elementos soportantes, etc.

Debido a que es amplio el tema integral de la impermeabilización debemos poner el mayor interés en superar las deficiencias que gravitan mayoritariamente sobre nuestras edificaciones.

El cuadro que presentamos a continuación muestra los diversos aspectos en los que la impermeabilización se integra en la construcción de las edificaciones.

IMPERMEABILIZACIÓN DE EDIFICACIONES





Sistemas de impermeabilización.

Dentro de los sistemas se encuentran los *integrales*, que son aquellos en los que el efecto de impermeabilización se logra con el propio material del techo, como ocurre con las losas de hormigón con aditivos para estos fines, aunque es válido reconocer que si en las cubiertas de hormigón armado se tiene en cuenta un estricto control de calidad, o sea, que se diseñe y ejecute teniendo en cuenta una dosificación por resistencia y durabilidad con pendientes mayores a 3 %, cumplimentando la tecnología del hormigonado, es decir, correcta colocación, compactación, fratasado y curado, el hormigón por sí solo ha resultado en muchos casos una buena solución.

Un sistema probado en las condiciones de Cuba es el *enrajonado* y *soladura*, de gran tradición y uso. Otros sistemas se pueden observar en el, además de las muy conocidas pencas de guano utilizadas en las viviendas rurales.

Para las viviendas ejecutadas por medios propios, los materiales con mayores posibilidades de uso se encuentran dentro de los sistemas colocados, el *enrajonado*, la *soladura* y las *mantas asfálticas*, y dentro de los aplicados cuyas membranas se confeccionan en el lugar, el sistema impermeable cementoso D-10, y *los impermeabilizantes líquidos*, los que se tratarán, tanto para su nueva construcción, como en el mantenimiento o las reparaciones.

Todos estos productos impermeables para conformar un sistema de impermeabilización, es necesario complementarlos con accesorios y otros materiales, entre los que se encuentran: gorros protectores o rejillas para desagües, abrazaderas, vierteaguas, así como materiales selladores para juntas en los puntos singulares como:

1. Imprimantes: base resina o asfálticos como el Impremul e Impresol.
2. Masillas selladoras: base resina o asfálticas como el Asfaltile y Juntimper.
3. Morteros de albañilería, base resina o cementosos.

Ejecución de la impermeabilización.

Para cualquier sistema que se vaya a utilizar en cubierta nueva, reparación o como reimpermeabilización, es necesario tener en cuenta procedimientos generales en cuanto a protección e higiene del trabajo, que brinden seguridad al operario, así como la preparación y limpieza del elemento que recibirá el revestimiento o terminación y que serán indicadas en el proyecto.

La preparación es muy importante para garantizar la adherencia, tanto mecánica como química, la cual es la que definitivamente permite, entre otros, el adecuado funcionamiento del revestimiento y su durabilidad.

El sustrato sobre el cual se coloca el impermeable, debe ser uniforme, sin oquedades ni protuberancias, no puede ser degradable ni deformable y debe estar limpio, o sea, libre de polvo, musgo, aceites, pinturas degradadas, desencofrantes, eflorescencias, materiales sueltos o cualquier producto de incrustación que dificulte la adherencia del impermeabilizante.

Si las losas de cubierta son prefabricadas todas las juntas deben estar selladas de acuerdo con el sistema impermeable que se va a utilizar, en dependencia de si es un producto asfáltico o no, además, toda construcción sobre el elemento estructural debe estar concluida y los puntos singulares preparados de acuerdo con lo enunciado en el proyecto.

Los puntos singulares son las partes constituyentes de la cubierta, que requiere especial atención durante el diseño, la ejecución y la explotación para la adecuada conservación de la cubierta, por su manifiesta vulnerabilidad al defecto o deterioro y a la penetración de agua. Entre estos se encuentran: los puntos de desagües como, aleros, gárgolas, canales y bajantes pluviales; las juntas entre los diferentes elementos, como pretilpretil, losa-pretil, muros partidoreslosa, juntas de expansión estructural o de la soladura en el sistema, enrajonado y soladura en particular, bases para equipos, tanques de agua o instalaciones, muros salientes de la cubierta o vigas, tuberías pasantes sanitarias o hidráulicas, entre otros.

Si el sustrato presenta grietas, se deben reparar teniendo en cuenta el sistema con el que se va a impermeabilizar. Si el sustrato es muy liso y se van a colocar impermeabilizantes aplicados líquidos, se recomienda realizar un tratamiento mecánico mediante picado o cepillado, para obtener una mejor adherencia mecánica, así como colocar un imprimante del producto diluido para lograr la adherencia mecánica y química además de la compatibilidad con el sustrato del nuevo producto. Tampoco se deben presentar cantos vivos en el sustrato, en caso de tenerlos, se deben dejar romos o crear ochavas antes de ser impermeabilizados, sobre todo cuando van a recibir una manta asfáltica. En cubiertas que tengan irregularidades en su superficie, se aplicará un mortero de nivelación 1:8 cemento y tercio (1 parte de hidrato de cal y 3 de arena) de 20 mm de espesor. Se deben verificar las pendientes como mínimo de 3 % para obras nuevas, y en reparaciones donde el soporte estructural lo permita.

Tipos de sistemas de impermeabilización utilizados en Cuba.

1. Enrajonado y soladura.

Se define como enrajonado y soladura, al sistema de impermeabilización de cubiertas a partir de losas de cerámica roja encargadas de la resistencia superficial y terminación de la cubierta, asentadas con mortero sobre un conformador de pendiente llamado enrajonado.

Este sistema tiene una larga tradición de uso en las azoteas planas horizontales cubanas y ha demostrado por más de siglo y medio de utilización, que cuando este trabajo se realiza con las especificaciones de calidad en materiales y mano de obra de acuerdo con un buen diseño, el resultado obtenido es altamente satisfactorio, y se garantiza que dura más de 25 años con trabajos mínimos de mantenimiento.

Partes componentes y funcionamiento.

Enrajonado. Conformador de pendiente que, además, cumple otras funciones como aislante térmico, acústico e hidroacumulador. Se encuentra formado por: cemento, hidrato de cal y material calizo, en una proporción volumétrica por partes de 1: 1: 25 (C: hidrato de cal: material calizo), Este se coloca, una vez mezclados y homogeneizados sus componentes en estado seco, entre las maestras mediante la técnica de atesar, o sea, nivelar, humedecer, compactar y curar. El material calizo se debe encontrar libre de materia orgánica, con menos de 10 % de arcilla y no más de 30 % de partículas entre 50 y 70 mm.

Losas de cerámica roja.

Revestimiento formado por las losas conocidas Suplemento Especial como losas de azotea o rasillas, asentadas con mortero a baño flotante; el mortero estará formado por cemento y tercio con una dosificación 1:10. El tercio a su vez estará formado por hidrato de cal y arena en proporción 1:3. Las losas se deben colocar con una disposición geométrica a diente de perro, logrando interceptar las juntas en ambas direcciones, las juntas entre estas son de 10mm de ancho.

Juntas del sistema.

La soladura expuesta a los rayos del sol sufre aumentos de volumen por efecto del calor, y también los efectos de la retracción durante la noche y en los días fríos o de lluvia; ambos movimientos tienden a producir fisuras y agrietamientos en las juntas entre las losas y aun en las propias losas, abofamientos en la soladura o provocar movimientos del pretil.

Para evitar estos resultados negativos, es necesario diseñar la soladura con suficientes condiciones de elasticidad que le permitan tomar estas deformaciones sin sufrir ni provocar daños. Para eso se diseñan las juntas, adecuadamente, entre las losas cerámicas, se realizan juntas de expansión de la soladura, juntas con muros partidores y juntas contra los pretilos como las principales que debe tener una vivienda.

2. Sistema de impermeabilización D-10.

Es un revestimiento impermeable hidráulico bicomponente, formado por D-10, un producto en polvo base cemento y Látex plus, una resina. Cuando se mezclan ambos componentes y se aplica sobre una superficie, sella los poros formando un recubrimiento impermeable.

Impermeabilizante cementoso D-10

Es un impermeabilizante superficial compuesto de cemento Portland, agregados seleccionados y aditivos.

Resina (Látex plus)

Es un aditivo químico compuesto por acrílicos y modificadores químicos que, mezclado con el impermeabilizante D-10, le aporta al producto final mayor laborabilidad, adherencia y resistencia a la abrasión, reduce la permeabilidad al agua y mejora el curado, disminuyendo la fisuración por retracción.

Para colocar el D-10 se debe encontrar preparado el sustrato, lo que equivale a decir que estará totalmente limpio, con los puntos singulares preparados, plana la superficie y húmeda.

Tratamiento de los puntos singulares.

Para sellar, adecuadamente, los puntos singulares se utilizan las masillas asfálticas, las que necesitan de la aplicación de un imprimante antes de su colocación. En los encuentros entre paramentos verticales y elementos horizontales, se aplica el imprimante aproximadamente a 40 mm, tanto en la horizontal como en la vertical, cuando seque al tacto se aplica masilla asfáltica (Asfaltile o Juntimper), presionándola contra el ángulo y se reviste con un mortero de cemento: arena en relación 1:3, en forma de ochava o cuarto de circunferencia, que se aplica hasta una altura de 50 mm y sobre este se coloca una membrana de refuerzo del mortero D-10.

En losas prefabricadas se limpia toda la junta por medios mecánicos, hasta una profundidad que permita su tratamiento, se aplica un cordón de mortero 1:3 y se deja endurecer durante 24 h; más tarde se aplica una imprimación de Impremul o Imprisol a ambos lados, sobre las caras interiores de la losa, se coloca un cordón de masilla asfáltica (≥ 25 mm) y, posteriormente, otra capa de mortero hasta la altura de las losas.

En cubiertas con caída libre por medio de aleros, se coloca en todo el borde perimetral una rasilla cerámica, en el resto de la cubierta un mortero de terminación que empareje ese desnivel, y a continuación se aplica el impermeabilizante cementoso D-10.

Si en la cubierta existe alguna tubería pasante, se realiza una ochava entre el tubo y la losa, a continuación se reviste con el impermeable D-10, y sobre este y bordeando la tubería se coloca una camiseta metálica que se rellena con masilla asfáltica, la cual debe ser protegida de la radiación solar, mediante arena, grava, mortero u otro similar.

Proceso de ejecución.

Mezclado del impermeabilizante

En un recipiente se mezcla la resina Látex plus con agua, en proporción de 1:4 o 1:5 hasta su homogenización. A continuación se vierte sobre la mezcla líquida anterior el impermeabilizante cementoso D-10 en polvo, en relación aproximada de 3 veces el volumen de la mezcla líquida y se bate

con una mezcladora eléctrica de bajas revoluciones o manualmente, hasta obtener una consistencia plástica deseada (si no gotea cuando se introduce y saca de su interior una escoba o brocha). La laborabilidad del producto es de 45 min., aproximadamente, en dependencia de las condiciones ambientales.

Aplicación y curado

Antes de iniciarse la aplicación, es necesario saturar de agua la superficie sin que quede agua libre o empozada. El impermeabilizante se aplica uniformemente con brocha o escoba, en dos capas transversales una con respecto a la otra, con lo que se logra un espesor total de unos 3mm y un rendimiento promedio de 2Kg. /m². Antes de aplicar la segunda capa siempre se debe humedecer la superficie. Una vez aplicada la primera capa, se debe curar, comenzando 2 h después de terminada. Es importante evitar la acumulación de producto, ya que esto puede provocar el agrietamiento del este. El curado final debe ser al menos de 72 h. Si se detiene el trabajo sin haber concluido la cubierta, es necesario solapar al menos en 10cm. el material de la nueva aplicación con el anteriormente aplicado.

3. Impermeabilizantes poliméricos líquidos (mal llamados pinturas impermeables).

Estos sistemas están constituidos por láminas aplicadas en el lugar y constan, fundamentalmente, de los elementos siguientes:

1. *Membrana.* Es la encargada de garantizar la estanqueidad de la cubierta mediante un sistema de capas aplicadas en el lugar, cuya base impermeabilizante es de resinas sintéticas en emulsión acuosa o solvente, que una vez secas forman una película flexible impermeable y adherida al soporte, en sistema bicapa o multicapa de acuerdo con las características del caso.
2. *Armadura.* Evita las fisuras de la capa impermeable, la cual puede ser una malla de fibra de vidrio de poliéster o la combinación de ambas, de al menos 50 g/m² de peso.
3. *Capa de protección.* Protege la membrana de los efectos mecánicos debido a la función de la cubierta o de la radiación solar si es necesario. La capa de protección puede ser ligera o pesada, la primera es a base de pintura y arena sílice, y la pesada mediante losas o mortero.
4. *Puntos singulares.* La unión entre el soporte con cualquier elemento vertical se sella con una masilla impermeable *compatible con el sistema*, de la misma manera que el sistema anterior. El bajante pluvial se remata por un plato o cazoleta que se ajusta a la forma del desagüe. El plato se asienta sobre el impermeabilizante fresco y una vez asentado se coloca la membrana de refuerzo correspondiente al sistema empleado, para después aplicar otra capa del impermeabilizante. Cuando la cubierta esté conformada con losas prefabricadas, las juntas entre ellas y sus apoyos son tratados con masillas impermeables al igual que las tuberías pasantes, semejantes a los otros sistemas.

Aplicación del impermeabilizante

Se realiza de forma manual o mecánica de acuerdo con las proporciones o dosificaciones indicadas por el fabricante. Se hace una limpieza a fondo de la superficie y se reparan las grietas, si existen, abriéndolas en forma de V para restaurarlas con masilla de naturaleza similar al impermeable líquido, el cual se puede mezclar con arena en proporción 1:1 o utilizar mortero 1:3, cemento-arena; una vez seco se aplica el imprimante.

Imprimante

Por lo general, es el mismo producto diluido en el porcentaje indicado por el fabricante. Tiene la función de compatibilizar las superficies que se van a unir, participando de la adherencia mecánica y química, sobre todo en sustratos pulidos, además de contribuir como fijador de algunas partículas superficiales degradadas.

El producto se coloca, uniformemente, sobre la superficie que se va a impermeabilizar y antes de su secado se pone la membrana de refuerzo correspondiente al sistema en los puntos singulares, en las grietas o en toda el área, según los requerimientos del proyecto y el fabricante. Cuando haya secado la primera capa de acuerdo con el tiempo de curado especificado por el fabricante, se procede a aplicar la segunda capa en forma transversal a la primera y se recomienda utilizar un color diferente a la anterior, para asegurar que la impermeabilización se ha ejecutado correctamente. Se puede aplicar una tercera capa, según indicaciones de algunos fabricantes, que puede incluir o no membrana de refuerzo.

Otra razón pudiera ser falta de micraje (espesor) mínimo, recomendado por el fabricante en algunas de las capas anteriores.

En caso de rehabilitación o reparación de cubiertas se tendrá en cuenta la compatibilidad del sistema existente con el nuevo que se va a aplicar y se cumplen las recomendaciones y especificaciones que ofrezca el fabricante para los distintos tipos de sistemas de impermeabilización.

4. Sistema impermeable a base de mantas asfálticas.

La membrana impermeabilizante se forma solapando entre sí, transversal y longitudinalmente, los rollos extendidos de láminas asfálticas prefabricadas, cubriendo la superficie de la cubierta. Esta membrana puede estar constituida por una sola lámina, o por dos o más láminas. Estas se colocan sobre la cubierta de diferentes formas, la adherida es mediante calor o llama la más común.

Elementos componentes

Membrana impermeabilizante. Tiene como función principal garantizar la estanquidad de la cubierta, está constituida por un producto prefabricado laminar, cuya base impermeabilizante es del tipo asfáltico modificado o no, en sistema monocapa o bicapa, de acuerdo con las características del caso.

Capa auxiliar o separadora. Se intercala entre elementos del sistema de impermeabilización y puede cumplir diferentes funciones: antiadherente, antipunzonante, drenante, filtrante, ignífuga o separadora, según se necesite por incompatibilidades entre materiales en contacto.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Capa de protección. Puede ser parte integrante de la membrana o no, y tiene como funciones principales proteger la membrana impermeabilizante de los rayos ultravioletas del sol y de la acción mecánica por el uso de la cubierta.

Puntos singulares. Coinciden, en todos los sistemas, con pequeñas particularidades propias de cada material, los más importantes son la preparación de la cubierta para recibir y rematar el impermeable. En el caso de las mantas asfálticas, es fundamental la preparación de pretilas y bases de tanques conformados con la regala o deprimido que sirve para rematar las mantas, al igual que la conformación de ochavas y bordes romos, para evitar el giro de 90° que provoca la rotura de estas. Muchas veces esto se pasa por alto y el remate es inadecuado, por lo que falla la impermeabilización con frecuencia en estas zonas. Otro punto importante son los desagües como el bajante pluvial, donde se debe colocar el plato (de plomo, plástico o confeccionado con la propia manta) para rematar la junta entre este y el sistema impermeable. El borde de los aleros es otro punto de importante control y que, por la falta de vierteaguas se acude a soluciones poco efectivas en las que se levanta por la acción del viento la manta en esta zona, requiriendo una inspección y mantenimiento periódico.

Una vez realizada la limpieza y preparados los puntos singulares, la cubierta se encuentra lista para recibir el impermeabilizante, por lo que se comienza con la imprimación cuando la cubierta esté completamente seca. La capa de imprimación debe estar constituida por materiales compatibles con el sistema impermeable y puede aplicarse con brocha, cepillo, rodillo u otros, en todas las zonas en que la membrana vaya adherida y en las zonas de remate o puntos singulares. En este caso se utilizan imprimantes base asfálticos.

No se debe aplicar la imprimación cuando esté lloviendo ni cuando se prevea que tal fenómeno vaya a producirse antes de su total secado. Si se produce, cuando el sustrato no esté totalmente seco, se hace una nueva imprimación. Si después de 7 días de aplicada la imprimación no se ha producido la colocación del resto del sistema de impermeabilización, es necesario volver a imprimir la superficie, para lograr la adherencia deseada.

Colocación de manta

Se extiende la primera lámina sobre la superficie, partiendo del punto más bajo de la pendiente, o sea, desagüe pluvial, gárgola o alero, según la solución de drenaje prevista; la colocación de las láminas se debe hacer de modo ningún solape transversal entre láminas de cada hilera resulte alineado con ninguna de las dos hileras contiguas, además, las juntas no deben coincidir tanto en el sentido longitudinal como en el transversal de la capa. La colocación normal es perpendicular a la máxima pendiente de la cubierta, cuando sea mayor de 10 % se puede colocar en dirección paralela a esta.

Principales sistemas que se comercializan en Cuba.

- ❖ Base prefabricadas o líquidas

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

- ❖ Base de caucho sintético bituminosa modificada, de láminas prefabricadas o líquidas
- ❖ Base sintética, de láminas, láminas prefabricadas
- ❖ Base cerámica, rasillas, tejas criollas o tejas francesas
- ❖ Base cementosa, mortero elástico impermeable y mortero hidráulico.

Importancia de la impermeabilización en las construcciones.

El agua es uno de los principales agentes agresivos en la construcción. La presencia de humedad en los edificios es la causante de la degradación, tanto de los elementos estructurales, como de los elementos más expuestos (cubiertas, fachadas, etc.).

En la obra civil destinada a elementos de contención (presas, depósitos, cubetos, etc.) o a la circulación de agua (canales, acequias, tuberías, alcantarillado) es evidente la necesidad de proteger los materiales de su degradación, evitar las pérdidas a través de los mismos, así como cualquier tipo de contaminación de las aguas por parte de los elementos constructivos.

En la construcción es relativamente normal que defectos de impermeabilidad como por ejemplo: vías de agua, humedades causadas por el nivel freático, filtración en muros de sótano, juntas frías, etc., provoquen problemas en el edificio y su durabilidad.

Por tanto, es imprescindible adoptar, tanto en edificación como en obra civil las soluciones más adecuadas, específicas y actuales a los distintos y variados problemas de impermeabilización.

Estudio y análisis del Sistema de Gestión de la Calidad en el diseño del proceso de Arquitectura de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas (EMPAI)

Se muestra la caracterización del objeto de estudio, que parte del análisis referente al sistema de gestión de la calidad en el diseño del proceso de Arquitectura con el objetivo de describir las responsabilidades y establecer las prácticas para controlar, verificar y registrar, todas las actividades relativas al control del diseño, con el fin de asegurar que se cumplan las expectativas de los clientes en el programa, puntualizar como se garantizan las relaciones orgánicas y técnicas entre todo el personal involucrado en el diseño, definir los requisitos para los datos de entrada y los datos finales del mismo y especificar la manera en que se llevan a cabo las actividades relativas a los controles, las revisiones y las verificaciones del mismo. En la actualidad en lo referente a la impermeabilización, ésta se encuentra dentro del proceso de la especialidad de Arquitectura, por la implicación que tiene esta actividad soy de la opinión, basándome en la situación que aún sigue presentándose con el deterioro de las edificaciones en sus diferentes elementos componentes producto a la ineficacia de los sistemas de impermeabilización, sería factible investigar que el diseño del sistema de impermeabilización tenga un control independiente del estatus en

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

que se encuentra. Además podemos señalar que de obtener resultados positivos, este nuevo proceso sea aplicable a todas las Empresas de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, posteriormente a la prueba "in situ" realizada en la EMPAI, con un nivel de calidad que corresponda completamente a los requisitos establecidos en las normas u otros documentos.

Caracterización del objeto de estudio.

La situación existente a fines de la década de los años 90, que comenzaron a presentar las edificaciones de todo tipo debido a las filtraciones en sus diferentes elementos, fue de tal envergadura que conllevó a realizarse en el año 2001 un análisis profundo por parte de las máximas instancias del país donde participaron entre otros, el Instituto de la Vivienda, Ministerio de Industrias, etc. con expertos del Ministerio de la Construcción. (Cruz, 2010).

Las principales afectaciones se presentaban en las cubiertas existentes y que son de diferentes tipos y con diferentes sistemas de revestimientos, aparte de filtraciones en zonas húmedas (cocinas, baños) que presentaron serios problemas de humedad en muros por ascensión del agua por el fenómeno de la capilaridad.

Respecto a las viviendas, existían algunas con más de 100 años de construidas hasta las de más reciente construcción que tienen diferentes variantes de solución, desde cubiertas ligeras de zinc o de asbesto-cemento hasta de hormigón armado. Las soluciones en edificios multifamiliares eran las más afectadas, ya que al ser con tecnología prefabricada y con más de 20 años de construidas, el sistema de impermeabilización ya estaba deteriorado y la colocación de elementos para lo cual no estaban diseñadas acrecentaba más la situación de filtraciones.

Es entonces, que al Ministerio de la Construcción partiendo de los planteamientos que emergieron de los especialistas en los análisis realizados, se le asigna tomar acciones inmediatas para dar solución a las situaciones existentes. Estas acciones preliminares, estaban involucrados las entidades siguientes:

- De Diseño
- De construcción
- Suministradores

Por lo que a nivel nacional se crearon dos Comités de Expertos, uno, designado como Comité de Impermeabilización, que es el principal para analizar las Cubiertas y Zonas húmedas y otro para estudiar el fenómeno de la capilaridad en las construcciones, conjuntamente con la Dirección de Normalización, Dirección de Investigación y Desarrollo y la Dirección de Proyectos. De los primeros recorridos por todo el país, se determinó conformar la misma estructura a nivel de provincias.

Aspectos detectados.

Durante el segundo semestre del año 2001, se revisaron el 30 % de los proyectos que tenían diseño de impermeabilización, se realizaron encuestas a los proyectistas, profesionales y obreros que realizaban la actividad de impermeabilización e inspección de cubiertas en proceso de ejecución o ejecutadas, que se acercaron a los resultados obtenidos por un estudio realizado por el Dr. Arq. Fernando Sánchez, en su libro Impermeabilización de Cubiertas, (Sánchez, Fernando, 1980), arrojando los siguientes resultados que se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1.

Influencia de las diferentes etapas en la aparición de patologías en las cubiertas.	
Defectación en la etapa de diseño	38%
Defectación en la etapa de ejecución	42%
Defectación en la etapa de explotación	20%

A partir de los datos que aparecen en la tabla anterior se procedió a realizar una revisión de la mayoría de los informes Inspección-Defectación en edificaciones realizados por profesionales de la empresa objeto de estudio.

A continuación se mencionan los defectos que más se presentaban:

Diseño

- Omisión de acotado a eje en la planta de la cubierta total o parcialmente.
- No señalamiento del sentido de la pendiente y su valor.
- Niveles no referidos a la superficie de la cubierta.
- Falta de elementos en algunos detalles constructivos o detalles completos.
- En algunas ocasiones sobre todo en proyectos de rehabilitación se entregan planos sin la revisión por la DGC.
- Plasmar códigos de NC, que han sido sustituidas por otras más recientes.
- No especificar en el sistema de impermeabilización el número de capas a utilizar.

Ejecución

- Violación de la secuencia constructiva de la impermeabilización.
- Violación de la solución dada en el diseño.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

- No ejecución correcta de la monta entre las mantas asfálticas.
- No uniformidad en los remates de la manta en el espejo del alero.
- Ejecutar los trabajos por personal no adiestrado previamente.
- Deficiencias en las zonas húmedas por no impermeabilizar correctamente y no establecer correctamente las pendientes y las pruebas hidráulicas.



Figura 2.1. Ejecución de las pendientes.



Figura 2.2. Deterioro del Sistema Impermeable

Explotación

- Uso indebido de la cubierta.
- Colocación de sobrecargas.
- Falta de mantenimiento.

Análisis de las acciones y medidas tomadas.

Partiendo de todas las medidas orientadas, considero necesario realizar un análisis de las mismas, con vistas a tomarlas como referencias, las cuales sirvieron de punto de partida para designar un especialista que atendiera la actividad de impermeabilización a nivel de entidad empresarial. Se analizaron los siguientes indicadores:

- Capacitación del personal.
- Documentación Técnica Normalizativa.
- Control del diseño.
- Visitas de Control de la Ejecución de trabajos de Impermeabilización en las obras.
- Diagnósticos especiales sobre filtraciones.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Acciones y medidas.

De los resultados obtenidos en el epígrafe anterior se tomaron varias acciones y medidas, las cuales fueron:

- Plasmar en todos los proyectos la documentación gráfica y escrita para el sistema de impermeabilización seleccionado, incluyendo las áreas húmedas de baño, zonas de fregado y otras que estaban expuestas a este régimen, de forma tal que se garantizara la calidad de la solución propuesta, teniendo en cuenta los aspectos de mantenimiento establecidos por el fabricante y por recomendación del proyectista.
- En las soluciones de cimentación tener en cuenta todos los requisitos que se plantean en la RC 9003-2000 "Protección de las edificaciones contra la humedad y el agua contenida en el suelo. Requisitos de proyecto" y elaborar toda la documentación gráfica y escrita que corresponda a evitar el fenómeno de la capilaridad, (Pérez (1995).
- Establecer en el ejercicio del Control de Autor que el alcance del mismo fiscalice los trabajos de impermeabilización en todas sus etapas.
- En la documentación gráfica y escrita, plasmar las Normas Cubanas (NC), Regulaciones de la Construcción (RC) establecidas que se utilizaron en la solución del sistema de impermeabilización dado.
- Incluir en los Planes de Calidad y en los Procedimientos de Control del Diseño de forma clara y precisa lo que debe revisarse y elaborarse según la RC-9006-2001 "Alcance y contenido de la documentación de proyecto en la impermeabilización de cubiertas", para garantizar en cada etapa la elaboración de la documentación tanto gráfica como escrita que se requiere en este sentido.
- La actualización sobre la temática de impermeabilización debe partir principalmente de la autopreparación de cada proyectista.
- Abrir una carpeta en el servidor con toda la documentación que se obtenga en soporte electrónico o por otras vías, así como su relación.
- Impartición del seminario "**Impermeabilización de cubiertas. Importancia del diseño y aspectos fundamentales del mismo a tener en cuenta**". Febrero y marzo del 2002, 2003, 2005, 2007, 2008.

Expositores: Arq. Manuel Soto. CTN N° 7

Dra. Ing. María L. Rivada. ISPJAE.

MSc. Ing. Juan José Cruz Alvarez

Ing. Luis Berrío Corzo

- Implantación del "PROGRAMA INFORMÁTICO DE AYUDA PARA LA IMPERMEABILIZACIÓN". Asfaltos Chova. S.A.
- Detalles de Impermeabilización de los Sistemas de Impermeabilización según Documentación Normativa en soporte magnético.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

- Coordinar con los representantes de diferentes firmas acreditadas en nuestro país conferencias sobre sus productos con el objetivo de obtener toda la información técnica de los mismos.

Muchas de estas acciones aún no se cumplen cabalmente, de ahí el por qué de la revisión que se está realizando al procedimiento de diseño dentro de la especialidad de Arquitectura, para elevar la eficacia del mismo. Por ejemplo:

- Ejercicio del Control de Autor.
- Se evaden algunos de los controles técnicos a realizar dentro del proceso.
- Pobre argumentación en la documentación escrita del proyecto.

Definiciones.

Revisión: Actividad emprendida para asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar objetivos establecidos.

Verificación: Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.

Validación: Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica previa.

Autocontrol: Referido a la revisión ejercida por los ejecutores directos del diseño total y/o de algunas de las partes que lo conforman.

Control Técnico: Actividad emprendida para comprobar, examinar, inspeccionar, revisar, el cumplimiento de los requisitos especificados del tema objeto, transfiriendo conocimientos y las mejores prácticas de la empresa en el diseño.

Producto: Resultado de un proceso.

Responsabilidades asignadas a los diferentes ejecutores en el procedimiento.

Proyectista Ejecutor: Aplicar el presente documento en la elaboración de los proyectos. Seguir las orientaciones y criterios del Proyectista General para garantizar su compatibilidad con el resto del proyecto. Realizar el autocontrol. Participar en la revisión del diseño. Actualizar el documento en el caso que surjan modificaciones.

Proyectista general: Es el máximo responsable de la solución general y técnica del diseño, que incluye: solución general, compatibilidad y revisión de la documentación y de las soluciones. Confeccionar la

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

solicitud para el Levantamiento Topográfico y la de investigaciones ingeniero – geológicas, cuando procedan.

Director de proyecto: Exigir por el cumplimiento del Plan de la Calidad. Confeccionar expediente del servicio. Realizar los controles técnicos en el equipo.(CTP-3)

Especialista Principal: Realizar los diferentes controles establecidos con la participación de especialistas calificados para la revisión, verificación y validación.

Directora de Gestión de la Calidad: Realizar y/o gestionar las verificaciones y validaciones. Auditar este proceso.

Descripción del proceso de diseño.

El flujoograma de funcionamiento se puede apreciar en el Anexo 2; en el cual se definen las diferentes interfaces organizativas y técnicas, además se muestra el esquema en ejecución de las actividades referentes al Control del Diseño. Este flujo está compuesto de tres etapas: preproducción, producción y postproducción (ver figura 2.3). El proceso de la especialidad arquitectura es la base de todas las demás especialidades que intervienen en un proyecto de diseño de arquitectura e ingeniería (ver figura 2.4).

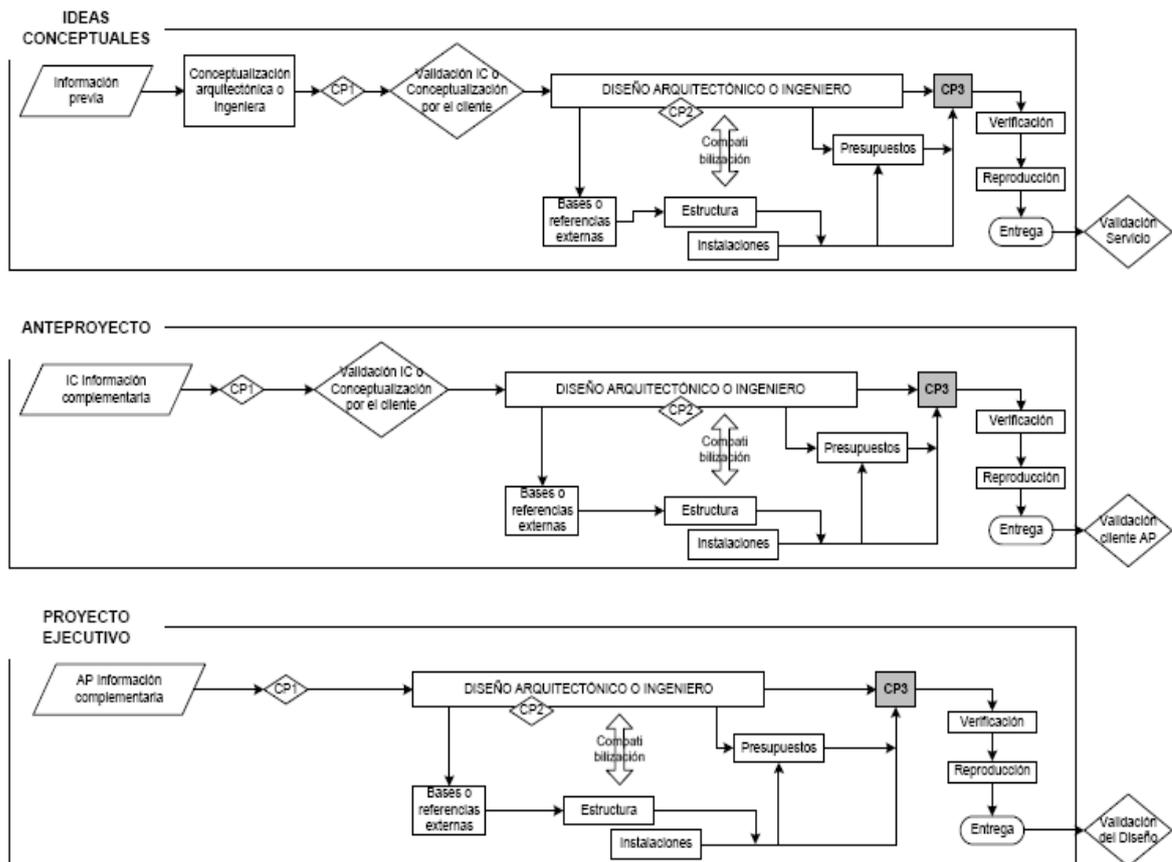


Figura 2.3. Etapas del proceso de Diseño. Fuente: FCMS 02-02:07 “Diseño”.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

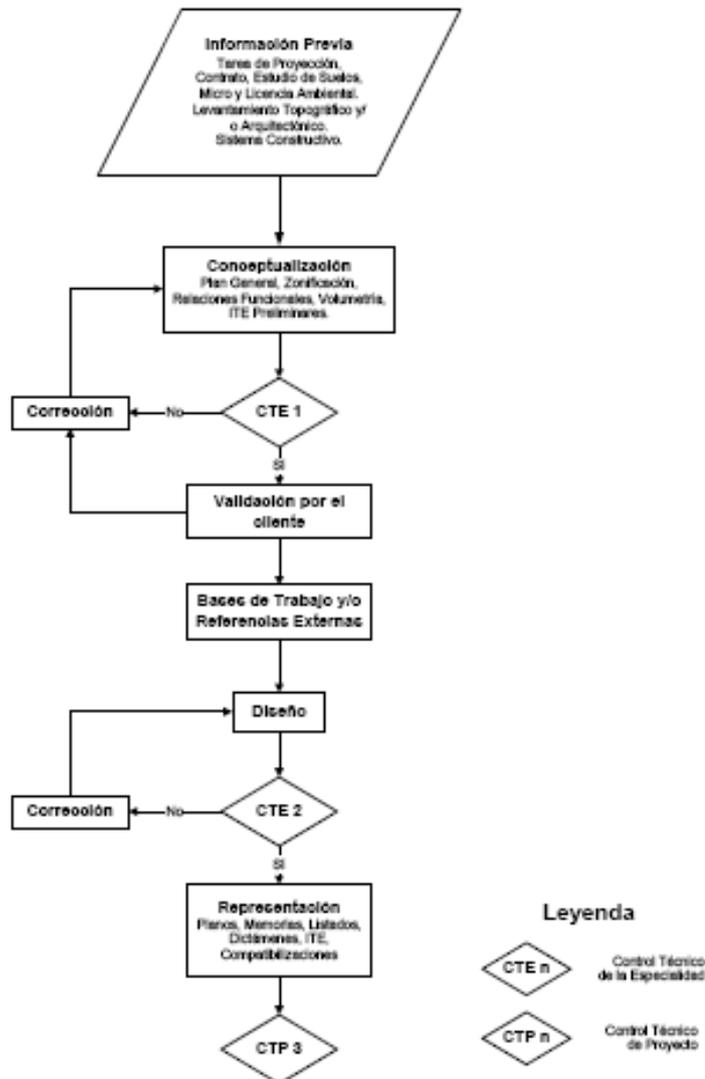


Figura 2.4. Proceso de la especialidad de Arquitectura. Fuente: FCMS 02-02:07 “Diseño”.

Para asegurar la calidad de los servicios de diseño se realizará un proceso de control en todas las etapas, considerando en todo momento la utilización de criterios bien definidos, así como determinado el nivel de responsabilidad de cada uno de los que intervienen en el proceso, teniendo como fin fundamental que el producto o servicio resultante esté sin errores.

Planificación del diseño.

I. Para la elaboración del Plan de la calidad se tienen en cuenta:

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

1. Responsables de cada actividad o etapa.
2. Personal debidamente calificado y equipado para cada actividad.
3. Para definir las revisiones y las verificaciones, es necesario tener en cuenta:
 - Etapas obvias o naturales en el diseño.
 - Necesidad de revisiones y verificaciones en las etapas apropiadas, que impidan que algo vaya mal, pueda traer consecuencias peores en etapas posteriores del diseño.
 - Tiempo total concebido para el diseño.

II. En el plan de la calidad se indica además el código del diseño, No. Contrato, las fechas en que cada actividad debe ser ejecutada, los métodos a utilizar para las verificaciones del diseño y las formas que deben adoptar los datos finales. Este documento se utilizará además y posteriormente incluyendo las revisiones, las verificaciones y las validaciones.

III. El Plan de la Calidad antes de ser aprobado, es distribuido por el Director de Proyecto al Equipo de Proyecto, para que estos lo analicen y den sus criterios.

IV. El plan de la calidad es aprobado por la Directora de Gestión de la Calidad.

Elementos de entrada del diseño.

Los requisitos preliminares de diseño deberán ser definidos en la solicitud o pedido del cliente mediante una descripción clara que contenga elementos de entrada suficientes para diseñar y como mínimo contendrán: tarea de proyección o programa que cubra las intenciones técnicas y de gestión, microlocalización, levantamiento topográfico (si no lo realiza la Empresa), licencia ambiental, requisitos regulatorios tales como legales, reglamentarios aplicables; la cual por lo general no especifican nada en lo absoluto en lo referente a la actividad de impermeabilización.

Al ser aceptada esta solicitud por el Director de Operaciones, este conjuntamente con el Ingeniero Principal designan el Director de Proyecto (DP) y al equipo de trabajo que llevará a término este servicio. Se realiza la propuesta de Reunión de Inicio por el DP en el Consejo de Producción, aprobándose en este órgano, quedando claramente identificados y documentados los elementos de entrada. Abarca los puntos siguientes:

1. Información entregada y/o a entregar por el cliente (enmarcar en fecha).
2. Desarrollo del programa o tarea de proyección (TP).
3. Acceso al emplazamiento. Topografía (enmarcar en fecha).
4. Identificar consultores externos.
5. Estudio de suelo (enmarcar en fecha).
6. Presupuesto límite de la obra y tratamiento de los presupuestos independientes.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

7. Propuesta constructiva. (Si la hay)

8. Contratación.

9. Micro actualizada.

El Director de Proyecto envía acta de esta reunión a la Directora de Gestión de la Calidad y al Ingeniero Principal.

Resultados del diseño y desarrollo.

El Director de Proyectos, es el responsable de la ejecución del servicio, con la participación de la Dirección de Operaciones, Ingeniero principal y Dirección de Gestión de la Calidad. Esta etapa del proceso está conformada por:

- 1) Plan de la Calidad.
- 2) Cronograma (ejecutado).
- 3) Descripción de las actividades.
- 4) Presupuesto estimado del proyecto/consultoría.
- 5) Diseños (Planos y documentos).
- 6) Control de la producción.
- 7) Reproducción (copia de planos y documentos).

La Dirección de Operaciones, es la responsable de entregar al cliente, toda la documentación gráfica y escrita.

Los Documentos que contengan los elementos de salida del diseño, deben ser revisados por el Director de Proyecto y revisados por el Director de Operaciones (DO), antes de su distribución (la que será controlada).

Estos documentos están sujetos al procedimiento de Control de la documentación y los datos.

El Expediente de Proyecto deberá llevar este índice (si el mismo excede de un file se habilitará otro):

1. Solicitud oficial del servicio.
2. Tarea de proyección/ Tarea Técnica /Programa.
3. Microlocalización.
4. Estudio Ingeniero-Geológico.
5. Controles técnicos.
6. Plan de la calidad.
7. Cronograma.
8. Certificados de control de la DGC.
9. Cálculos realizados.
10. Actas de Inicio.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

11. Convenio de pago (Añadido posteriormente por la Dirección de Gestión de la Calidad y Capital Humano (DGCH) antes de pasar al archivo).
12. Cierre del proyecto.
13. Acta de conformidad del cliente.
14. Acta de validación (Añadido posteriormente por la DGC cuando se ejecute).
15. Otros documentos de origen interno y externo.

Revisión del diseño.

En las etapas definidas en el plan de diseño o cronograma y de forma sistemática se realizan revisiones del diseño para determinar si se han alcanzado los objetivos previstos. Las mismas son ejecutadas por personal calificado de todas las funciones involucradas y se desarrollarán en las diferentes etapas Ideas Conceptuales, Anteproyecto, Proyecto Ejecutivo (IC, AP, PE) y deben:

- 1) Comprobar si los resultados que se van obteniendo satisfacen los requisitos previstos en los elementos de entrada del diseño.
- 2) Confirmar que se cumple con los criterios que fueron definidos en el plan de la calidad.
- 3) Asegurar la incorporación del conocimiento y de las mejores prácticas de la organización en el diseño.
- 4) Comprobar que se han cumplido con las características especiales relacionadas con el uso, medioambiente, dimensiones, relación de espacios, funcionales, servicios, temperatura, seguridad, salud, acabado, durabilidad.
- 5) Confirmar que el diseño siga los procedimientos establecidos por la organización.
- 6) Asegurar que se han cumplido los requisitos técnicos- normalizativos y legales.
- 7) Confirmar que se han tenido en cuenta lo relacionado con la salud, la seguridad, la prevención contra incendio y el impacto contra el medio ambiente.
- 8) Comprobar que se han tenido en cuenta lo relacionado con la durabilidad mantenimiento y fiabilidad.
- 9) Confirmar que se han propuesto productos y sistemas constructivos avalados en el país.
- 10) Confirmar que se han realizado los cálculos con los software validados.
- 11) Confirmar que los planos estén por las normas establecidas.
- 12) Identificar cualquier no conformidad y darle tratamiento.

El resultado de las revisiones serán registradas en el RR 05-003:"Control Técnico" y serán archivadas en el expediente del servicio.

Esta revisión se fundamenta en los principios generales siguientes:

- * Autocontrol.
- * Control Técnico por Especialidades.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

* Control Técnico por el Equipo.

A: Autocontrol: Referido a la revisión ejercida por los ejecutores directos del diseño total y/o algunas de las partes que lo conforman. Se evidencia cuando se firma el plano por el ejecutor.

B: Control Técnico para las especialidades (CTE): Referido al control que ejercen los Especialistas Principales en cada etapa acordada con el cliente (Ideas Conceptuales, Anteproyecto y Proyecto Ejecutivo) para el diseño o las establecidas para la consultoría u otro servicio brindado. El Especialista Principal es responsable de la realización de los controles técnicos CTE1 y CTE2 según el proceso para la ejecución de la especialidad. Los controles serán convocados por el Proyectista Ejecutor y el Director de Proyecto.

C: Control Técnico del proyecto (CTP): Se realiza con la participación del equipo que ejecutó el servicio y otros especialistas y funciones que intervienen en la matriz. El Director de Proyecto es el máximo responsable de la calidad del servicio y su gestión. El mismo quedará reflejado en el RR 05-003. La Dirección del Ingeniero Principal los convoca, controla y preside pudiendo delegar en otras especialidades.

CTP1: Se realiza a la conceptualización del diseño enfocada a la comprobación de los aspectos contemplados en la tarea de proyección o programa para cada etapa.

CTP2: Se realiza a solicitud del DP en el proceso de diseño y donde se aprueban las soluciones generales dadas en el diseño y la compatibilización entre especialidades con la participación de especialistas de la empresa y otros externos si fuera necesario.

CTP3: Se realiza al final de la ejecución del servicio y antes de pasarlo a la Dirección de Gestión de la Calidad para su verificación. El DP es el responsable de ejecutarlo y la evidencia de que lo realizó se encuentra al plasmar la firma en el plano en el escaque que le corresponde.

Verificación del diseño.

Se realiza en etapas definidas en el plan de la calidad y asegurando que los resultados obtenidos cumplieron con los elementos de entrada. Partiendo del hecho de que ya fue ejecutado el autocontrol del ejecutor, así como las revisiones referenciado en el acápite 2.5.4.6.

Las verificaciones del diseño son realizadas por personal competente y sus resultados y acciones a tomar se guardan en el expediente del servicio. El Director de Proyecto es el encargado de pasar a la Dirección de Gestión de la Calidad la documentación correspondiente avalada por las revisiones precedentes.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Las verificaciones pueden ser de origen interno y externo.

Internas: El Director de Gestión de la Calidad, es el responsable de las verificaciones internas a través de los controles de la calidad que se realizan al finalizar las diferentes etapas del proyecto, con la participación de los especialistas de la Dirección del Ingeniero Principal. Estos resultados se registrarán en el registro RR 04-003.

Externa: El cliente, realiza su evaluación de la calidad del servicio y decide, si finalmente, lo acepta o no.

El Grupo Técnico del Turismo, es también responsable de realizar verificaciones en la etapa de Ideas Conceptuales para las Inversiones nominales, (aprobadas por el Ministerio de Economía y Planificación (MEP)).

Tanto para revisiones como para verificaciones la DGC puede contar con varias vías:

- Utilizando sus propios especialistas.
- Utilizando especialistas de la Dirección del Ingeniero Principal.

Validación del diseño.

Como parte también del Plan de la calidad para el diseño, después de una verificación aceptada del mismo, se realiza la validación del diseño para asegurar que el producto final satisface los requisitos de su aplicación especificada o el uso para el cual fue previsto. Es tratada como un requisito independiente. Para la validación del diseño se debe comprobar que las soluciones de diseño aportadas cumplan con los requisitos establecidos en las normas de diseño validadas por los organismos competentes y previamente acordados con los clientes, así como que las especificaciones de los materiales, suministros y de construcción utilizados en la obra cumplan con las normas y documentos técnicos validados por esos organismos.

Valorar que los diseños satisfagan los requisitos de la inversión durante la explotación.

Para realizar la validación del diseño, una vez en explotación la obra se crea un grupo de trabajo conformado por especialistas de la organización determinando si el diseño satisface las necesidades y requisitos establecidos para el uso.

Esta validación en general se realizará al producto final pero será aplicada también como excepción en etapas anteriores para el caso de diseños que así lo requieren. De esta validación resulta un informe, el cual recoge el cumplimiento o no de los requisitos para el uso y debe ser firmada por quienes la realizan. Todos estos controles y verificaciones quedan registrados en sus respectivos registros para garantizar la evidencia de lo realizado.

Cambios en el diseño.

Durante las etapas de las definiciones del diseño, así como por decisiones del cliente, puede surgir la necesidad de hacer cambios y modificaciones en el mismo, quedando claramente evidenciados en el cajetín de la documentación gráfica.

Todos los cambios y modificaciones en el diseño serán identificados, documentados, revisados y aprobados por el personal autorizado antes de su implantación (Especialistas, Proyectista General, Director de Proyecto según corresponda). Dichas modificaciones pueden afectar los elementos de salida, el Plan de calidad, los datos e incluso el contrato con el cliente, según sea necesario.

Las modificaciones y la nueva edición de los documentos, se ejecutará de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento General PG004 "Control de documentos y datos", garantizando que las ediciones apropiadas estén al alcance de todo el personal involucrado.

Una vez finalizado y reproducido según procedimiento PG014 el Director de Operaciones realiza la facturación del servicio, así como su comercialización. Esto se lleva en el modelo PR-5.

Registros.

Los documentos referidos al Control del diseño se conservarán en el registro Exp-P "Expediente de Proyecto" este se conservará durante 15 años. El mismo presenta un formato libre.

La DGC emite certificados de control para el final de cada etapa, los cuales son registrados en sus respectivos registros

Diseño del cuestionario.

Para la elaboración de la encuesta, la autora tuvo en cuenta elaborar una serie de preguntas con el propósito de recoger información sobre el conocimiento para el diseño de los diferentes sistemas de impermeabilización de mayor uso y profusión en el país. Este tipo de preguntas, atendiendo a la forma de las respuestas, se clasifican en cerradas. En la determinación del método del muestreo se utilizaron muestras no probabilísticas (en las que no se conoce la probabilidad de cada individuo de ser incluido en la muestra), eligiendo el muestreo intencional, el cual se basa en la selección de casos típicos de una población, a criterio de un experto.

Determinación del tamaño de la muestra.

El cálculo del número mínimo de sujetos que debe formar parte de una muestra exhaustiva al azar, se realiza como sigue:

Según el cálculo del tamaño de muestra de Soler (1990) en poblaciones finitas ($N \leq 100\ 000$) se efectúa de la siguiente manera:

$$n = \frac{S^2 pq N}{e^2 (N-1) + S^2 pq}$$

Donde:

n Tamaño de la muestra,

p Parámetro de la distribución binomial (probabilidad de la ocurrencia),

q Parámetro de la distribución binomial (probabilidad de la no ocurrencia),

e Error,

N Población,

S Probabilidad para la cual se cumple el nivel de confianza, que sigue una distribución normal.

Designando los valores siguientes:

$p = 0.5$ } porque cuando no tenemos los datos de los aciertos y desaciertos se
 $q = 0.5$ } asume iguales para los dos aspectos.

$e = 0.05$ → porque el grado de confianza es de 95% siguiendo la ley normal (ley de Laplace-Gauss).

$N = 30$ → a criterio de un experto.

$S = 95\%$ → probabilidad de que el intervalo construido en torno a un estadístico capte el verdadero valor del parámetro. Su representación gráfica es similar a una campana y bajo su superficie están comprendidos todos los individuos.



Gráfico 1. Curva de distribución de Laplace-Gauss. Fuente: Tomado de la NTP 283: Encuesta: metodología para su utilización (Oncins De Frutos, 2008).

Desarrollando el cálculo:

$$n = \frac{(0.95)^2 * 0.5 * 0.5 * 30}{(0.05)^2}$$

$$(0.95)^2 (30-1) + (0.95)^2 * 0.5 * 0.5$$

$$n = 23$$

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Aplicación del cuestionario.

Teniendo en cuenta el valor de la muestra procedimos a aplicar la encuesta donde los encuestados respondieron a las diferentes cuestiones según las características específicas en su radio de acción o experiencias acumuladas a lo largo de su carrera. Esta búsqueda fue realizada en distintas empresas de diseño acorde a los parámetros técnicos deseados, en el cual los especialistas investigados mantuvieron una buena actitud y colaboración efectuando el razonamiento con profesionalidad.

Después de obtener la exploración requerida se plasman en forma de tabla (Anexo 3), asignándole a cada experto en la actividad un número para facilitar la muestra de los resultados.

Procedimiento propuesto para el mejoramiento del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Se muestra el procedimiento propuesto para el mejoramiento del proceso en el control de la calidad, obtenido a partir del estudio de los principales enfoques y tendencias reportados en la bibliografía desde los maestros de la calidad hasta los autores más actuales, sobre la base de la existencia en la entidad de un Sistema de Gestión de la Calidad implantado y certificado que se diferencia de los anteriores en varios elementos como son: la realización de un diagnóstico inicial, la incorporación de algunos pasos facilitando la realización de otros, la definición del objetivo y alcance propuesto para el cierre de este trabajo de diploma. El proceso, objeto de análisis abarcará las actividades de identificación de oportunidades de mejora, propuesta e implantación de soluciones por lo que se definirá un paso para un control más eficiente en la actividad de impermeabilización.

Análisis de los resultados de la encuesta aplicada.

Generalmente tenemos la costumbre de que cuando existen problemas en una edificación, esto no excluye la impermeabilización, lo atribuimos; a la calidad del producto o a una mala ejecución, y no a problemas de diseño, producido por la aplicación de conceptos arquitectónicos y tecnológicos erróneos, o tomados de otras condiciones climáticas ajenas a las nuestras.

La autora es de la opinión de que toda actividad constructiva hay que verla íntegramente desde su concepción hasta la explotación, y por ser el diseño de la misma, la primera etapa de su desarrollo, es la más importante.

Es primordial definir las acciones a desarrollar por los diferentes entes comprometidos con el resultado final; con la finalidad de evitar improvisaciones durante la etapa de ejecución, con el consiguiente perjuicio técnico-económico para la misma.

Para corroborar lo expresado, exponemos resultados, del estudio estadístico realizado en el capítulo anterior, donde se demuestra que las dificultades en la Impermeabilización surgen fundamentalmente por problemas de diseño, los gráficos se muestran a continuación, así como su interpretación:

Tabla 3.1. Escala de valores y evaluación. Fuente: Elaboración propia.

Valores (%)	Evaluación
Mayor que 90	MB
Entre 80 y 90	B
Entre 70 y 79	R
Menor que 70	M

Analizando el resultado de las muestras obtenidas a partir de la encuesta realizada, se puede inferir lo siguiente:

Como aspecto positivo de las 5 preguntas consideradas 4 obtuvieron más del 90 %, evaluada de muy bien (MB), excepto la pregunta 8, que alcanzó solamente un 76 % por lo que se evaluó de regular (R).

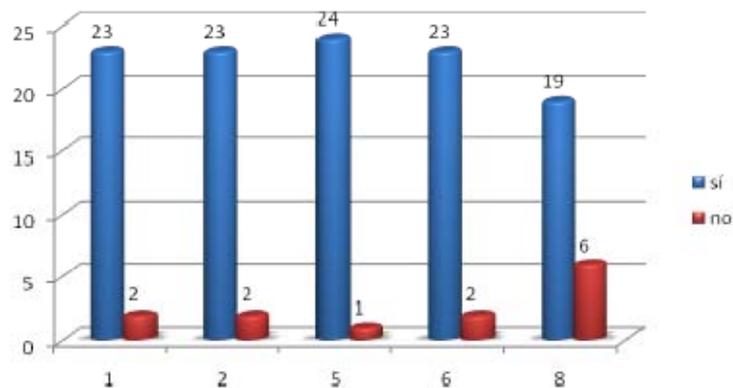


Figura 3.1. Procesamiento de las preguntas 1, 2, 5, 6 y 8. Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

1. Conoces la Documentación Técnica Normalizativa (DTN) sobre impermeabilización de edificaciones.
2. Utilizas la DTN según las soluciones de cubiertas e impermeabilización seleccionadas para el diseño.
5. Tienes en cuenta en las áreas húmedas y soterradas las soluciones de impermeabilización recomendadas en la DTN.
6. ¿Contemplas en las soluciones de diseño la agresividad del medio?

En la pregunta 1, sobre el conocimiento de la Documentación Técnica Normalizativa (DTN), se arrojó que el 92 % del total de 25 encuestados conocen las Normas Cubanas y Regulaciones de la Construcción vigentes y el 8 % la desconocen.

En la pregunta 2, sobre la utilización de la DTN según las soluciones de cubiertas e impermeabilización seleccionadas para el diseño, se obtuvo el 92 % del total de 25 encuestados aplican la DTN y el 8 % no la emplean.

Respecto a la pregunta 5 se obtuvieron resultados superiores a las preguntas 1 y 2, ya que el porcentaje de respuestas positivas fue del 96 %.

Comparando ambos resultados podemos concluir que ocurren dos situaciones:

- ✓ La primera que existan los DTN en las empresas y que no sean consultados por los proyectistas debido a falta de exigencias en el proceso del control de la calidad.
- ✓ La segunda que las entidades no posean esta documentación debidamente actualizada.

Referente a la pregunta 6, se alcanzó un 92 %, lo cual es un resultado tangible que se puede considerar aceptable se debe trabajar respecto al mismo, ya que tiene una importancia muy marcada tener en cuenta lo referido a los aspectos del entorno, puesto que los mismos influyen en la durabilidad de las obras.

A partir de lo citado se establecieron una serie de medidas entre las cuales se priorizó la capacitación, impartiendo seminarios por todo el país en las empresas de diseño y constructoras, siendo en estas últimas de carácter obligatorio que el personal responsable de la ejecución de la impermeabilización en las edificaciones esté certificado para realizar dicha actividad.

Esto conllevó que también se hiciera extensivo a los proyectistas, donde se corroboró mediante las visitas realizadas por la autora y el resultado de la encuesta que un 76 % requieren la necesidad de superación y el 24 % restante, se capaciten para estar homologados y puedan asumir de manera más eficaz la actividad de diseño.

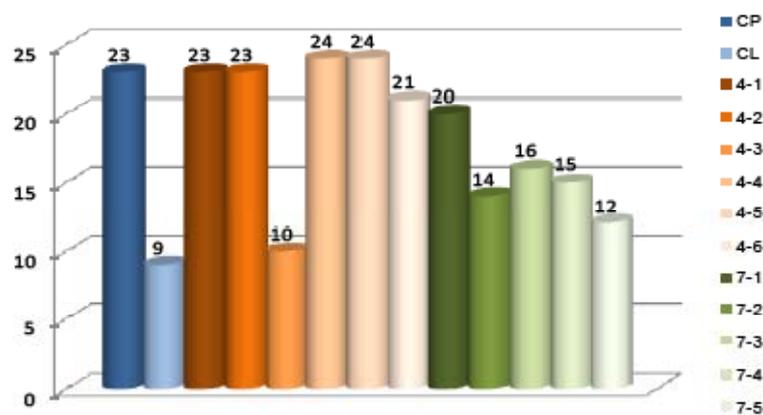


Figura 3.2. Procesamiento de las preguntas 3, 4 y 7. Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

- 3. Marque con una (X) las soluciones de cubiertas recomendadas en la NC 55:2006.
- 4. Marque con una (X) las técnicas de impermeabilización existentes en el país y que conozcas.
- 7. Marque con una (X) de acuerdo a las condicionantes que se plantean.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. *Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.*

De acuerdo a los resultados del gráfico anterior se infiere que la pregunta 3 muestra que las cubiertas pesadas es de mayor conocimiento que las ligeras, argumentándose que esto es debido a que las mismas hasta el momento no se impermeabilizan; no obstante se está introduciendo en el país cubiertas ligeras, sobre todo metálicas que traen adosado una capa de característica impermeable, de forma tal que garantiza mayor impermeabilidad y protección térmica a los usuarios. Últimamente se ha observado en cubiertas de fibro-cemento que se le coloca una capa de mortero, mejorando su prestancia como barrera antitérmica. Por lo tanto de forma general se puede evaluar por el porcentaje obtenido de 92 % como muy bien (MB).

En cuanto a la pregunta 4 el aspecto sistema con fieltro saturado, inorgánico y colocado con asfalto catalítico, el cual no se está utilizando, ya que fue sustituido por láminas asfálticas modificadas con polímeros o de oxiasfalto, lo mismo ocurre con el sistema de tejas francesas; obteniéndose el 40 y 84 %, evaluándose de mal (M) y bien (B) respectivamente, excepto estos dos sistemas el resto aportó el 92 y 96 % evaluándose de muy bien (MB).

Al desglosar los aspectos a tener en cuenta ante la agresividad del medio, en la pregunta 8 que concierne a los elementos correspondientes, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3.2. Desglose de aspectos de la pregunta 8. Fuente: Elaboración propia.

Elementos	Valores (%)	Evaluación
Ubicación de la Obra.	80	B
Velocidad y Dirección de los vientos.	56	M
Temperaturas	64	M
Humedad Relativa.	60	M
Ocurrencia de huracanes.	48	M

Los resultados insertados en la tabla 3.2 demuestran que no se consideran la totalidad de los aspectos, cuestión esta que se debe mejorar de inmediato.

Propuesta del flujograma.

Partiendo de los resultados de la encuesta aplicada, consultas a expertos elegidos de forma aleatoria, la autora propone adicionar tomando como base el proceso existente en la especialidad de Arquitectura aspectos específicos que permitan obtener un flujograma para la actividad de impermeabilización, por la incidencia que tiene la misma, tanto en el diseño como en la ejecución de sistemas de impermeabilización para edificaciones; el cual mostramos a continuación.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

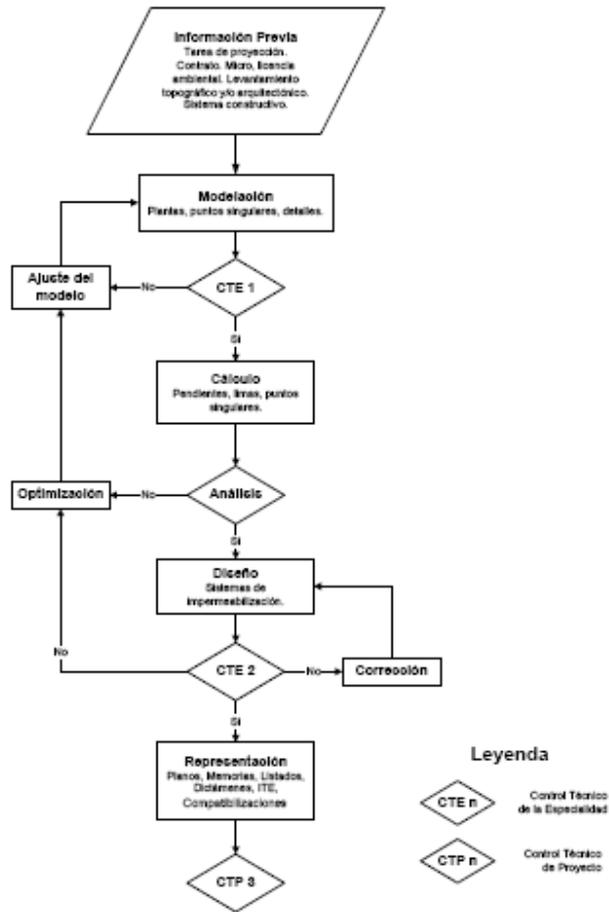


Figura 3.3. Proceso de diseño de impermeabilización. Fuente: Elaboración propia.

Descripción del proceso.

Este proceso de impermeabilización presenta las siguientes fases:

1. Información previa.
2. Modelación.
3. Control técnico de la especialidad 1 (CTE 1).
4. Cálculo.
5. Análisis.
6. Diseño.
7. Control técnico de la especialidad 2 (CTE 2).
8. Representación.
9. Control técnico de proyecto 3 (CTP 3).

En el plan de diseño o cronograma y de forma sistemática se realizan revisiones del diseño en las diferentes etapas, para comprobar si se han alcanzado los objetivos previstos. Las revisiones que se realizan durante el proceso son: el control técnico de la especialidad y el control técnico de proyecto, al realizar los mismos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

- ✓ Si los resultados comprobados satisfacen los requisitos previstos en los elementos de entrada del diseño.
- ✓ Corroborar que se cumple con los criterios que fueron definidos en la reunión de inicio.
- ✓ La incorporación de nuevos conocimientos y de mejores prácticas en la organización del diseño.
- ✓ Probar que se han cumplido con las características especiales relacionadas con el uso, medioambiente, dimensiones, funcionales, servicios, temperatura, seguridad, acabado y durabilidad.
- ✓ Confirmar que el diseño sigue los procedimientos establecidos por la organización.
- ✓ Asegurar que se han cumplido los requisitos técnicos- normalizativos y legales.
- ✓ Identificar cualquier no conformidad y darle tratamiento.

Información previa.

Se realiza una descripción clara que contenga componentes de entrada capaces para diseñar y como mínimo contendrán: tarea de proyección o programa que cubra las intenciones técnicas y de gestión, contrato, microlocalización, licencia ambiental levantamiento topográfico y arquitectónico y sistema constructivo.

✓ **Tarea de proyección:**

La tarea de proyección tiene como objetivo ser la vía para traducir las necesidades de la inversión a requerimientos de diseño, por lo que quedará conciliada las ideas del inversionista con el proyectista, que será el encargado de traducir estas ideas a una solución técnica de diseño, que sirva de base a la ejecución; siendo importante la participación del constructor y del suministrador. Esta es elaborada por el inversionista o personal designado por este, que en caso de no tenerlo, puede contratarlo a la entidad de diseño. La misma parte de la propuesta y tarea de inversión.

✓ **Contrato:**

Documento legal donde ambas partes cliente y proyectista plasman las obligaciones de los mismos, consignándose la cantidad de días que dura el proyecto, así como el precio de la documentación técnica a entregar. También deben aparecer las normas y regulaciones técnicas fundamentales que se van a utilizar y el sistema de pago. Firman las partes comprometidas.

✓ **Microlocalización:**

Documento que entrega Planificación física a su nivel correspondiente, municipal o provincial donde se establecen todas las regulaciones y requerimientos necesarios. Lo solicita el inversionista y apoya el Director de Proyecto.

✓ **Licencia ambiental:**

De ser necesario se solicita al CITMA haciendo contar que no existe ninguna afectación al medio ambiente o en caso contrario se establecen las regulaciones pertinentes.

✓ **Levantamiento topográfico:**

Consta con la ubicación de la obra y todas las características del terreno como relieve, vegetación, pendiente, etc.

✓ **Levantamiento arquitectónico:**

Contempla la solución dada por la especialidad de Arquitectura en cuanto al nivel de piso terminado (NTP), pendiente de la cubierta y todos los elementos que constituyan puntos singulares de la misma. Esto es en el caso de cubiertas existentes que conlleven reparación.

✓ **Sistema constructivo:**

Este contempla la solución constructiva de la cubierta, ya que la misma puede ser losa de hormigón "in situ" o prefabricada, viga-losa u otros, así como en las zonas de áreas húmedas y cimentación. De acuerdo a lo anterior se escoge el tipo de sistema de impermeabilización a emplear buscando siempre la mejor solución técnica y económica.

Modelación.

Basándose en los DTN se establece teniendo en cuenta también la solución arquitectónica de la cubierta todo lo referente a las pendientes, limas hoyas y limas tesas, puntos singulares, sistema de drenaje de la cubierta, el cual puede ser por caída libre, gárgola, forzado mediante tragantes y bajantes pluviales. Esto también se tendrá en cuenta para los muros y áreas húmedas y estructura para el caso de la cimentación.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

A partir de la realización del modelo de la planta se analizan los puntos singulares y los detalles.

Puntos singulares:

Todo accidente en la superficie de la cubierta, como: tragantes pluviales, muros verticales, bases de equipos, instalaciones pasantes, juntas de dilatación.

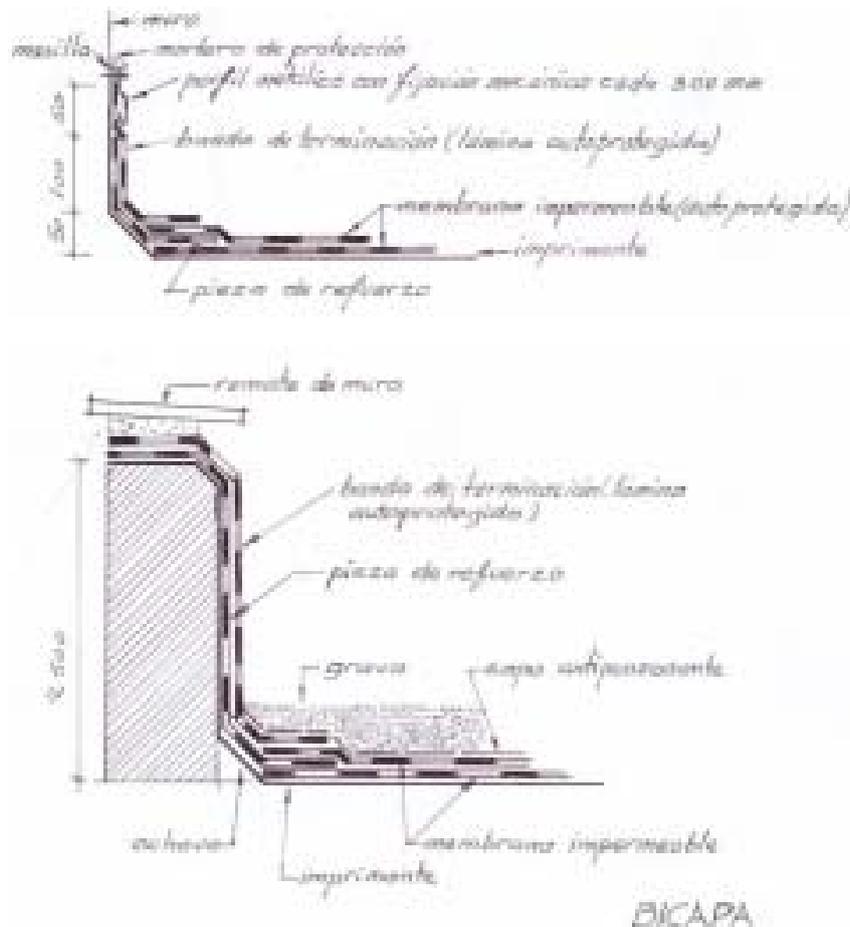


Figura 3.4. Detalle de los puntos singulares. Fuente: NC 55-2006.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

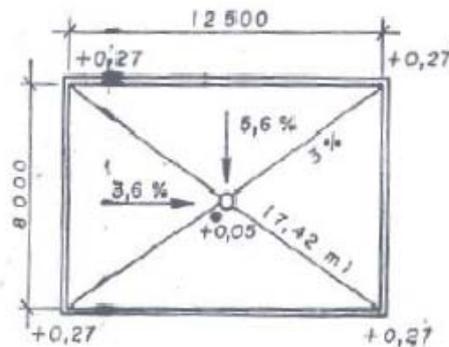


Figura 3.5. Detalle de planta contragante centrado. Fuente: Seminario de impermeabilización (Cruz, 2011).

Control técnico por especialidad (CTE 1).

Se revisa la conceptualización del diseño enfocada a la comprobación de los aspectos referidos en el epígrafe 3.4. El Especialista Principal es el encargado de revisar lo plasmado en el modelo, en el cual puede orientarse algún cambio por lo que se pasaría al ajuste del modelo.

Ajuste de modelo.

En este se revisan los cambios según lo señalado en el CTE 1, que pueden implicar aspectos que no cumplieron con lo indicado en la tarea de proyección, omisión de algunas de las regulaciones dadas en los dictámenes de los organismos consultores y orientaciones para mejorar la solución del diseño.

Cálculo de las pendientes, limas y puntos singulares.

✓ Pendiente:

Relación entre nivel máximo de la cubierta menos el nivel mínimo dividido por la distancia de la cubierta elegida al efecto, depende del sistema de impermeabilización a emplear y se expresa en por ciento.

✓ Lima hoya:

Intersección de dos vertientes en entrante, hacia donde las aguas escurren.

✓ Lima tesa:

Intersección de dos vertientes en saliente, desde donde las aguas escurren.



Figura 3.6. Detalles de Limahoya y Limatesa. Fuente: Seminario Terminaciones e instalaciones de edificaciones. (Vázquez, 2011).

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

Análisis de los resultados.

Se analiza la compatibilización de la solución dada con las especialidades, aplicación correcta de la DTN y todos los resultados que se originaron en el cálculo cumpliendo con los elementos de entrada, permitiendo optimizar la propuesta ya que puede tener incidencia en la economía y en la etapa de ejecución. Estos resultados a tomar se guardan en el expediente de servicio.

De no cumplirse algunos de los aspectos anteriormente citados se procederá a la corrección entrando entonces en la optimización.

Diseño del sistema de impermeabilización.

Según la Documentación Técnica Normalizativa (DTN) vigente, es decir de las Normas Cubanas y las Regulaciones de la Construcción, se realiza una búsqueda para dar cumplimiento a los requisitos establecidos del alcance y contenido para los proyectos de impermeabilización para proceder a la aplicación del sistema de impermeabilización adecuado y posteriormente a la representación.

Control técnico por especialidad (CTE2).

Se ejecuta por el especialista principal para verificar lo orientado en el CTE1.

Durante las etapas de las definiciones del diseño, así como por decisiones del Cliente, puede surgir la necesidad de hacer cambios y modificaciones en el diseño, de no cumplirse lo establecido se realiza una corrección con el objetivo de volver a analizar las fases que presentan dificultad o adecuaciones.

Representación.

La representación contempla la parte gráfica y escrita de todos los documentos que están implícitos en el proceso, los cuales son:

Planos: Se tienen en cuenta la planta, las secciones, los cortes y los detalles.

Memoria descriptiva: Documentación escrita de todo lo que se va ejecutar y cómo se va a ejecutar.

Listados: Los listados llevan consigo la lista de planos y de materiales donde se especifican los diferentes planos del montaje y materiales a emplear por las diferentes actividades.

Índices técnicos económicos:

A partir de los datos recogidos en la explotación se pueden generar una serie de indicadores técnico-económicos de gran utilidad tanto para la gestión de la explotación como para la realización de diagnósticos del sector y el planteamiento de estrategias de mejoras.

Compatibilizaciones: Es donde se ponen de acuerdo todas las especialidades que se van a tener en cuenta en el proceso para no interferir en la trazabilidad del mismo.

Tomando como referencia las especificaciones técnicas de la RC 9006:2001 "Alcance y contenido de la documentación de proyectos en la impermeabilización de cubiertas".

Control técnico de proyecto (CTP3).

Se realiza al final de la ejecución del servicio y antes de pasarlo a la Dirección del Sistema Integrado de Gestión para su verificación e impresión, ejecutándose conjuntamente con el resto de las especialidades. El director de proyecto es el responsable de ejecutarlo.

Conclusiones:

1. El estudio teórico del tema relacionado al mejoramiento continuo de los procesos demuestra que la estrategia del mismo se orienta a crear continuamente valor para el cliente, elevar el desempeño de los procesos y de la empresa a corto y largo plazo según los objetivos de mejora que se establezcan. Valorando lo antes expuesto se plantea el objetivo a desarrollar para diagnosticar el estado del arte actual en esta temática, decidiéndose realizar un análisis con vista a investigar la situación existente en el

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. *Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.*

procedimiento para el control de la calidad en el diseño de los diferentes sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

2. Los resultados de la investigación realizada, aplicando métodos de nivel empírico y matemáticos estadísticos que muestran la entrevista individual, encuesta e investigaciones precedentes, reveló la necesidad de revisar de forma íntegra el proceso del control de calidad de la especialidad de Arquitectura, dando a conocer que en este mismo proceso se encuentra la actividad de impermeabilización, por lo que se decidió independizar el diseño de impermeabilización para proteger los diferentes elementos que son vulnerables a las filtraciones y al fenómeno de la capilaridad.

3. Partiendo de los resultados obtenidos en el desarrollado del proceso, sobre todo el de la encuesta, se diseñó un flujograma para regir el control del diseño en la actividad de impermeabilización en edificaciones, lográndose independizarlo del flujograma de Arquitectura por las peculiaridades que este presenta. Con este nuevo diseño se logra que la entrada de datos, sean las específicas de la actividad de impermeabilización, así como los controles técnicos, verificación y validación del servicio; esto no implica que se tengan en cuenta también otras de carácter general.

Bibliografía:

1. Alvarez, Juan J. Cruz. 1984. *“Patología, Diagnóstico y Rehabilitación de Edificaciones”*. Matanzas : s.n., 1984.
2. Alvarez, Juan J. Cruz 1984. *“Mantenimiento y Recuperación de Edificaciones”*. Matanzas: s.n., 1984.
3. Alvarez, Juan J. Cruz. 2002. *Impermeabilización*. Matanzas: Seminario de Impermeabilización de edificaciones, 2002.
4. Alvarez, Juan J. Cruz. 2010. *Sistemas de impermeabilización de edificios*. Matanzas: XI Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción, XIII Congreso de Control de Calidad en la Construcción, 2010.
5. Botet, Idalí Chumacero. 2010. *Trabajo de Maestría: Procedimiento para el mejoramiento de los procesos del Sistema Integrado de Gestión de la Empresa de Proyecto de Arquitectura e Ingeniería (EMPAI)*. Matanzas: s.n., 2010.
6. Colectivo de autores. 2007. FCMS 02-02:07. Ficha de Proceso: Diseño. Ed. 01. SIG, EMPAI. 2007.
7. Colectivo de autores. 2011. MCMSH-C:11. Manual del SIG. Cap C: Alcance, generalidades y exclusiones. Ed. 02. SIG, EMPAI. 2011.
8. Colectivo de autores. 2007. ICMS 02-02-04: 07. Instrucción: metodológica para controles técnicos de proyectos. Ed. 01. SIG, EMPAI. 2007.
9. Colectivo de autores. 2007. ICMS 02-02-05: 07. Instrucción: determinación de los índices de calidad. Ed. 01. SIG, EMPAI. 2007.
10. Díaz, Estrella M. Álvarez. 2011. *Trabajo de Maestría: Procedimiento para el mejoramiento de los procesos en el Hotel SunBeach*. Matanzas: s.n., 2011.
11. Domínguez, Crescencia S. Iribe Andudi. 2012. *Trabajo de Maestría: Procedimiento para la aplicación del Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control en la Mini-planta de Helados “Alondras”*. Matanzas: s.n., 2012.
12. Echazábal, Lucrecia Pérez. 1995. *“Humedad en las Construcciones”*. CETA. ISPJAE. Ciudad de La Habana. Cuba. 1995.
13. *Encuestas: metodología para su utilización*. Oncins de Frutos, Margarita. 2012, España: s.n., 2012.
14. Fernández, E. Michelena. 2005. *“Mejoramiento continuo de la calidad”*. Departamento de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería Industrial. ISPJAE. Ciudad de la Habana, 2005.
15. Hernández, Luis E. Peréz. 2006. *Trabajo de Maestría: Recomendaciones constructivas para el Mejoramiento del servicio de los sistemas de impermeabilización de cubiertas. Caso de estudio: “Viviendas del Reparto 26 de Julio”*. Sancti Spiritus: s.n., 2006. (Consultado marzo del 2012).
16. <http://www.arqhys.com/construccion/impermeabilizantes.htm> (Consultado marzo del 2012).

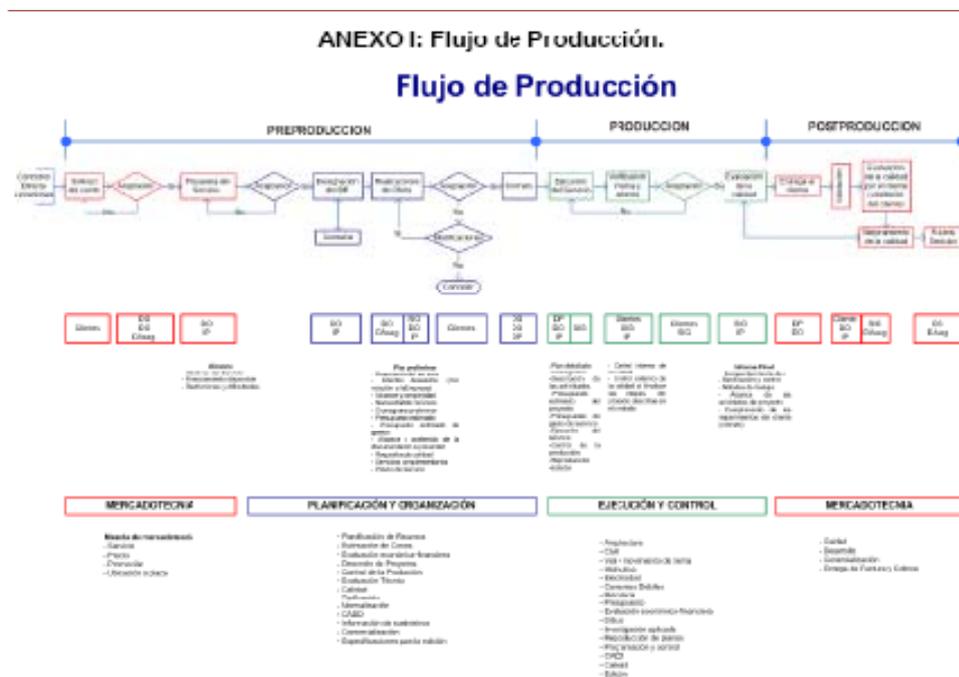
Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. *Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.*

17. <http://ciam.ucol.mx/villa/Construcci%F3n/Archivos/impermeabilizantes.doc> (Consultado marzo del 2012).
18. <http://www.monografias.com/trabajos82/evaluacion-calidad-gestionempresarial/> evaluacion-calidad-gestion-empresarial.shtml (Consultado marzo del 2012).
19. <http://www.cosmos.com.mx/d/tec/430f.htm> (Consultado marzo del 2012).
20. <http://www.suplementoimpermeabilizate.com/2011/07/historia-de-laimpermeabilizacion/> (Consultado marzo del 2012).
21. <http://www.suplementoimpermeabilizate.com/2011/07/como-aplicar-unimpermeabilizante/> (Consultado marzo del 2012).
22. <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/sistemas-gestion-calidad-satisfaccion-cliente.htm> (Consultado marzo del 2012).
23. http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_de_Impermeabilizaci%C3%B3n (Consultado marzo del 2012).
24. http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_Calidad (Consultado abril del 2012).
25. http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3n_de_la_calidad (Consultado abril del 2012).
26. http://calidad-gestion.com.ar/servicios/consultoria_iso_9000.html (Consultado abril del 2012).
27. <http://impermea30.blogspot.com/2011/11/la-impermeabilizacion-y-suimportancia.html> (Consultado abril del 2012).
28. http://www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_mejora_continua.html (Consultado abril del 2012).
29. http://www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_indice.html (Consultado abril del 2012).
30. http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_civil/asfalto/default.asp (Consultado mayo del 2012).
31. http://es.wikibooks.org/wiki/Patolog%C3%ADa_de_la_edificaci%C3%B3n/Cubiertas_planas/inspeccion_y_control (Consultado mayo del 2012).
32. *Impermeabilización de cubiertas ejecutadas en el lugar y prefabricadas.* González, Salvador Gomila et al. 2012. Cuidad de La Habana: Tabloide "Con tus propias manos. Cómo construir y mantener tu vivienda", 2012, Vol. II.
33. Juran, J.; Gryna, F. 2001. "Manual control de la calidad". España: McGraw-Hill, Interamericana de España, 2001.
34. Morvan, Fernando B. Zetina et al. 1987. "Materiales y procedimientos de construcción". México: s.n., 1987.
35. NC 140:2002. *Ejecución de impermeabilización de cubiertas mediante sistemas de enrajonado y soldadura. Código de buenas prácticas.* Vig. 2002.
36. NC 141:2002. *Diseño y construcción de cubiertas mediante sistemas de enrajonado y soldadura. Especificaciones.* Vig. 2002.
37. NC 164:2002. *Láminas asfálticas. Especificaciones.* Vig. 2002.
38. NC 55:2006. *Construcción. Impermeabilización de cubiertas con láminas asfálticas.* Vig. 2006.
39. NC 142:2010. *Ejecución de impermeabilización de cubiertas mediante láminas asfálticas. Código de buenas prácticas.* Vig. 2010.
40. NC ISO 9000:2005. *Sistema de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabularios.* Vig. 2001.
41. NC ISO 9001:2008. *Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.* Vig. 2008.
42. NC ISO 9004:2009. *Gestión para el éxito sostenido de una organización-Enfoque de gestión de la calidad.* Vig. 2009.
43. Puiggari, Federico Ulsamer. 1963. "Las Humedades en la Construcción". España: CEAC, S.A. Barcelona, 1963.
44. RC 1048:1987. *Impermeabilización de áreas húmedas. Requisitos de proyecto.* Vig. 1987.
45. RC 1049:1986. *Impermeabilización de terrazas, galerías y otras áreas de circulación expuestas. Requisitos de proyectos.* Vig. 1986.
46. RC 1056:1986. *Hormiter en cubiertas. Requisitos de proyectos.* Vig. 1986.
47. RC 1079:1989. *Sistema de impermeabilización de cubiertas con tejas criollas. Requisitos de proyecto.* Vig. 1989.
48. RC 1080:1989. *Sistema de impermeabilización de cubiertas con tejas francesas. Requisitos de proyecto.* Vig. 1989.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

49. RC 9003:2000. *Protección de las edificaciones contra la humedad y el agua contenida en el suelo. Requisitos de proyecto.* Vig. 2000.
50. RC 9006:2001. *Alcance y contenido de la documentación de proyecto en la impermeabilización de cubiertas.* Vig. 2001.
51. RC 3182:1988. *Hormiter en cubiertas. Requisitos de ejecución.* Vig. 1988.
52. RC 3192:1989. *Sistema de impermeabilización con tejas criollas. Requisitos de ejecución.* Vig. 1989.
53. RC 3193:1989. *Sistema de impermeabilización de cubiertas con tejas francesas. Requisitos de ejecución.* Vig. 1989.
54. RC 2:2007. *Edificaciones. Diseño y construcción de cubierta.* Vig. 2007.
55. Ricol, Ada E. Portero. 2002. "Algunas Acciones para la Conservación de Entrepisos y Cubiertas. Caso de Estudio: La Habana Vieja". Evento: V Conferencia Científico Técnica de la Construcción, celebrada en Ciudad de La Habana del 1 al 3 de abril de 2002.
56. *Sistema de impermeabilización para edificaciones.* Alvarez, Juan J. Cruz.2010. Matanzas: Revista de Arquitectura e Ingeniería, 2010.
57. Suárez, Y. Acosta. 2006. "Procedimiento para el mejoramiento de los procesos del sistema de gestión de la calidad en el centro nacional de biopreparados". ISPJAE. Ciudad de La Habana, 2006.
58. Vázquez, María L. Rivada. 2011. *Diseño geométrico de cubiertas.* Ciudad de La Habana: CUJAE. 2011.
59. Vázquez, María L. Rivada. 2011. *Cubiertas.* Ciudad de La Habana: CUJAE. 2011.

ANEXOS



Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

ANEXO II: Encuesta sobre impermeabilización.

Estimado(a) profesional:

Necesitamos su cooperación en la realización de la siguiente encuesta, que persigue el objetivo de recoger información sobre el conocimiento para el diseño de los diferentes sistemas de impermeabilización de mayor uso y profusión en el país.

Solicitamos cuidado en las respuestas ya que los resultados son parte esencial en el Trabajo de Diploma para un estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, en la Universidad de Matanzas, *Camilo Cienfuegos*.

De antemano agradecemos su colaboración.

Sección A: Antecedentes.

1. Profesión u oficio.
2. Empresa u organismo al que pertenece o en el que labora.
3. Diga los años de experiencia en la actividad de impermeabilización, según corresponda:
Diseño _____ Ejecución _____

Sección B: Encuesta a los profesionales sobre los sistemas de impermeabilización.

1. Conoces la Documentación Técnica Normalizativa (DTN) sobre impermeabilización de edificaciones.
Sí _____ No _____
2. Utilizas la DTN según las soluciones de cubiertas e impermeabilización seleccionadas para el diseño.
Sí _____ No _____
3. Marque con una (X) las soluciones de cubiertas recomendadas en la NC 55-2006.
 1. Pesadas:
 - Elementos prefabricados: losa spiroll y otras.
 - Cubiertas de hormigón armado construidas *in situ*.
 - Cubiertas de viguetas y bovedillas de hormigón.
 - Cubiertas de hormigón armado aligeradas con bloques de hormigón ligero.
 - Cubiertas de hormigón armado aligeradas casetonadas.
 2. Ligeras:
 - Cubiertas con tejas acanaladas de asbesto-cemento.
 - Cubiertas con canalón.
 - Cubiertas con tejas criollas.
 - Cubiertas con tejas francesas.
 - Cubiertas con guano.
 - Cubiertas con elementos de policarbonato y metacrilato, ambos transparentes o de celdillas.
 - Cubiertas con tejas acanaladas translúcidas de PVC reforzado con fibra de vidrio.
4. Marque con una (X) las técnicas de impermeabilización existente en el país y que conozcas.
 - Sistema de enrajonado y soldaduras.
 - Sistema con lamisfal y lamisfal ALU.
 - Sistema con fieltro saturado, inorgánico y colocado con asfalto catalítico.
 - Sistema con manta asfáltica autoprottegida.
 - Sistema con tejas criollas.
 - Sistema con tejas francesas.

Ing. Reyna Caridad Alba Cruz, MSc. Ing. Juan José Cruz Álvarez, Ing. Agustín Alfonso Posada. Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones.

5. Tienes en cuenta en las áreas húmedas y soterradas las soluciones de impermeabilización recomendadas en la DTN.

Sí _____ No _____

6. ¿Contemplas en las soluciones de diseño la Agresividad del Medio?

Sí _____ No _____ A veces _____

7. Marque con una (X) de acuerdo a las condicionantes que se plantean.

- Ubicación de la Obra.
- Velocidad y Dirección de los vientos.
- Temperaturas
- Humedad Relativa.
- Ocurrencia de huracanes.

8. Te has superado mediante Cursos de Postgrado sobre esta temática.

Sí _____ No _____ ¿Cuáles?

Muchas Gracias

ANEXO III: Resultado de la encuesta.

No	Pregunta 1		Pregunta 2		Pregunta 3		Pregunta 4						Pregunta 5		Pregunta 6			Pregunta 7					Pregunta 8		
	si	no	si	no	CP	CL	1	2	3	4	5	6	si	no	si	no	a veces	1	2	3	4	5	si	no	
1	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
2	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
3	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
4	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
5	x		x		x		x	x		x	x	x	x												x
6	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
7	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
8	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
9	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
10	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
11		x		x		x		x		x	x	x	x			x									x
12	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
13	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
14		x		x		x		x		x	x	x	x		x					x		x			x
15	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
16	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
17	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
18	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x										x
19	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x										x
20	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
21	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
22	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
23	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
24	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
25	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x					x		x			x
Total	23	2	23	2	23	9	23	23	10	24	24	21	24	0	23	1	0		20	14	16	16	12	10	6
%	92	8	92	8	92	36	92	92	40	96	95	84	95	0	92	4	0		80	56	64	60	48	75	24