

# **Evaluación de nuevos materiales en la recuperación de edificios de viviendas en zonas de valor. Estudio de caso Malecón Tradicional de la Habana**

MSc. Arq. Ricardo Machado Jardo

Dra. Arq. Ada Portero Ricol

*Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba*

## **ABSTRACT**

In Cuba, the constructions, in a general way, are subjected to a process of marked deterioration, given by the lack of systematic maintenance, the envelope exploitation, the bad quality of the materials and the processes of execution inadequate employees in the constructive carried out interventions.

In the last half a decade, they have been carried out constructive interventions to a group of constructions of housings of the Traditional Pier with new materials but without achieving a substantial advance neither a durable recovery of the same ones. The specialists possess approaches divided on if it is adapted or not the use of these materials. However, a real evaluation of the effectiveness of these solutions doesn't exist in front of those considered as traditional.

This work shows the results of the investigation carried out by the author to opt for the grade of Máster in social Housing and its tutor. He is carried out an approach to the use and development of these New Materials in Cuba. The solutions are evaluated for the alterations identified in the Pier as much with traditional materials as with the new materials as for execution speed, durability and annual costs and he/she is defined which is the most suitable solution to face the recovery of the same ones.

Key words: conservation, durability, interventions, materials, recovery.

## **EVALUACIÓN DE NUEVOS MATERIALES EN LA RECUPERACIÓN DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN ZONAS DE VALOR. ESTUDIO DE CASO MALECÓN TRADICIONAL DE LA HABANA.**

### **INTRODUCCIÓN**

En el mundo actual se hace cada vez más importante el aprovechamiento de las zonas urbanas existentes y por lo tanto la conservación del patrimonio edificado especialmente el dedicado a vivienda.

En Cuba a pesar de que parte del fondo habitacional sobrepasa el tiempo de su vida útil, es preferible conservarlo que demolerlo y construir de nuevo. Se pretende alargar su uso de forma eficiente, lo que significa que cualquier intervención constructiva que se haga en estas edificaciones debe eliminar las causas que provocan los daños y mejorar las condiciones constructivas de los mismos.

La característica fundamental del fondo edificado es el gran deterioro causado por la sobreexplotación por parte de sus residentes unido a intervenciones constructivas erróneas, ejecutadas con materiales de mala calidad y agudizado con la falta total de mantenimiento.

El Malecón Tradicional presenta más del 80 % del fondo construido dedicado a vivienda, éstas se encuentran en un estado técnico clasificado por la Dirección de Arquitectura de la Oficina del Historiador de la Ciudad de la Habana de Regular a Malo.

No obstante, a pesar de esto, el Plan Maestro para la Rehabilitación Integral de la Habana Vieja<sup>1</sup> y específicamente su Oficina de Plan Malecón, se ha propuesto conservar estas viviendas como parte del ambiente urbano de la ciudad por ser la unión del frente marítimo entre La Habana Vieja y la Habana Moderna y por el valor que tienen como conjunto. Por tal razón se ha propuesto lograr de forma organizada y progresiva con el apoyo de los residentes, la recuperación de las viviendas, realizando acciones emergentes que permitan evitar el colapso y detener el deterioro más acuciante, para lograr la recuperación total y final de las edificaciones. Estas acciones incluyen transformaciones constructivas.

Hasta el momento se han realizado intervenciones constructivas, que no logran eliminar las causas que provocan los deterioros, por lo que se mantienen las alteraciones y se incurre en gastos reiterados sin lograr una mejora sustancial de las condiciones de vida de los habitantes.

Por ello durante el último lustro se han realizado intervenciones constructivas con nuevos materiales para acelerar el proceso de recuperación de los inmuebles pero no han tenido los resultados esperados por los especialistas.

por todo lo anteriormente expuesto es que en las acciones constructivas de conservación del patrimonio específicamente en el malecón tradicional de La Habana, se enfrenta la disyuntiva de seguir usando los nuevos materiales o volver a los materiales tradicionales, y sobre este tema tratará fundamentalmente este documento

## NUEVOS MATERIALES EN CUBA. APLICACIÓN Y TENDENCIAS ACTUALES

El término Nuevos Materiales resulta algo ambiguo e inexacto al no poder definir hasta cuando es nuevo o no, pues ello quedaría a la apreciación del usuario. Podría ocurrir que lo que fuera un Nuevo Material en este instante lo dejara de ser dentro de dos días al surgir un material que tenga nuevas características y que aporte las mismas o nuevas prestaciones, e incluso que aportara las mismas prestaciones pero resultara más económico y con un consumo menor de recursos.

En Cuba se define como Nuevos Materiales a un gran conjunto de materiales y productos donde se encuentran los materiales compuestos (aquellos materiales que presentan unas elevadas propiedades mecánicas, baja densidad, facilidad de montaje y construcción, sencillez de su reparación y refuerzo y su posibilidad de reciclado son el resultado de la combinación de otros materiales comerciales ya existentes<sup>2</sup>), y los materiales nanoestructurados (son materiales que sus propiedades físicas y químicas pueden ser moduladas sistemáticamente por la variación del tamaño, facilitando el diseño de nuevos materiales con un menor consumo de recursos naturales<sup>3</sup>.)

De los sesenta y cinco especialistas con más de diez años de experiencia y los técnicos y operarios con más de quince años que fueron encuestados identificaron como Nuevos Materiales a aquellos materiales que presentan características de ambos un total de cincuenta y siete lo cual representa el 88%.

<sup>1</sup> En la actualidad también se encarga del planeamiento de la rehabilitación integral de Malecón y el Barrio Chino.

<sup>2</sup> Bosch Cantallops, Carlos y Hué García, Fernando, 2004, pp 117-122.

<sup>3</sup> Arenas Cabello, Francisco J, 2007, pp 1101-1111

Es decir, que para esta investigación se asume que los nuevos materiales son aquellos que han sufrido transformaciones en sus propiedades físicas y químicas a nivel subatómico aportándole nuevas características y permitiendo brindar nuevas prestaciones (Incluido la combinación de estos materiales con otros ya existentes en el mercado.) y que en su elaboración existe un ahorro de recursos y amplias posibilidades de reciclarse.

En Cuba el desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías y materiales tienen poco más de veinte años. Las nuevas tecnologías han sido aplicadas muy parcialmente en obras muy puntuales que más que intervenciones pioneras resultan “raras avis” dentro del sector constructivo cubano.

En la actualidad se realizan estudios del impacto que han causado en su aplicación para adquirir algunas tecnologías a países europeos con el objetivo de mejorar las propiedades de los materiales.

Sin embargo, según el criterio del 77% de los expertos consultados, el sector de producción de materiales cubana no tiene condiciones para enfrentar el uso de las nuevas Tecnologías debido a lo obsoleto de los laboratorios para los ensayos de laboratorio para comprobar sus prestaciones, la carencia de una estabilidad en las características de las materias primas y la falta de equipamiento en los centros para la investigación. Por tanto la incorporación de las nuevas tecnologías y las posibilidades para un desarrollo cubano de las mismas no es viable a corto o mediano plazo

Por su parte, los Nuevos Materiales fueron introducidos principalmente por empresas españolas e italianas a mediados de la década de los años 90. Aplicados en las nuevas obras del sector turístico en la Ciudad de la Habana y en Varadero. A finales de esa década la Oficina del Historiador de Ciudad de la Habana comenzó su aplicación en labores de rehabilitación de edificaciones patrimoniales. Estos materiales han sido utilizados en otros lugares del país.

En visitas a diferentes centros históricos (Habana Vieja, en La Habana; Cienfuegos en Cienfuegos, Trinidad en Sancti Spiritus, Camagüey en Camagüey, y Santiago de Cuba en Santiago de Cuba) y el autor de este trabajo pudo verificar en cada sitio el uso y resultados obtenidos por la aplicación de estos materiales para lo que se hicieron consultas a 45 especialistas que han desarrollado por más de diez años labores de investigación, de proyecto y de ejecución y se visitaron obras ya intervenidas o en construcción. (fig 1)



Fig.1 Zonas visitadas para la investigación. Esquema del autor

En todos los sitios visitados los Nuevos Materiales están siendo utilizados de formas diferentes. Mientras en Ciudad de la Habana, Santiago de Cuba y Trinidad estos productos son utilizados en cualquier tipo de edificación a rehabilitar, siendo el criterio de selección las prestaciones del producto ante la gravedad de la alteración; en Cienfuegos y Camagüey sólo se aplica en edificaciones dedicadas al turismo o con funciones educativas – culturales.

En general los Nuevos Materiales se utilizan fundamentalmente para evitar la corrosión de las estructuras metálicas en los hormigones, frenar la acción del salitre, para el tratamiento de grietas y fisuras, para combatir la humedad, consolidación de muros, como puentes de adherencia, impermeabilización de cubiertas, o para lograr mejores propiedades en los morteros

Las principales limitaciones que tienen el uso y desarrollo de estos materiales en Cuba son los precios que presentan en el mercado internacional, los cuales se incrementan sustancialmente al no poderse comprar en los E.E.U.U. y tener que realizar las operaciones de compra y envío desde Europa. Otro de los problemas es el desconocimiento de sus propiedades y características por los inversionistas, proyectistas o ejecutores en la etapa de proyecto unido a la falta de capacitación de los operarios que están en las obras. Otra de las características que se identificó como parte de la aplicación de estos materiales, es que los operarios cubanos combinan los nuevos materiales con los materiales y las técnicas tradicionales de la construcción, debido a que no es viable desde el punto de vista económico al país, la adquisición de las cantidades necesarias para aplicarlos en las intervenciones de recuperación constructiva.

#### CARACTERIZACIÓN DEL MALECÓN TRADICIONAL

El Malecón Habanero se extiende en el límite norte de la provincia La Habana desde la entrada de la bahía hacia el oeste, por más de 6 kilómetros, hasta la desembocadura del río Almendares, sirviendo de transición entre la ciudad y el mar. (fig 2)



Fig. 2 Malecón Habanero. Esquema del autor

Construido durante la primera mitad del siglo XX en él se encuentran importantes ejemplos de la arquitectura de ese período en Cuba. Se conoce como Malecón Tradicional a la sección del mismo construida entre 1901 y 1919 y que se desarrolló desde las calles Paseo del Prado, al este, hasta la calle Belascoaín al oeste, limitado al norte por el mar y al sur por la calle San Lázaro. (Fig 3)

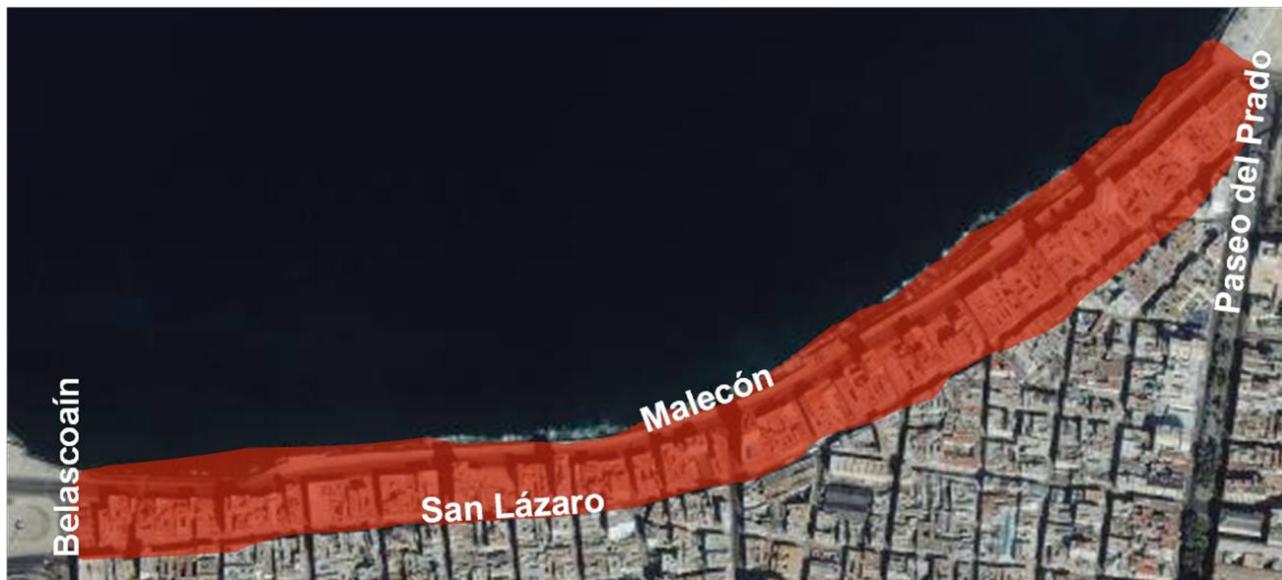


Fig. 3 Malecón Tradicional. Zona de Estudio. Esquema del autor

El Malecón Tradicional ocupa un área de 8,2 hectáreas, con una densidad de 788 habitantes y 230 viviendas por hectárea. Existen 302 lotes de los cuales 259 están construidos sumando un total de 1888 viviendas divididas en 385 unifamiliares, 648 apartamentos y 819 en ciudadelas. El total de habitantes es de 6464 con una densidad de 3,4 habitantes por vivienda<sup>4</sup>.

Esta franja está conformada por 14 manzanas edificadas caracterizadas por la alta ocupación del suelo y el hacinamiento. Está dividida en tres grupos; Malecón (para la zona favorecida por su localización al tener por uno de sus frentes al mar); San Lázaro Norte (para las edificaciones que se ubican al sur de las 14 manzanas) y San Lázaro Sur (los lotes que se ubican a lo largo de la calle San Lázaro en la segunda línea de manzanas)

El perfil de la zona tiende a la horizontalidad con predominio de la fachada continua de marcado carácter ecléctico con una altura de 3 – 4 niveles tradicionales y algunos acentos dados por edificios modernos construidos en la segunda mitad del siglo XX. (fig 4)

Las manzanas de esta zona tienen dimensiones que varían entre 60 y 180 metros de largo y 40 y 50 metros de ancho predominando la medianería. Dan continuidad a la retícula del municipio Centro Habana o giran a 45 grados con la retícula existente por la inflexión del litoral. La franja edificada se caracteriza por la continuidad, con lotes de diferentes dimensiones, variando de 7 a 40 metros de ancho y de 10 a 50 metros de profundidad. El lado más estrecho de los lotes da a Malecón o San Lázaro, no a las calles perpendiculares a estas vías principales<sup>5</sup>. Las edificaciones presentan un portal público de 3 metros de ancho que da al Malecón, los puntales en planta baja son de 5 a 6 metros de altura y las primeras plantas sobre elevadas un metro respecto al nivel de la calle. La mayoría de las edificaciones son de muros de ladrillo y entresijos de viga y losa, se encuentran en muy mal estado debido a la acción de los iones cloruros y las penetraciones del mar, lo que ha ocasionado que el salitre esté presente en el interior. La arquitectura es volumétrica y maciza con la utilización de balcones en las edificaciones. La paleta de color varía, aunque en estos momentos por el deterioro de las edificaciones el Malecón es casi “totalmente pétreo”, con los materiales a vista como el ladrillo ya sin ningún tipo de recubrimiento.

<sup>4</sup> Datos brindados por en la entrevista realizada a la Msc. Arq. Sofía Martínez Guerra, asesora para la restauración de la Oficina de Inversiones de Plan Malecón; marzo de 2011.

<sup>5</sup> Alfonso, Indira. y González, Heidi., 2008,



Fig. 4 Perfil del Malecón Tradicional. Foto del Autor

En general, las edificaciones se caracterizan por ser alargadas y estrechas siendo el frente el lado menor, patio lateral estrecho, recibidor, zaguán, ubicado a un costado o al frente, permitiendo la vinculación entre el espacio público exterior y el espacio privado interior. (fig 5)

Transición portal-patio, sala al frente y costado opuesto del zaguán, seguida de la saleta en algunas ocasiones y vinculada al exterior por vanos y ventanas. Comedor generalmente al comienzo o final del patio, vinculado a la cocina a través del mismo o directamente y cercanas a ambas piezas al área de servidumbre en las casas de jerarquía. Las habitaciones se ubican en las áreas centrales de la vivienda y de frente al patio lateral, garantizando una buena iluminación y ventilación. El baño situado a continuación de las mismas o intercalado entre habitaciones. En ocasiones aparece al fondo de la parcela cercano a la cocina<sup>6</sup>

6

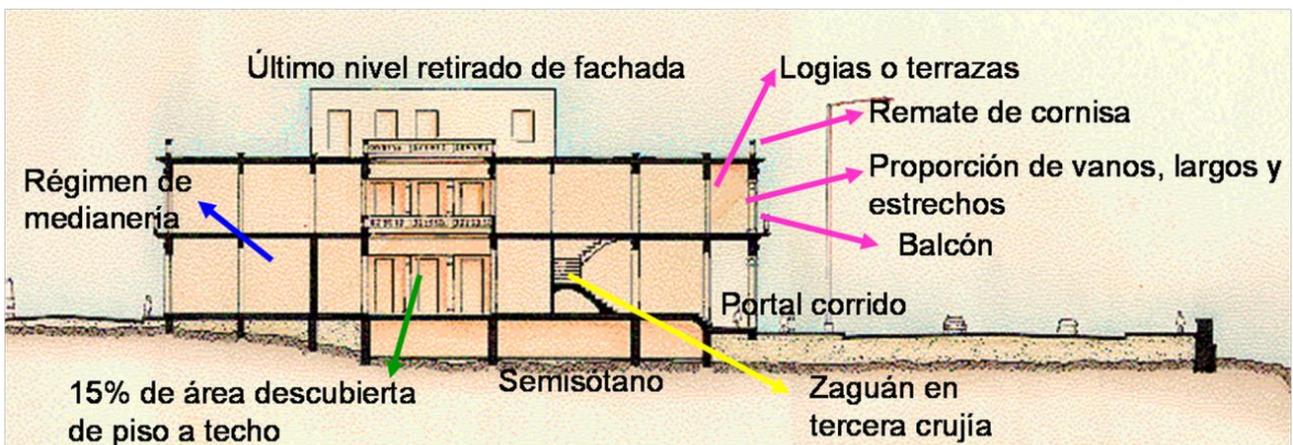


Fig. 5 Esquema de las viviendas del Malecón Tradicional. Autor Indira Alfonso

<sup>6</sup> Ídem

Estas edificaciones han sufrido intervenciones una y otra vez hasta llegar al “Malecón de hoy” con edificios antiguos con transformaciones de tal magnitud que es difícil identificar la distribución original del espacio. Además han sufrido desgloses horizontales, subdivisión de locales con la consecuente disminución de área y requerimientos mínimos de ventilación e iluminación, cierres parciales de patios, barbacoas y una sobre explotación de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas junto a la carencia de un plan de mantenimiento preventivo frente a un medio tan agresivo.

En el año 1994 se crea la Oficina de Proyectos para la Rehabilitación del Malecón, en colaboración con la Junta de Andalucía. Esta entidad comenzó el estudio de la zona iniciando el Plan Especial de Rehabilitación Integral. Al año siguiente se integra a la Oficina del Historiador de la Ciudad. En 1997 concluyen los estudios para la confección del Plan Especial de Rehabilitación Integral con la participación de arquitectos de la Junta de Andalucía. La Comisión Nacional de Monumentos en su Resolución 158/97 declara las 14 manzanas y el Parque Antonio Maceo Zona de Valor Histórico-Cultural. A finales de 2004 e inicios del 2005 se realiza una revisión de los objetivos trazados y se formulan nuevas estrategias para la rehabilitación.

Uno de los principales problemas enfrentados por la Oficina de Rehabilitación del Malecón es que las intervenciones constructivas realizadas con materiales tradicionales no resolvieron las alteraciones, tampoco se eliminaron las causas, que las provocan además se propuso acortar los planes de mantenimiento; por lo que se comenzaron a utilizar Nuevos Materiales en las acciones constructivas ante los malos resultados de las acciones realizadas hasta el momento.

## EDIFICACIONES DE VIVIENDAS INTERVENIDAS

Las 16 edificaciones que conforman la muestra quedan divididas en 15 en la zona de Malecón y una en San Lázaro Norte Estos inmuebles fueron construidos en dos épocas fundamentales, desde 1925 hasta 1949 (conformando el 81% de la muestra) y entre 1990 y 1999, estos últimos edificados como inmobiliarias pero respetando las dimensiones, puntales y características morfológicas de las edificaciones de la zona.

Predominan las edificaciones con dos o tres niveles, aunque también se incluyen dos inmuebles que superan esta cantidad, uno con 5 niveles y el otro con 8 niveles. En 12 de los 16 casos (75 %) existen viviendas en la cubierta, las cuales constituyen añadidos realizados por los inquilinos.

De las 16 edificaciones 5 son de esquina (31,2%) y 11 son medianeras (68,7%), de estas 2 atraviesan la manzana teniendo fachadas por Malecón y por San Lázaro.

Los sistemas constructivos utilizados son para las edificaciones construidas entre 1925 y 1946 muros de carga, (10 edificios para un 62,5%) y las edificaciones de 1949 a 1999 con sistema esqueleto de hormigón armado. (6 inmuebles que representan un 37,5%). Como cierres verticales existen tres tipos, muros de ladrillos que coinciden con los inmuebles que tienen muros de carga como sistema constructivo, muros de bloque de hormigón (identificado en las edificaciones que tienen sistema de esqueleto) en 5 edificios (31,2%) y un caso con muros de ladrillo y mampuesto, al ser una vivienda que originalmente solo presentaba dos niveles y se le agregó otro y un añadido en la cubierta de este último.

En el caso de los sistemas de cierres horizontales, igualmente existen tres soluciones identificadas en la muestra. La primera es el sistema Viga y Losa<sup>7</sup>, representada en el 50% de la muestra (8 edificios), la segunda es la losa monolítica de hormigón armado presente en 7 inmuebles (43,7%) y en el mismo inmueble que presenta dos sistemas de cierres horizontales, aquí combina la Viga y

<sup>7</sup> está formada por vigas metálicas dispuestas de forma paralela entre si con un distanciamiento de entre 0,8 y 1 m. Se emplea para cargas menores a 250 Kg. / m<sup>2</sup>. Este sistema se utiliza en las primeras tres décadas del siglo XX. en La Habana.

Losa de los niveles inferiores con la losa de hormigón armado para el 3er nivel y el añadido en la cubierta

En la totalidad de las cubiertas se utilizó como sistema de impermeabilización el enrajonado y soladura<sup>8</sup>. En 15 de las 16 edificaciones (93,7%) se conserva actualmente y en un sólo caso este fue sustituido por los propietarios por gres cerámico antiresbalante para utilizarlo como gimnasio. La evacuación de las aguas pluviales es por conductos empotrados en los cierres verticales.

En la carpintería utilizada predomina la de madera que originalmente se encontraba en las edificaciones anteriores a 1990 y sólo las ejecutadas posteriormente utilizaban PVC. En la actualidad tres edificaciones han sufrido transformaciones por parte de sus propietarios en la carpintería, pasando dos de ellas a utilizar aluminio y la restante una combinación de marcos de PVC y el resto de los elementos de madera.

La cantidad de apartamentos por inmueble oscila entre 1 y 26 siendo la media de 7 por inmueble, la media por nivel es de 2 apartamentos. La población total que habita los edificios son 293 personas (para un promedio de 18 personas por inmueble y 6 por nivel.<sup>9</sup>

## INTERVENCIÓNES CONSTRUCTIVAS

Las intervenciones constructivas responden a soluciones para eliminar alteraciones y causas que deterioran a las edificaciones. En la muestra que conforma el estudio de caso se identificaron un grupo de alteraciones clasificadas en los grupos según los criterios de las Arq. Monteagudo<sup>10</sup> y Arq. Portero<sup>11</sup>: Alteraciones Verticales (53 casos para el 35%), Alteraciones Horizontales (54 casos para el 36%), y Alteraciones en Terminaciones (44 casos para el 29%).

Las alteraciones verticales que son las que se localizan en los paramentos, más recurrentes son el Desprendimiento del revestimiento (14 casos) localizado en las fachadas, en el 1er nivel y en los interiores fundamentalmente en las dos primeras crujías. Las Manchas de Humedad (10 casos), las Eflorescencias (7 casos) localizadas en cualquier parte de la edificación pero con mayor magnitud de superficie en los dos niveles inferiores de los inmuebles. Son 7 casos de abofados del revestimiento y 5 de Erosión de los muros, estas dos alteraciones se localizan en las fachadas y en la primera crujía de la planta baja.

Las grietas en los muros con 6 casos se localizan en diferentes partes de las edificaciones predominan en las dos primeras crujías. Las otras dos alteraciones identificadas son fisuras y oxidación de aceros en columnas, ambos detectados en portales.

En el caso de las alteraciones horizontales, que son las que se localizan en los techos, cubiertas, o las que se localizan en las partes horizontales de la edificación, las Manchas de Humedad dispuestas en los entresijos del primer y segundo nivel suman 6 casos. Existen 15 casos de pérdida o desgaste de las soladuras en pretilos y cubiertas y 9 casos de desprendimiento del revestimiento coexistiendo con las manchas de humedad. la oxidación de las vigas de acero en 12 de las 16 viviendas. Aunque puede encontrarse en cualquier parte de los entresijos de las edificaciones, predominan en el portal y en las dos primeras crujías. La otra alteración con 3 casos identificados son las grietas horizontales localizadas fundamentalmente en balcones y el portal.

En el caso de las alteraciones en las terminaciones se dividen en 15 casos de pérdida de pintura, alteración que aunque es general en toda la edificación se evidencia en mayor grado en las fachadas, portales y primeros niveles de las edificaciones. Además existen deterioros de enchapes en pisos y

<sup>8</sup> la soladura aporta resistencia superficial y logra la impermeabilidad aunque un por ciento de agua se filtre por ella hacia el enrajonado cuando las lluvias son abundantes y prolongadas. Esta agua en el enrajonado se evaporará por la misma losa provocando un descenso en la temperatura de la soladura y en la cubierta.

<sup>9</sup> Dato aportado por la Oficina del Plan de Rehabilitación del Malecón.

<sup>10</sup> Monteagudo, Idannis., ,2001,

<sup>11</sup> Portero, Ada., 2000,

escaleras donde las piezas del mismo han desaparecido, mutilaciones y deformaciones en la herrería y ausencia de los elementos de carpintería.

La metodología empleada en esta investigación consistió en recopilar la información de los diagnósticos realizados a las edificaciones de la muestra en la primera y segunda intervenciones constructivas que se llevaron a cabo por la oficina de proyectos. En ambas se verificó el tipo de materiales usados y la efectividad de la intervención específicamente en cuanto a durabilidad de las mismas. (TABLA 1)

Dirección	Alteraciones identificadas en la 1 <sup>ra</sup> inspección	Fecha de conclusión de la intervención	Tiempo transcurrido entre concluidos los trabajos y la inspección	Alteraciones identificadas en la 2 <sup>da</sup> inspección
Malecón No.25 e/ Prado y Cárcel	11	Marzo 2008	42 meses	6
Malecón No.201 e/ Blanco y Águila.	6	Febrero 2008	43 meses	7
Malecón No.215 e/ Blanco y Águila	8	Junio 2009	27 meses	3
Malecón No.217 e/ Blanco y Águila	8	Febrero 2008	43 meses	1
Malecón No.219 e/ Blanco y Águila	8	Marzo 2008-	42 meses	4
Malecón No.251e/ Galiano y Blanco	8	Enero 2009	32 meses	2
Malecón No.253 e/ Galiano y Blanco	11	Febrero 2008	22 meses	8
Malecón No.255 e/ Galiano y Blanco	16	Junio 2009	27 meses	1
Malecón No. 257-259 e/ Galiano y Blanco	4	Noviembre 2008	35 meses	2
Malecón No. 307 e/ San Nicolás y Galiano	12	Enero 2008	44 meses	3
Malecón No. 309-311e/ San Nicolás y Galiano	13	Abril 2008	41 meses	9
San Lázaro No. 324-326 e/ San Nicolás y Galiano	17	Marzo 2008	42 meses	0
Malecón No.557 e/ Escobar y Lealtad	9	Abril 2008	41 meses	1
Malecón No.615-617 e/ Gervasio y Escobar	10	Septiembre 2008	36 meses	4
Malecón No.667-669 e/ Belascoaín y Gervasio	9	Marzo 2008	42 meses	0
Malecón No.675 e/ Belascoaín y Gervasio	8	Marzo 2008	42 meses	1

Tabla 1 Cantidad de alteraciones por inmueble. Fuente: Autor

Uno de los problemas más comunes identificados es la ausencia de una intervención constructiva integral. Esto significa que solo se interviene en la fachada, la primera crujía y la cubierta de las edificaciones. En pocos casos las intervenciones incluyeron acciones en otras zonas de la edificación y solo fue cuando las alteraciones identificadas afectaban la integridad estructural.

Para el segundo diagnostico se identificaron alteraciones que con anterioridad se encontraban en otras partes de la edificación y en muchos casos en menor magnitud. La causa de ello es que en las acciones constructivas de intervención no eliminaron la causa del problema sino a la alteración.

En la tabla 2 se muestran por alteración su identificación en cada una de las inspecciones. (TABLA 2)

Alteración	Cantidad de edificios afectados ante de las intervenciones	Cantidad de edificios donde no se eliminaron las alteraciones
Desprendimiento de revestimiento en muros exteriores	14 / 16	8 / 14
Erosión en los muros	5 / 16	2 / 5
Grietas en muros exteriores o interiores	6 / 16	4 / 6
Suciedad	3 / 16	2 / 3
Manchas de Humedad en muros	10 / 16	1 / 10
Eflorescencias	6 / 16	4 / 6
Oxidación de aceros en columnas	1 / 16	1 / 1
Fisuras en muros	1 / 16	1 / 1
Abofados en repello en muros	7 / 16	1 / 7
Oxidación de vigas	12 / 16	2 / 12
Manchas de Humedad en techos	6 / 16	3 / 6
Abofados en repello en techos	4 / 16	1 / 4
Grietas en techos	3 / 16	3 / 3
Desprendimiento de revestimiento	9 / 16	3 / 9
Deterioro de la impermeabilización	3 / 16	0 / 3
Pérdida o desgaste de las soldaduras	15 / 16	1 / 15
Pérdida del acero	1 / 16	0 / 1
Derrumbe parcial	1 / 16	0 / 1
Mutilaciones y deformaciones en la herrería	2 / 16	1 / 2
Corrosión en la herrería	4 / 16	5 / 4
Ausencia de elementos en la carpintería de madera	1 / 16	0 / 1
Ausencia de elementos componentes en los pretilos	6 / 16	0 / 6
Pérdida de elementos en los aleros y las cornisas	2 / 16	0 / 2
Desgaste de los elementos en ménsulas y capiteles	3 / 16	0 / 3
Hundimiento y desgaste en las losas de piso	2 / 16	4 / 2
Desprendimiento de elementos en las barandas	1 / 16	1 / 1
Pérdida de pintura	15 / 16	12 / 15
Deterioro de enchapes en pisos y escaleras	2 / 16	0 / 2
Instalaciones descubiertas	1 / 16	2 / 1
Deterioro de la carpintería de madera	5 / 16	4 / 5

Tabla 2 Alteraciones vs edificios afectados antes y después de la intervenciones constructivas. Fuente: Autor

## CARACTERIZACIÓN DE LOS NUEVOS MATERIALES UTILIZADOS EN LAS INTERVENCIONES CONSTRUCTIVAS.

En las acciones constructivas realizadas para eliminar las alteraciones identificadas se utilizaron en la mayoría de los casos una combinación de Nuevos Materiales. En la tabla 3 se relacionan los tipos de tratamientos y los Nuevos Materiales utilizados en cada caso. (TABLA 3)

Alteración	Tipo de tratamiento aplicado.
Desprendimiento de revestimiento en muros exteriores	Aditivos
	Mortero de recubrimiento
	Barrera antihumedad
Erosión en los muros	Aditivos
	Mortero de recubrimiento
	Relleno de irregularidades
Grietas en muros exteriores o interiores	Relleno de irregularidades
	Consolidantes
Suciedad	Mortero de recubrimiento
	Barrera antisales
Manchas de Humedad en muros	Aditivos
	Mortero de recubrimiento
	Pasivador de óxidos
Eflorescencias	Barrera antisales
Oxidación de aceros en columnas	Relleno de irregularidades
	Consolidantes
Fisuras en muros	Relleno de irregularidades
	Consolidantes
Abofados en repello en muros	Aditivos
	Mortero de recubrimiento
	Barrera antihumedad
Oxidación de vigas	Pasivador de óxidos
Manchas de Humedad en techos	Aditivos
	Mortero de recubrimiento
	Pasivador de óxidos
Abofados en repello en techos	Aditivos
	Mortero de recubrimiento
	Barrera antihumedad
Grietas en techos	Relleno de irregularidades
	Consolidantes
Desprendimiento de revestimiento en techos	Aditivos
	Mortero de recubrimiento
	Barrera antihumedad
Deterioro de la impermeabilización	Impermeabilizante
Pérdida o desgaste de las soldaduras	
Pérdida del acero	Pasivador de óxidos
Derrumbe parcial	Se desmonta toda la estructura en peligro de colapso.
Mutilaciones y deformaciones en la herrería	Mortero de recubrimiento
	Pasivador de óxidos
Corrosión en la herrería	Pasivador de óxidos
Ausencia de elementos en la carpintería de madera	Se restituyen los elementos ausentes de la carpintería.
Ausencia de elementos componentes en los pretiles	Se reconstruyen los elementos ausentes en los pretiles.
Pérdida de elementos en los aleros y las cornisas	Se restituyen las soldaduras ausentes y se sustituyen las que se encuentran en mal estado en los aleros.
Desgaste de los elementos en ménsulas y capiteles	Mortero de recubrimiento
	Pasivador de óxidos
Hundimiento y desgaste en las losas de piso	Se rellena el piso y se sustituyen las losas desgastadas.
Desprendimiento de elementos en las barandas	Se sustituyen los elementos en mal estado y se restituyen los que faltan.
Pérdida de pintura	Pinturas
Deterioro de enchapes en pisos y escaleras	Se sustituyen los elementos del enchape que estén en mal estado.
Instalaciones descubiertas	Se reorganizan y protegen para evitar accidentes
Deterioro de la carpintería de madera	Se sustituye las partes que es ten en mal estado

Tabla 3 Alteraciones y tratamientos aplicados. Fuente: Autor

El aditivo líquido para mejorar la adherencia y curado de morteros y hormigones es uno de los productos utilizados en todos los morteros que se aplican tanto en exterior como en interior. Este producto le confiere una mejora de sus propiedades en adherencia, laborabilidad, compacidad, mayor tiempo de fraguado y colocación con aumento de resistencias a compresión, flexión y tracción. Este producto se aplica en el tratamiento de la pérdida del revestimiento, tanto en muros como en techos y en las manchas de humedad. En todos los casos donde se utilizó actualmente no se observa la presencia de ningún deterioro.

Este mortero se utiliza porque permite un fraguado rápido, sin retracción, funciona bien para la restauración estructural del hormigón ya que no necesita encofrado, y por todas estas propiedades evita que aparezcan fisuras durante el fraguado. Es utilizado para tratar una variedad de alteraciones como grietas en muros y vigas, pérdida del revestimiento, desgaste de los elementos y ménsulas, abofados en repellos, erosión en los muros, colocación de soldaduras, manchas de humedad y suciedad en las fachadas.

En los casos donde fue utilizado las alteraciones fueron erradicadas y en el segundo diagnóstico realizado no se detecta ningún deterioro.

En todas las edificaciones de la muestra donde se detectó oxidación del acero presente en las vigas del sistema de viga y losa, se utilizó como tratamiento la protección anticorrosiva con el pasivador de óxido. Este procedimiento ha tenido resultados inadecuados respecto a la durabilidad porque se aplicó sin preparar la superficie como está establecido por lo que la corrosión se mantiene.

Para frenar la ascensión de humedad por capilaridad es utilizado en todas las plantas bajas de las edificaciones estudiada el hidrofugante para inyección de muros con humedad capilar logrando eliminar la alteración en los inmuebles.

El producto líquido para la consolidación y endurecimiento de piedra natural, ladrillos, por sus características de compatibilidad con los materiales, su fácil penetración en las fisuras o grietas y la permanencia de la permeabilidad del material lo convierten en el ideal para tratar las alteraciones de grietas y fisuras en muros. En las edificaciones donde fue utilizado, hasta la actualidad no se aprecia deterioro de los elementos que fueron objeto de las intervenciones.

En el caso del protector hidrófugo invisible de siliconas en base acuosa para fachadas tradicionales o de piedra caliza y derivados es utilizado por sus características para la reducción en la absorción de agua, permite transpirar al soporte y es resistente a la formación de sales superficiales. Se utiliza para el tratamiento de las fisuras y grietas en muros combinado con el material anterior. Los tratamientos hasta este momento no presentan ningún signo de deterioro.

Para el tratamiento de la impermeabilización en las cubiertas, cornisas y aleros se utilizó el revestimiento elástico monocomponente para impermeabilización de cubiertas. Este producto presenta buena adherencia al soporte, gran rapidez y facilidad de aplicación, como si se tratara de una pintura plástica, posee gran elasticidad y perfecta adherencia sobre todo tipo de soportes. Forma un revestimiento continuo que no necesita juntas, rellena pequeñas fisuras y penetra en todos los poros y su adaptación a los movimientos que, por asentamiento o dilatación, pueda sufrir el soporte lo convierte en el producto definido para el tratamiento de la impermeabilización de las edificaciones estudiadas.

El revestimiento flexible, bicomponente, de altas prestaciones, impermeable a presión directa y contrapresión, para hormigón y mampostería es utilizado combinándolo con el material anterior en la impermeabilización de cubiertas, aleros y cornisas en las edificaciones.

En el caso del mortero fluido para consolidación de muros por inyección por sus características de integración estructural en el soporte relleno de las cavidades existentes, su fluidez, sin segregación ni exudación en la mezcla y su resistencia a los sulfatos procedentes del terreno o contenidos en el soporte es utilizado para el tratamiento de las grietas en muros, la sustitución por pérdida de elementos en las columnas y consolidación de muros. En todos los casos el producto al aplicarse ha eliminado la alteración y no presenta problemas hasta la fecha.

Nuevo material	Tratamiento donde se utiliza	Número de edificios donde se aplicó	Resultado	Causa de los resultados
aditivo líquido para mejorar la adherencia y curado de morteros y hormigones	Pérdida del revestimiento en muros	15	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
	Pérdida del revestimiento en techos	9		
	Manchas de humedad en muros.	10		
	Manchas de humedad en techos.	6		
Mortero de fraguado rápido, sin retracción, para restauración estructural del hormigón	Grietas en muros	6	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
	Grietas en vigas	3		
	Desgaste de elementos y ménsulas	3		
	Abofados en repellos en techos	4		
	Abofados en repellos en muros	7		
	Erosión en los muros	5		
	Colocación de soldaduras	15		
	Manchas de humedad en muros	10		
	Manchas de humedad en techos	6		
	Suciedad en las fachadas	3		
	Pérdida del revestimiento en muros	15		
pasivador de óxido y protección anticorrosiva	Pérdida del revestimiento en techos	9	Inadecuado en un caso	Problema de ejecución.
	Oxidación de las vigas	12	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
hidrofugante para inyección de muros con humedad capilar	corrosión de la herrería	4	Inadecuado	Problema de ejecución.
	Manchas de humedad en muros.	10	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
producto líquido para la consolidación y endurecimiento de piedra natural, ladrillos	Grietas en muros	6	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
	Grietas en vigas	3		
	Fisuras en muros	1		
protector hidrófugo invisible de siliconas en base acuosa	Grietas en muros	6	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
	Grietas en vigas	3		
	Fisuras en muros	1		
revestimiento elástico monocomponente	Deterioro de impermeabilización	15	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
	Deterioro de impermeabilización	15	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
mortero fluido para consolidación de muros por inyección	Grietas en muros	6	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
	Sustitución por pérdida de elementos en columnas	1		
	Consolidación de muros	9		
protector anti-eflorescencias	Eflorescencias	6	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.
Pinturas impermeables	Deterioro de la pintura	16	Inadecuado	Problema de diseño
fijativo F-4		16	Adecuado	En todos los casos se aplicó como indica su ficha.

Tabla 4 Resultados de la aplicación de los nuevos materiales . Fuente: Autor

Para tratar las eflorescencias, fundamentalmente en las fachadas se utilizó el protector anti-eflorescencias para superficies de hormigón y mampostería lográndose eliminar la alteración por

su característica de actuar frente a las sales comunes en sustratos minerales como cloruros, sulfatos, nitratos.

Las pinturas, son el producto que presenta más problemas después de seis meses de ser aplicadas. En el caso de las pinturas impermeable se ha aplicado en el interior de las viviendas que se encuentran en el último nivel por lo que la humedad existente en el entrepiso perdura.

En el caso del fijativo F-4, por sus características de sellaje frente a la acción del salitre se ha utilizado en la totalidad de los inmuebles siendo el producto con los mejores resultados al no presentar deterioros hasta el momento.

Otros de los productos ampliamente utilizados son los que pertenecen a las pinturas que impermeabilizan las fachadas. Los problemas del rápido deterioro con estos productos están causados por la mala preparación de la superficie donde deben aplicarse, la utilización de productos caducos o mal almacenados y la mala dosificación.

Para evaluar el resultado de la aplicación de estos Nuevos Materiales en las acciones constructivas ejecutadas se realizaron encuestas a los técnicos al frente de la obra, a los operarios y a los residentes en las edificaciones intervenidas.

Los resultados demuestran en los productos han eliminado satisfactoriamente las alteraciones existentes (TABLA 4)

Como muestra los resultados de la tabla 4, la mayoría de los materiales utilizados en los tratamientos han eliminado la alteración existente. En los casos que no ha sido así, se debe a problemas de ejecución, mala preparación de la superficie donde deben aplicarse, la utilización de productos caducos o mal almacenados y la mala dosificación; o a problemas de diseño en el caso de un tipo de pintura impermeable que se aplicaba en el interior de las viviendas, las cuales retenían la humedad en los muros y entrepisos.

Ambas causas afectan directamente la durabilidad de las soluciones y aumentan el costo por concepto de sustituciones y acciones de mantenimiento no programados teniendo en cuenta la vida útil estimada aportada por el fabricante.

## EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS SOLUCIONES CON NUEVOS MATERIALES Y LAS SOLUCIONES CON MATERIALES TRADICIONALES.

Para poder saber si las soluciones con los Nuevos Materiales son mejores que las realizadas con anterioridad es necesario definir las variables que se tendrán en cuenta para la comparación con los Materiales Tradicionales.

Entiéndase como Materiales Tradicionales aquellos que se han estado utilizando por más de 50 años en las construcciones como puede ser la cal, el cemento, la piedra, el ladrillo, la madera entre otros y que sus propiedades y características han sido comprobadas. .

Se identificaron mediante consulta a 40 expertos con más de diez años en la rehabilitación y restauración de edificaciones cuales serían las variables a considerar para poder evaluar las soluciones constructivas.

Las variables independientes se obtuvieron a partir del análisis de las particularidades físicas y técnicas de las soluciones constructivas de conservación. Estas variables por su complejidad se dividen a su vez en otras variables independientes más específicas.

Las Variables Independientes propuestas inicialmente son:

1. Diseño de la Solución.
  - Estructural.
  - Cierre.
  - Terminación.
2. Ubicación de la solución.
3. Calidad del material

- Composición
- Resistencia a impactos
- Resistencia al desgaste.
- 4. Compatibilidad de los materiales
  - Porosidad de los materiales.
  - Inercia térmica
  - Adherencia
- 5. Dosificación de los materiales
- 6. Dimensionamiento de la superficie de trabajo.
- 7. Tipo de material.
  - Composición.
  - Origen.
  - Función.
- 8. Mano de obra.
- 9. Rapidez de ejecución.

Las Variables Dependientes propuestas igualmente han sido resultado de la consulta a expertos. Las variables propuestas son:

1. Durabilidad de las soluciones constructivas.
2. Mantenimiento de los elementos constructivos
3. Costos asociados a las intervenciones constructivas (costo anual).

Después de analizar todas las variables en su conjunto se determinó que sólo se seleccionarían para la comparación la variable Rapidez de ejecución, Durabilidad de las soluciones constructivas y Costos asociados a las intervenciones constructivas. Pues de estas variables existen datos que permiten realizar un análisis de todas las soluciones constructivas con la aplicación de Nuevos Materiales y materiales tradicionales.

La variable Rapidez de ejecución se entiende como el tiempo de ejecución real entre el tiempo de ejecución estimado para una actividad determinada. Tiene como parámetro el tiempo de ejecución. El tiempo de ejecución estimado es el referido en el Sistema de Precios de la Construcción en Cuba vigente (PRECONS II) y el tiempo de ejecución real se utilizó el promedio de los tiempos empleados en realizar cada actividad según los datos brindados por los expertos de la Oficina de Proyectos del Plan Malecón. Es importante aclarar que “el tiempo real” es el empleado para la ejecución de la solución constructiva con todos los materiales necesarios y preparados para ser utilizados. El tiempo que necesita una acción antes de acometerse la siguiente también está incluido en el tiempo de ejecución real. Se consideró que si la Rapidez de ejecución es menor de 1 se considera bien, si es igual a 1 aceptable, si está entre 1 y 1,44 se considera regular y mayor de este valor se considera mala.

La durabilidad es un “término que se emplea en el Ciclo de Vida de los materiales y productos que incluye desde la fase de proyecto hasta la demolición y el reciclaje, se trata de una estrategia técnico- económica para evitar desperdicios, ahorrar recursos materiales y energéticos” como lo plantea la Dra. Arq. Peterssen<sup>12</sup>, la Dra. Arq. Portero<sup>13</sup>, la Dra. Arq. Pérez y el Dr. Arq. Tejera.<sup>14</sup>

El procedimiento seguido para determinar la Durabilidad está definido por la vida útil de la solución, que es el número de años en que el inmueble presta servicio según la función para la cual fue diseñado con plenas garantías de estabilidad constructiva<sup>15</sup>. La Durabilidad es la relación

<sup>12</sup> Peterssen, Gabriela.,1998,

<sup>13</sup> Portero, Ada., 2000,

<sup>14</sup> Tejera, Pedro.1999.

<sup>15</sup> Mazón Martínez, Daimel. y Machado Jardo, Ricardo.2007

existente entre la vida útil real y la vida útil estimada. La vida útil estimada de los Materiales Tradicionales es la referida según los expertos y en el caso de los Nuevos Materiales, a pesar de que en sus fichas técnicas se señala una vida útil de entre 10 y 15 años, se tomó lo indicado en cada uno de los Dictámenes Técnicos emitidos por el Ministerio de la Construcción que deben presentar estos materiales para su utilización dentro del país. Considerándose 10 años como la vida útil promedio determinado por los expertos para los indicadores de Cuba.

Se consideró que “la vida útil real” de una solución ha sido superada cuando el deterioro de la misma sea superior a un tercio de la superficie (1/3). En el caso de las soluciones con Nuevos Materiales su aplicación es de alrededor de 2 años por lo que teniendo en cuenta el deterioro existente actualmente en la solución se estimó que las soluciones que tuvieran deterioradas entre un cuarto (1/4) y un tercio (1/3), la vida útil real será estimada en 3 años, entre un décimo (1/10) y un cuarto (1/4) la vida útil real será estimada en 6 años y menos de un décimo la vida útil será estimada en 10 años. Si el valor de la Durabilidad era menor de 1 se consideró de Mala, si era igual a 1 de buena y si era mayor de 1 excelente.

En lo referente al costo la Dra. Arq. Dania González Couret plantea que el Costo Global es igual a la suma del costo real de la obra (costo de la solución más costo de ejecución), el costo de uso y de explotación y el costo de mantenimiento y reparación<sup>16</sup>.

La tercera variable es el Costo anual considerado como la relación existente entre el costo global y la cantidad de veces que se interviene por concepto de reposición de la solución en el período de tiempo concebido que debe durar la solución. Su parámetro es comparativo entre los valores del costo. Se analizaron dos costos, los costos en moneda nacional (MN) y los costos en moneda libremente convertible (CUC) de forma diferenciada y no como un solo renglón como ocurre en las facturaciones dentro de la construcción. Esto fue considerado por el autor de este trabajo y otros especialistas del ramo consultados, debido a que se considera que la forma de unir actualmente en el costo total los costos en las dos monedas, altera la veracidad o validez del resultado. El costo global se evaluó de bajo, medio y alto.

El precio de los materiales se tomó para los tradicionales los referenciados en el listado de precios del PRECONS II y para los de los Nuevos Materiales se tomó el valor de los precios que más se repetía en las partidas adquiridas entre junio 2007 y junio 2011 facilitados por la Oficina del Plan Malecón y la Oficina de Importación y Exportación de la oficina del Historiador de la Ciudad de la Habana.

Las diferencias de los precios están dadas por las rebajas facilitadas por los comercializadores en compras de grandes lotes, los costos adicionales por carácter de transportación desde Latinoamérica o Europa, la compra a terceros de los productos o la depreciación del producto por la cercanía de la fecha de caducidad.

En el análisis se consideró que las intervenciones por carácter de sustituciones se realizarían para un período de 50 años, según criterios de los especialistas del Plan Malecón. Este es el tiempo máximo que deben durar las edificaciones de esta zona antes de su desuso. En el análisis se consideró que siempre se utilizaran las mismas tecnologías y materiales.

Se consideró 1m<sup>2</sup> de superficie para los análisis comparativos de las soluciones de los materiales.

A cada una de las alteraciones se le identificó las soluciones que se realizaban, tanto con los Materiales Tradicionales y con los Nuevos Materiales y se estudiaron las variables para cada caso.

Un ejemplo de los análisis realizados es el de la solución a la alteración Manchas de humedad, identificada en 10 de los 16 inmuebles estudiados.

Para el tratamiento de las manchas de humedad se utilizan dos soluciones con Materiales Tradicionales para cuando éstas se localizan en los muros y una para los techos. La solución en los muros puede ser por zanjas de drenaje donde se le retira la humedad al elemento o por barrera

<sup>16</sup> González, Couret, Dania, 1997, p. 20

anticapilar la cual se aplica para impedir el ascenso de la humedad en el muro<sup>17</sup>. En el caso de las manchas en los techos se retira la zona afectada y se ventila el resto del elemento.

En el caso de las dos soluciones para los muros la Rapidez de ejecución resulta mala en ambas soluciones en el caso de los muros pero en la solución con zanjas de drenaje resulta casi el doble del tiempo estimado el real transcurrido en las acciones que conforman esta solución. En el caso de los techos la Rapidez de ejecución también resulta evaluada de regular al ser el tiempo real mayor que el estimado.

La Durabilidad también resulta por debajo de la vida útil estimada pero superior en las soluciones de los muros a la solución para techos evaluándose todas las soluciones de malas. La vida útil de entre 8 y 12 meses de las soluciones para los muros obliga a un importante número de recambios que aumenta el Costo anual y hace que la solución no sea satisfactoria para tratar la alteración en el caso de los muros. Los costos de la solución para techos también resultan elevados aunque menores que para las soluciones para los muros. (TABLA 5)

VARIABLES	MANCHAS DE HUMEDAD		
	(en muros)		(en techos)
	zanjas de drenaje	barrera anticapilar	
Rapidez de ejecución	1,79 (mala)	1,45 (mala)	1,28 (regular)
Durabilidad	0,13 (mala)	0,25 (mala)	0,05 (mala)
Costo anual (MN)	\$ 55,76	\$ 40,95	\$ 36,28
Costo anual (CUC)	\$ 0,14	\$ 0,10	\$ 0,09

Tabla 1 Comportamiento de las variables para la alteración manchas de humedad en muros (exteriores e interiores) y en entresijos con materiales tradicionales. Fuente: Autor.

Se concluye que entre las dos soluciones para muros la más adecuada es la barrera anticapilar por ejecutarse más rápido, presentar una mayor durabilidad y un menor costo anual.

La misma alteración al intervenir con Nuevos Materiales es tratada mediante el mortero de fraguado rápido sin retracción, el hidrofugante por inyección y un aditivo para mejorar de adherencia. Esta solución tanto se aplica en los muros como en los techos.

La Rapidez de ejecución resulta mala, para los dos casos, por ser los tiempos de ejecución reales superiores a los tiempos de ejecución estimados. La Durabilidad resulta evaluada de regular teniendo 6 años de vida útil de un total de 10 años estimados por los fabricantes. La causa fundamental de ello es que no se elimina la causa de la alteración, sino que solo se actúa sobre la alteración por lo que esta resurge. Los Costos anuales resultan bajos a pesar de ser materiales importados por ser alto el rendimiento para este tipo de tratamiento. (TABLA 6)

VARIABLES	MANCHAS DE HUMEDAD	
	(en muros)	(en techos)
Rapidez de ejecución	1,54 (mala)	1,45 (mala)
Durabilidad	0,60 (regular)	0,60 (regular)
Costo anual (MN)	\$ 0,98	\$ 0,98
Costo anual (CUC)	\$ 0,20	\$ 0,20

Tabla 6 Comportamiento de las variables para la alteración manchas de humedad en muros (exteriores e interiores) y en entresijos con nuevos materiales. Fuente: Autor

Posteriormente se realizó la comparación entre las soluciones con materiales Tradicionales y la solución con Nuevos Materiales.

<sup>17</sup> TEJERA, Pedro, 1990, pp 87-88,

La Rapidez de ejecución en las tres soluciones resultan malas al ser muy superiores los tiempos de ejecución reales a los estimados, sin embargo la solución tradicional con barrera anticapilar es, de las tres, la de mayor rapidez en su ejecución.

La Durabilidad de las soluciones con materiales tradicionales no llega a la mitad de la durabilidad alcanzada con los Nuevos Materiales. Pese a que la solución con estos tampoco dura la vida útil estimada para ella. Por tal razón se incurre en costos adicionales no previstos inicialmente.

Los Costos anuales en moneda nacional de los materiales tradicionales resultan muy elevados comparados con los Nuevos Materiales causado por la necesidad de realizar varias sustituciones de la solución por la corta vida útil. Los costos anuales en moneda libremente convertible (CUC) se encuentran dentro de un rango relativamente bajo pero la solución más costosa resulta la de los Nuevos Materiales al utilizarse en el tratamiento una combinación de materiales importados.(TABLA 7)

VARIABLES	MANCHAS DE HUMEDAD		
	En muros		
	Materiales tradicionales		Nuevos Materiales
zanjas de drenaje	barrera anticapilar		
Rapidez de ejecución	1,79 (mala)	1,45 (mala)	1,54 (mala)
Durabilidad	0,13 (mala)	0,25 (mala)	0,60 (regular)
Costo anual (MN)	\$ 55,76	\$ 40,95	\$ 0,98
Costo anual (CUC)	\$ 0,14	\$ 0,10	\$ 0,20

Tabla 7 Comparación entre las soluciones con materiales tradicionales y con nuevos materiales para el tratamiento de las manchas de humedad en muros exteriores e interiores. Fuente: Autor

De las tres soluciones la más adecuada resulta la ejecutada con Nuevos Materiales por tener una mayor durabilidad y un menor costo anual en moneda nacional que el resto de las soluciones. Los problemas en los tiempos de ejecución se encuentran en el tiempo entre la aplicación de un material y otro que el fabricante indica es mayor al estimado para este tipo de actividad.

En relación con las manchas de humedad en los techos la Rapidez de ejecución es menor en el caso del uso de materiales tradicionales. Sin embargo en la solución con Nuevos Materiales es necesario 2 obreros menos para ejecutarla.

La Durabilidad de la solución con Nuevos Materiales resulta mayor al tener una vida útil real de 6 años mientras que la solución con materiales tradicionales solo tiene una vida útil de 6 meses.

Los Costos anuales en moneda libremente convertible (CUC) en la solución con materiales tradicionales resulta ser menos de la mitad de los costos de la solución con Nuevos Materiales; sin embargo los costos en moneda nacional de la solución tradicional resultan muy elevados. (TABLA 8)

VARIABLES	MANCHAS DE HUMEDAD	
	EN TECHOS	
	Materiales tradicionales	Nuevos Materiales
Rapidez de ejecución	1,28 (regular)	1,45 (mala)
Durabilidad	0,05 (mala)	0,60 (mala)
Costo anual (MN)	\$ 36,28	\$ 0,98
Costo anual (CUC)	\$ 0,09	\$ 0,20

Tabla 8 Comparación entre las soluciones con materiales tradicionales y con nuevos materiales para el tratamiento de las manchas de humedad en techos. Fuente: Autor

ALTERACIÓN	CON MATERIALES TRADICIONALES			CON NUEVOS MATERIALES		
	Rapidez de ejecución	Durabilidad	Costo anual	Rapidez de ejecución	Durabilidad	Costo anual
Erosión de muros interiores y exteriores	regular	mala	elevados	aceptable	regular	Elevados los costos en CUC
Suciedad en muros exteriores e interiores	regular	mala	elevados	aceptable	mala	Elevados los costos en CUC
Deterioro del revestimiento en muros exteriores e interiores	regular	mala	elevados	regular	regular	Elevados los costos en CUC
Deterioro del revestimiento en entrepisos.	mala	mala	elevados	aceptable	regular	Elevados los costos en CUC
Manchas de humedad en muros exteriores e interiores	mala	mala	elevados	Mala	regular	Elevados los costos en CUC
Manchas de humedad en entrepisos	regular	mala	elevados	Mala	regular	Elevados los costos en CUC
Grietas en muros exteriores e interiores	aceptable	mala	elevados	aceptable	bien	Elevados los costos en CUC
Grietas en techos	regular	mala	elevados	regular	bien	Elevados los costos en CUC
Fisuras en muros exteriores e interiores	mala	mala	elevados	regular	bien	Elevados los costos en CUC
Fisuras en entrepisos	regular	mala	elevados	regular	bien	Elevados los costos en CUC
Oxidación de los aceros en las columnas	regular	mala	elevados	regular	bien	Bajos los costos en CUC
Oxidación de las vigas	regular	mala	elevados	Bien	bien	Bajos los costos en CUC
Pérdida del acero en las vigas	regular	mala	elevados	regular	bien	Bajos los costos en CUC
Pérdida o desgaste de la soldadura	mala	mala	elevados	Bien	bien	Bajos los costos en CUC
Deterioro del sistema de impermeabilización	regular	mala	elevados	aceptable	bien	Elevados los costos en CUC
Eflorescencias en muros	aceptable	mala	elevados	aceptable	bien	Elevados los costos en CUC
Corrosión de la herrería	regular	mala	elevados	aceptable	regular	Elevados los costos en CUC
Deterioro de la pintura en muros exteriores e interiores	regular	mala	elevados	aceptable	mala	Elevados los costos en CUC
Deterioro de la pintura en techos	mala	mala	elevados	aceptable	mala	Elevados los costos en CUC

Tabla 9 Comparación de la evaluación de las variables para las soluciones con materiales tradicionales y nuevos materiales. Fuente: Autor

Aunque existe un equilibrio en los resultados de las variables objeto de estudio se considera más adecuada la solución con Nuevos Materiales por tener una mayor durabilidad y necesitar una menor cantidad de mano de obra para su ejecución. La rapidez de esta solución se ve afectada por el tiempo que el fabricante indica es necesario entre la aplicación de dos materiales y resulta mayor que el estimado para este tipo de actividad.

De igual manera se realizó la comparación con todas las alteraciones identificadas en los edificios de viviendas estudiados. ((TABLA 9)

En resumen las soluciones constructivas realizadas con Nuevos Materiales resultan mucho más ventajosas para su aplicación en la zona del Malecón Habanero debido a que son soluciones ejecutadas con mayor rapidez, con un uso menor de mano de obra y equipamiento, con una durabilidad mayor frente a la acción del medio agresivo donde se ubican las edificaciones estudiadas. Con una versatilidad y compatibilidad con otros materiales existentes permitiéndoles mantener sus características pero aumentando la resistencia y la protección a la acción de agentes externos.

## CONCLUSIONES

El sistema de la construcción y producción de materiales en la industria cubana aún tiene un bajo desarrollo y no resuelve la demanda actual de recuperación y rehabilitación de edificaciones.

El gobierno cubano hace grandes esfuerzos por desarrollar la industria cubana de materiales de construcción pero ante las condiciones económicas mundiales y nacionales esto se hace muy difícil.

Los resultados de esta investigación permiten afirmar que en Cuba no existe actualmente un término que realmente defina de manera uniforme y sistemática a los Nuevos Materiales que están siendo utilizados, pues los especialistas suelen clasificar a un mismo material de diferentes formas y a diferentes materiales de la misma forma.

Los principales problemas que se enfrentan en la utilización de los Nuevos Materiales para la conservación de viviendas en Cuba son: los altos costos de los productos; los problemas de importación de los mismos; el desconocimiento de las cualidades de los productos y sus beneficios en la etapa proyectual; La falta de capacitación de los operarios que deben aplicar estos productos; La resistencia a nuevas soluciones o materiales, aferrándose a lo tradicional, por parte de los proyectistas y ejecutores y la violación de pasos a tener en cuenta durante la ejecución.

Los especialistas coinciden en que los nuevos productos son de muy buena calidad, agilizan el proceso constructivo, garantizando un acabado excelente, con mayor calidad respecto a los sistemas tradicionales, además de aportar nuevas propiedades a las estructuras y permitir la rehabilitación de edificaciones casi perdidas.

En general, las intervenciones realizadas a los inmuebles como no resultan integrales y sólo se realizan acciones en los elementos afectados no cumplen con el tiempo de vida útil que estos trabajos deberían aportar atrasando su deterioro. La ausencia de un plan de mantenimiento que sea posible ejecutar no sólo por el sector estatal sino por los propios propietarios provoca que muchas alteraciones aumenten en magnitud y resulten, al realizarse la intervención constructiva, mucho más complejo su tratamiento aumentando su costo.

Las principales causas del deterioro de los tratamientos aplicados con los Nuevos Materiales son la Mala aplicación del material por parte de los obreros (técnica de empleo y dosificación) la ausencia de un control en la ejecución de las intervenciones y la aplicación de productos caducos o que han sufrido un inadecuado almacenamiento.

Existe dificultad al analizar los costos de las soluciones al existir dos tipos de moneda que conforma en costo total (moneda nacional (MN) y moneda libremente convertible (CUC)) lo cual puede llevar a análisis erróneos en cuanto a los costos.

En el 100 % de los casos analizados las soluciones con Nuevos Materiales resultaron mucho más adecuadas que las soluciones materiales tradicionales al ser ejecutadas en menor tiempo, presentar una mayor durabilidad y un menor costo global.

Cada uno de los casos debe ser analizado de forma particular. No se puede generalizar aplicaciones, pues los resultados adecuados dependen de muchos aspectos que se deben tener en cuenta al tratar cada alteración y sus causas.

## BIBLIOGRAFIA

ALEXANDER, Carlos., "Materiales y tecnologías de Construcción." [En línea] todo construcción sección Materiales [Fecha de consulta:15 de junio 2011 Disponible en: <http://www.todoconstruccion.com/materiales>

ALFONSO, Indira. y GONZÁLEZ, Heidy., ""Edificio de Vivienda malecón 451-453"" , Trabajo Diploma, Facultad de Arquitectura, ISPJAE,La Habana,julio 2008,pp 85-92

ARENAS CABELLO, Francisco J Nanotecnología para una construcción sostenible, [En línea]. Internet Electron. J. Nanocs. Moletrón., Vol. 5, N° 2, noviembre 2007[Fecha de consulta: 10 enero 2012]. Disponible en: [www.revista-nanociencia.ece.buap.mx](http://www.revista-nanociencia.ece.buap.mx).

BOSCH CANTALLOPS, Carlos y HUÉ GARCÍA , Fernando. Los materiales innovadores, Composites y Reciclados. Una herramienta de futuro para el proyectista y el constructor. *Revista Obras Públicas*. (3.449): 117-122, noviembre 2004. ISSN 0034-8619.

ECHEVERRÍA, Lina., "Recomendaciones constructivas para la utilización de tecnologías de avanzada en la conservación de edificios. Caso de estudio zona de valor histórico cultural de la Ciudad de la Habana", Trabajo Diploma,,Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, septiembre 2009.

GONZÁLEZ COURET, Dania. Vivienda y sustentabilidad urbana. Conceptos y propuestas. *Revista Arquitectura y Urbanismo*. 24(2): 34-42, 2003.

GONZÁLEZ COURET, Dania. Economía y calidad en la vivienda. La Habana, Editorial Científico Técnica. 1997.

MAZÓN MARTINEZ, Daimel. Y MACHADO JARDO, Ricardo., "Balance de intervenciones constructivas en diferentes sistemas utilizados en techos y cubiertas. Caso de estudio viviendas en el Centro Histórico de La Habana Vieja," Trabajo Diploma, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, 2007,

MONTEAGUDO, Idamnis, " Caracterización y evaluación técnica constructiva de mamposterías y tapias de tierra de los siglos XVII, XVIII, XIX." Tesis de Doctorado, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana,2001,

PETERSSEN, SOFFIA Gabriela., "El desarrollo sostenible en los materiales de construcción para la vivienda en Cuba", Tesis de Doctorado, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana,1998,

PORTERO RICOL, Ada., "Recomendaciones para la conservación de los Sistemas Constructivos de entresijos y cubiertas que se desarrollaron desde el siglo XVII hasta el siglo XIX en las edificaciones de viviendas del Centro Histórico de La Habana." Tesis de Doctorado, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, 2000,

ROCA, X. Rolando., "Estudio de la aplicabilidad de materiales compuestos avanzados en la construcción de edificios industriales", Tesis doctoral, Casanova, M.C.,Departamento de Ingeniería de la construcción, Universidad Politécnica de Cataluña,Cataluña, noviembre 2005.