

EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES
VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVÁ.

CAMILO JOSE AGUILAR CARRILLO
JOHN MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA D.C.
2015

EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES
VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVÁ.

CAMILO JOSE AGUILAR CARRILLO
JOHN MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Trabajo de grado para optar título de Ingeniero Civil

TUTORA
MARISOL NEMOCÓN RUIZ
INGENIERA CIVIL

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA
2015



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:

Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas



Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación:

Director de Investigación
Ing. Marisol Nemocón Ruiz

Asesor Metodológico
Ing. Richard Moreno Barreto

Firma del jurado

Bogotá D.C., Mayo de 2015

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A la ingeniera Marisol Nemocón Ruiz, Docente del programa de Ingeniería Civil y Coordinadora del Trabajo, por su apoyo, tiempo y dedicación en la orientación de este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera, nos brindaron su colaboración para poder llevar a cabo este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	11
1. ANTECEDENTES.....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1. OBJETIVO GENERAL	14
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
4. JUSTIFICACION.....	15
5. DELIMITACION	16
5.1. ESPACIO	16
5.2. TIEMPO	16
5.3. CONTENIDO.....	16
5.4. ALCANCE	16
6. MARCO REFERENCIAL	17
6.1. MARCO TEÓRICO.....	17
6.2. MARCO CONCEPTUAL	19
7. METODOLOGÍA.....	21
7.1. TIPO DE ESTUDIO	21
7.2. FUENTES DE INFORMACIÓN	21
8. UBICACIÓN DEL PROYECTO	23
8.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA 24	
8.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA LOCALIDAD DE KENNEDY.....	25
8.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ.....	26
9. ENSAYO DE FENOLFTALEÍNA EN LOS PUENTES DE LAS LOCALIDADES DE PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVÁ.	27
10. DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂) PRESENTE EN EL AIRE, DE LAS LOCALIDADES DE PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.	64
11. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE FENOLFTALEÍNA	71
12. ARTICULOS SOBRE CARBONATACION EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	74

12.1. ANÁLISIS DE LOS ARTÍCULOS	91
13. CONCLUSIONES.....	93
14. BIBLIOGRAFIA.....	94

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Imagen de Bogotá D.C. y principales localidades.....	23
Ilustración 2 Principales avenidas en la localidad de Puente Aranda.....	24
Ilustración 3 Principales avenidas en la localidad de Kennedy.	25
Ilustración 4 Principales avenidas en la localidad de Engativá.....	26
Ilustración 5 Estaciones de Monitoreo del Aire en Bogotá D.C.	64
Ilustración 6 Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá D.C. (RMCAB)	65
Ilustración 7 Condiciones en Tiempo Real de CO (ppm) de la Estación de Monitoreo Puente Aranda.	69
Ilustración 8 Condiciones en Tiempo Real de CO (ppm) de la Estación de Monitoreo Carvajal.	69
Ilustración 9 Condiciones en Tiempo Real de CO (ppm) de la Estación de Monitoreo La Ferias.	70

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1 Concentración de CO ₂ en las zonas de estudio.....	71
Grafico 2 Comparación de carbonatación en las zonas de estudio.....	72
Grafico 3 Porcentaje de Carbonatación en la zona de estudio.....	72
Grafico 4 Artículos leídos por categoría.	92

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Listado de los puentes a evaluar.....	27
Tabla 2 Ubicación Estaciones de Monitoreo de la RMCAB.....	66
Tabla 3 Contaminantes Registrados en las Estaciones de Monitoreo de la RMCAB.	67
Tabla 4 Contaminantes Registrados en las Estaciones de Monitoreo de la RMCAB.	68
Tabla 5 Últimas Mediciones de las Estaciones de monitoreo de la RMCAB.	68
Tabla 6 Tabla Comparativa de carbonatación.....	71
Tabla 7 Artículos sobre carbonatación en estructuras de concreto armado.....	74
Tabla 8 Categorización de los artículos leídos.....	91

INTRODUCCION

El presente trabajo se realiza como la continuación de una investigación ya realizada por compañeros del periodo académico inmediatamente anterior, que indagaron sobre el proceso de carbonatación, su avance, sus generalidades, y el por qué se produce. Ellos inspeccionaron algunos puentes de la ciudad de Bogotá y los compararon con las emisiones de CO₂ que está presente en la misma, para así hacer un mapa de clasificación de carbonatación para la ciudad de Bogotá. Nuestro equipo de trabajo continuara con esta labor de inspeccionar, comparar y clasificar tanto los puentes como la zona de emisiones de CO₂, en este caso en tres zonas ya estipuladas, como lo son las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Engativá.

En primer lugar se analizará el avance de carbonatación de los puentes vehiculares (específicamente), esto se hace con el fin de generar un mapa de clasificación zonal de carbonatación en Bogotá, el grupo de trabajo indagará sobre las emisiones de dióxido de carbono emitido por los vehículos tanto privados como de servicio público, y de esta manera observar cómo afecta este gas en el avance de la carbonatación en las estructuras de concreto reforzado, de igual forma ayudará a continuar con esta labor de crear el mapa, para así prevenir y/o mitigar la carbonatación en las estructuras de concreto reforzado dependiendo la zona en la cual se construye, se hace énfasis en los puentes pues estos, en base al trabajo ya mencionado, son los que más sufren por las emisiones de CO₂ y principalmente sus apoyos, en quienes recae la mayor parte de material o gas contaminante.

En este proyecto se incluirá una revisión bibliográfica alrededor del tema de soluciones a patologías de tipo carbonatación, en estructuras de concreto armado (reforzado y pre-esforzado). Teniendo en cuenta el manejo que se le ha dado a este problema a nivel nacional e internacional, por medio de artículos de las instituciones de materiales, estructuras, concretos y demás, para así generar un mapa preciso y confiable que incluya más aspectos de efectos en el concreto y no solo la carbonatación.

1. ANTECEDENTES

La carbonatación es un fenómeno natural que ocurre todos los días en miles de estructuras de concreto en todo el mundo. Es un proceso bien comprendido que ha sido investigado y documentado perfectamente. En el concreto que no contiene acero de refuerzo, la carbonatación es, generalmente, un proceso de pocas consecuencias. Sin embargo, en el concreto reforzado, este proceso químico aparentemente inocuo, avanza lenta y progresivamente hacia adentro desde la superficie expuesta del concreto, y asalta al acero de refuerzo causando la corrosión. Aunque la carbonatación es una causa de la corrosión menos importante que los cloruros, no por ello es menos seria en términos del daño que provoca y del dinero que cuesta remediar sus efectos.¹

Sin embargo la investigación de la carbonatación en el concreto ha permitido generar soluciones y estrategias para que este proceso no afecte progresivamente las estructuras de concreto, para tal caso, los puentes vehiculares.

¹ MONTANI, Rick. La carbonatación: enemigo olvidado del concreto [en línea] Bogotá [citado: 12, febrero, 2015]. Disponible en internet: <URL: <http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>>.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La carbonatación en el concreto es un problema coyuntural del mismo, este efecto que, aunque no es un problema mayor en cuanto a la resistencia misma de una estructura de concreto reforzado, se puede volver difícil de manejar y a su vez afectar seriamente la estructura si se deja avanzar este proceso.

Este avance de carbonatación, se produce por la presencia de dióxido de carbono en el ambiente circundante a la estructura, produciendo carbonato de calcio (CaCO_3), y este a su vez baja el pH y produce corrosión en la armadura.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Puesto que para saber cómo prevenir, mitigar o repara una edificación se necesita saber que tanta es la concentración de CO_2 presente en el ambiente circundante de la misma, se debe saber el área donde esté o estará la edificación y la concentración de CO_2 en el aire, para esto como continuación de un trabajo ya realizado se continua con la labor de registrar el avance de carbonatación en los puentes (que son las estructuras más afectadas por la carbonatación) para así cotejar esto mismo, y realizar así un mapa de que indique el mayor o menor avance de la carbonatación dependiendo la zona.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluación de la Carbonatación presente en los puentes vehiculares ubicados en la zona de Puente Aranda, Kennedy y Engativá.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Inspeccionar la presencia de carbonatación en los puentes de la zona de Puente Aranda, Kennedy y Engativá con el uso de fenolftaleína.
- Comparar la existencia de la carbonatación en los puentes con la emanación de gases en la zona en estudio.
- Inspeccionar sobre métodos y/o procesos para controlar, mitigar y/o evitar la carbonatación en el concreto.

4. JUSTIFICACION

La importancia del presente trabajo, es continuar con una investigación ya realizada para elaborar un mapa de avance de carbonatación teniendo en cuenta las emisiones de gases de dióxido de carbono y el análisis de los puentes en las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Engativá en la ciudad de Bogotá D.C., puesto que no hay un documento que identifique la zona de mayor riesgo de carbonatación, para así tomar las medidas pertinentes tanto en procesos constructivos, de diseño y de mantenimiento, por eso se pondrá en evidencia lo peligroso que puede ser la carbonatación en estructuras de concreto reforzado, que estudios hay al respecto y como mitigar el avance de carbonatación en las estructuras.

Hoy en día, en nuestra sociedad, presentamos problemas de gran importancia que involucran un atraso en el crecimiento de las infraestructuras, a nivel nacional, de mercado y empresarial. Uno de los mayores problemas a los que nos enfrentamos en el Siglo XXI, es sin duda, la ausencia de mantenimiento por parte de las entidades encargadas de llevar a cabo dichos propósitos. Del mismo modo como se detectan bastantes problemas en la infraestructura vial de nuestro país, también se detectan en otras estructuras como lo son, para este caso, los puentes vehiculares.

5. DELIMITACION

5.1. ESPACIO

La comparación del avance de carbonatación se llevó a cabo en los puentes vehiculares de la zona de Puente Aranda, Kennedy y Engativá de la ciudad de Bogotá.

5.2. TIEMPO

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en un periodo de 4 meses que comprende del mes de febrero hasta mayo, en relación al primer periodo académico del año 2015.

5.3. CONTENIDO

Es necesario informar acerca del contenido establecido en este proyecto. Para ello, se ceñirá un poco más al seguimiento y a las actividades a realizar por parte de los elaboradores del trabajo final. Estos análisis van adjuntos al proyecto, en un formato creado particularmente por los elaboradores, en donde se registran la mayor cantidad de datos de principal importancia, como el registro fotográfico para cada estructura independiente, se indican una serie de observaciones específicas acerca del diagnóstico y estado de la infraestructura observada en campo y unas cuantas recomendaciones para controlar o mitigar el avance del deterioro.

5.4. ALCANCE

El alcance también juega un papel principal en este apartado, tanto es así, que nos encontramos frente a una delimitación bastante importante, pues, para este proyecto, aplica la investigación de las condiciones que están relacionadas de manera muy estrecha con la carbonatación en los puentes, así como también, se pretende, realizar un seguimiento sobre este fenómeno a nivel internacional, pues si bien es cierto, nos interesa de antemano, recoger y analizar los estudios, no sólo realizados en Colombia, sino también en otras partes del mundo, de tal manera que se pueda complementar la información existente y dejarla plasmada en el actual documento, cumpliendo con unos estándares de calidad suficientes como los correspondientes para un trabajo final de grado.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. MARCO TEÓRICO

El concreto armado fue considerado durante mucho tiempo el material ideal para las construcciones de estructuras, ya que aunaba en un sólo bloque, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción (concreto y acero de armar), y además el medio protector del concreto prevenía una larga vida al acero en su interior, pero la situación ideal era transitoria, y la Carbonatación hace su aparición degradando esa capacidad del concreto y expone al acero a la oxidación. En el proceso que conocemos bajo el nombre de CARBONATACIÓN, el anhídrido carbónico CO₂ existente en el aire penetra en los capilares del concreto y se combina con el hidróxido de calcio para formar carbonato de calcio. Esto provoca que la alcalinidad del concreto que originalmente tiene un valor de pH de 12 a 13 se reduce con el paso del tiempo.²

Según Rick Montani, en su artículo “La carbonatación enemigo olvidado del concreto”³, nos expresa que tan importante es esa pérdida del pH en el concreto, puesto que este es altamente alcalino, protege y resguarda el acero ante la corrosión, creando una capa de óxido sobre el acero que permanece estable dentro del concreto, cuando la carbonatación se presenta, esta capa se desestabiliza haciendo que ese mismo óxido de la capa empiece a corroer el acero que esta protege, aunque el proceso es lento, cuando es afectado o el avance ya es alto, es muy riesgoso para la estructura y costoso de reparar.

La identificación de este problema es clave en cualquier edificación, “en el concreto nuevo que tiene un pH de 12 a 13, se requieren aproximadamente de 7,000 a 8,000 partes por millón (ppm) de cloruros para comenzar la corrosión del acero ahogado. Sin embargo, si el pH baja a un rango de 10 a 11, el umbral de cloruro para la corrosión es significativamente menor -100 ppm o menos-”.

La carbonatación es muy fácil de identificar, basta con aplicar una solución de fenolftaleína con una concentración de 1-2% diluida en alcohol, teniendo así que el concreto cambiará de matiz en donde no hay presencia de carbonatación, es decir, donde el concreto cambie a un color rosado es que no hay presencia de carbonatación en el concreto, y en donde no haya cambio se concluirá que este problema ya está avanzando por el concreto. Teniendo en cuenta el área en el cual se realiza la prueba, se podría definir qué tan avanzado está el proceso de

² La carbonatación, el primer cáncer del hormigón. [en línea] Bogotá [citado: 12, febrero, 2015] Disponible en internet: URL < <http://civilgeeks.com/2011/10/02/la-carbonatacion-el-primer-cancer-del-hormigon-i/> >.

³ MONTANI, Rick. La carbonatación: enemigo olvidado del concreto [en línea] Bogotá [citado: 12, febrero, 2015]. Disponible en internet: <URL: <http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>>.

carbonatación, en donde se estimula el porcentaje de área afectada y se compara con la total, para definir el porcentaje afectado por carbonatación.⁴

La carbonatación, no es solo por acción del CO₂ ambiental, sino también va desde el momento de la construcción que afectan en primera instancia que tan fuerte es la estructura a soportar este efecto, como son la porosidad, la calidad y cantidad del cemento, el nivel de compactación, el tipo y los tiempos de curado y la relación agua-cemento, se tiene que tener una buena mezcla y colocación del concreto en la etapa constructiva, ya que si se generan grietas en el fraguado y no se corrigen, pueden hacer que la carbonatación sea mucho más rápida y temprana. Las profundidades de carbonatación consideradas a lo largo de la vida útil de las estructuras no comprometen su durabilidad mientras no alcance la armadura, lo cual se garantiza siempre y cuando se cumplan los requisitos mínimos establecidos por la norma legal vigente. De hecho la carbonatación puede incluso resultar beneficiosa desde el punto de vista de la resistencia a tracción y a compresión del hormigón y, por supuesto, desde el punto de vista de la capacidad de recombinar CO₂.

⁴ MONTANI, Rick. La carbonatación: enemigo olvidado del concreto [en línea] Bogotá [citado: 12, febrero, 2015]. Disponible en internet: <URL: <http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>>.

6.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Carbonatación:** La carbonatación del concreto, producto de la reacción del CO₂ (dióxido de carbono) presente en el aire o agua con el hidróxido de calcio originado al hidratarse el cemento y que forman el carbono de calcio, aunque mejora la dureza superficial del concreto, origina contracción y disminuye el pH. Si el pH se baja a valores inferiores de 10, puede ocurrir la corrosión del acero embebido en el concreto.⁵
- **Dióxido de Carbono (CO₂):** El dióxido de carbono, también denominado óxido de carbono (IV), gas carbónico y anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula molecular es CO₂. Es una molécula lineal y no polar, a pesar de tener enlaces polares. Esto se debe a que, dada la hibridación del carbono, la molécula posee una geometría lineal y simétrica.⁶
- **Fenolftaleína:** La fenolftaleína de fórmula (C₂₀H₁₄O₄) es un indicador de pH que en disoluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de bases toma un color rosado con un punto de viraje entre pH=8,0 (incoloro) a pH=9,8 (magenta o rosado). Es un compuesto químico orgánico que se obtiene por reacción del fenol (C₆H₅OH) y el anhídrido ftálico (C₈H₄O₃) en presencia de ácido sulfúrico.⁷
- **Cemento:** El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcillas calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada Clinker, esta se convierte en cemento cuando se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo.⁸
- **Concreto:** Mezcla de cemento pórtland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.⁹

⁵ ICONTEC. NORMA TECNICA COLOMBIA NTC 5551. Op. Cit., p.24.

⁶ Fundación Wikimedia Inc. Dióxido de Carbono [en línea] Bogotá [citado el 12 de Febrero, 2015]. Disponible en internet: <URL:http://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono>.

⁷ Fundación Wikimedia Inc. Fenolftaleína. [en línea] Bogotá [citado el 12 de Febrero, 2015]. Disponible en internet: <URL:<http://es.wikipedia.org/wiki/Fenolftale%C3%ADna>>.

⁸ Fundación Wikimedia Inc. Cemento [en línea] Bogotá [citado el 12 de Febrero, 2015]. Disponible en internet: <URL:<http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>>.

⁹ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) Título C.

- **Concreto reforzado:** Es el más popular y desarrollado de estos materiales, ya que aprovecha en forma muy eficiente las características de buena resistencia en compresión, durabilidad, resistencia al fuego y maleabilidad del concreto, junto con las de alta resistencia en tensión y ductilidad del acero, para formar un material compuesto que reúne muchas de las ventajas de ambos materiales componentes. Manejando de manera adecuada la posición y cuantía del refuerzo, se puede lograr un comportamiento notablemente dúctil en elementos sujetos a flexión.¹⁰

¹⁰ ARQUYS ARQUITECTURA. Concreto reforzado [En línea]. España. Raul E. Mercedez M. [citado el 12 de Febrero, 2015] Disponible en internet: <URL:<http://www.arqhys.com/construccion/reforzado-concreto.html>>

7. METODOLOGÍA

En este apartado se presentan los propósitos de la metodología a seguir, pues como bien se ha expuesto a lo largo del documento, los procesos a seguir para este proyecto, serán el diagnóstico preliminar de las posibles afectaciones existentes en las estructuras, la aplicación de las pruebas químicas, la recopilación de datos, el estudio de los artículos referentes a esta patología y, finalmente, las conclusiones y recomendaciones obtenidas de acuerdo a dichos resultados.

7.1. TIPO DE ESTUDIO

Se realizará la visita de campo y la prueba de avance de carbonatación con fenolftaleína en los puentes de las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Engativá, para después cotejarlos con la emanación de gases de Bogotá D.C., y completar el mapa que ya en el trabajo anterior se había iniciado. La metodología de la prueba se especificará más adelante, el orden sería el siguiente:

- 1) Comprensión de la prueba de la presencia de carbonatación con el indicador de pH fenolftaleína.
- 2) Limitación de la zona a estudiar, georreferenciación de cada puente de la zona, para trazar la ruta más rápida para hacer la prueba.
- 3) Visita de campo a cada uno de los puentes en cuestión y realización de la prueba.
- 4) Generación de una ficha técnica de cada puente, especificando la presencia de carbonatación.
- 5) Elaboración de un mapa en donde se registrarán cada puente de la zona y su avance de carbonatación.
- 6) Comparación del mapa dicho anteriormente con el mapa de emanación de gases de la ciudad de Bogotá D.C.
- 7) Elaboración de un nuevo mapa que contenga tanto la emanación de gases como el avance de carbonatación en cada zona, para indicar el riesgo de carbonatación en Bogotá D.C.

7.2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Lo anterior, se fundamenta por medio de los sitios de obtención de la información, de los cuales se alimenta la investigación obtenida para el proyecto, información que debe ser auténtica y verídica. Esta información debe ser de primera mano y debe contar con la aprobación de estudios a gran escala, los cuales son realizados de manera estricta y precisa.

Por otro lado, se enfocará muy radicalmente en información obtenida en libros de bibliotecas públicas y universitarias, de las cuales se extraerá la mayor cantidad de

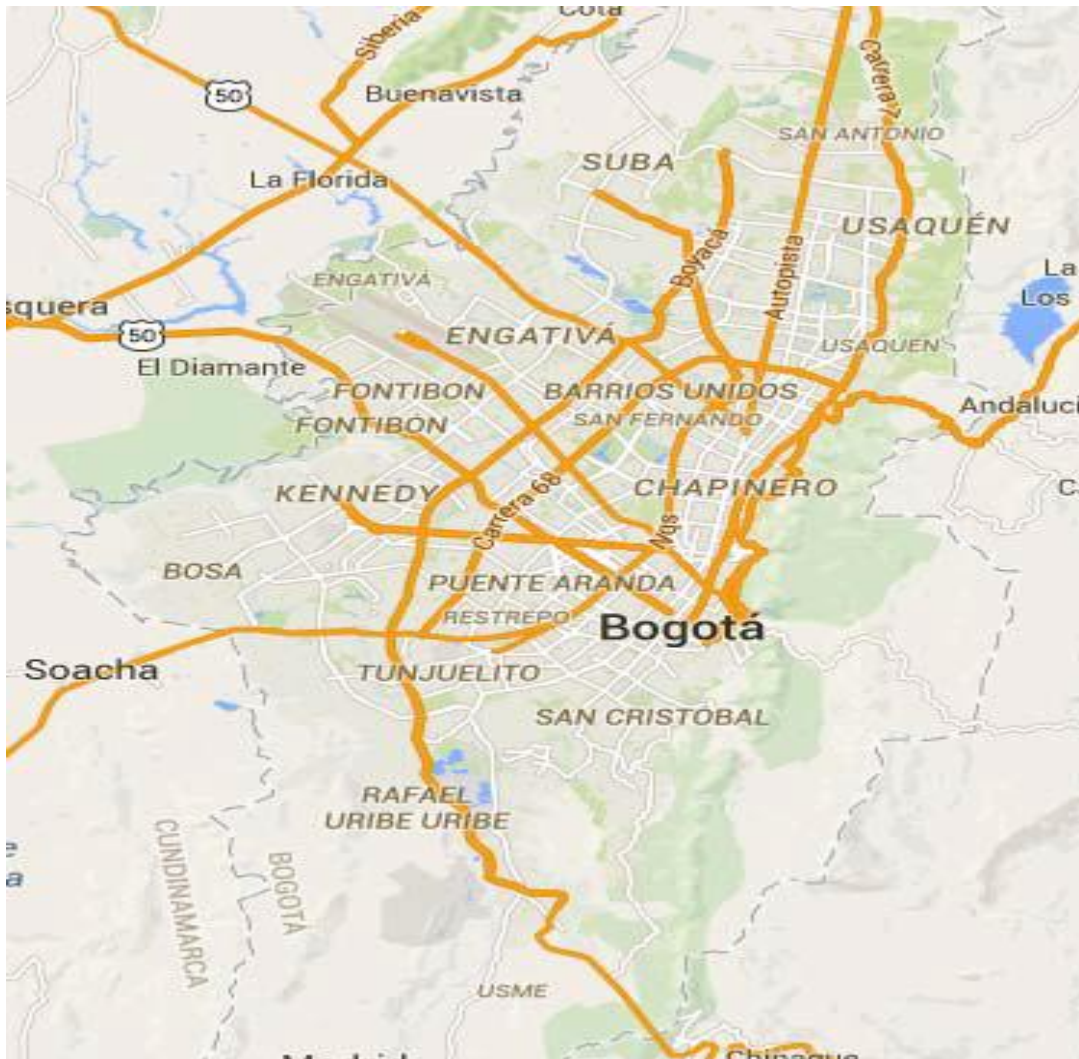
información útil posible, que sirva para adelantar las necesidades de los elaboradores del proyecto, así como también, se puedan solventar las dudas que se requieran, presentadas a lo largo de la investigación e indagación del proyecto.

De otra manera, la investigación se sustentará, también, por medio de artículos existentes en la vía Internet, los cuales procederán de páginas de bibliotecas online o, en su defecto, de páginas nacionales institucionales, en donde se aprecien principalmente condiciones de primera mano ya estudiadas acerca de la temática expuesta, y en otras, se recurrirá la extracción e indagación de artículos procedentes de otros países de índole internacional.

8. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en tres localidades de la ciudad de Bogotá D.C., teniendo como base principal los puentes vehiculares comprendidos en las zonas de Puente Aranda, Kennedy y Engativá; encontramos vías principales como la Av. Boyacá, Av. de las Américas (Calle 34), Av. El Espectador (carrera 68), Av. Batallón Caldas (carrera 50), Av. NQS (carrera 30), Av. El dorado (calle 26), Av. Ciudad de Cali, Av. Centenario (calle 13).

Ilustración 1 Imagen de Bogotá D.C. y principales localidades.

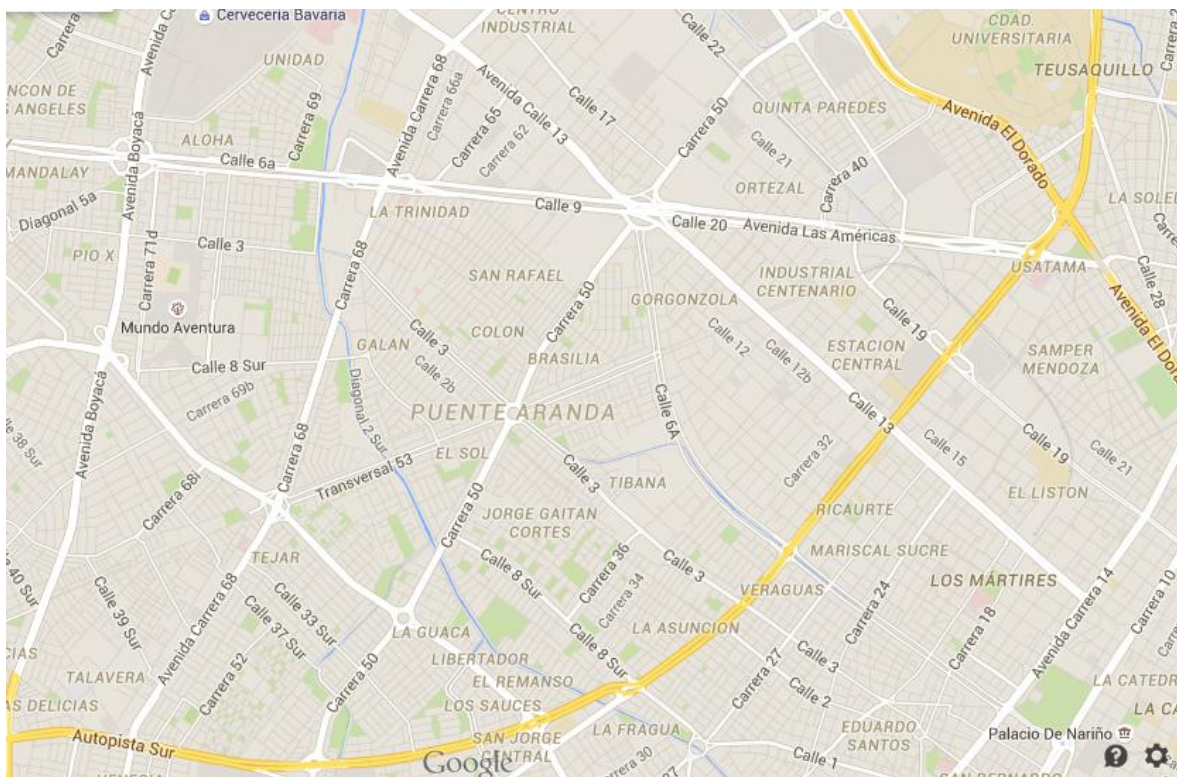


Fuente: GOOGLE. Bogotá y sus localidades [en línea] Bogotá [citado: 3, marzo, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.google.com/maps/@4.6301816,-74.1063889,11z>>.

8.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA LOCALIDAD DE PUENTE ARANDA

La localidad de Puente Aranda se encuentra ubicada al norte con la localidad de Teusaquillo, al sur con la localidad de Tunjuelito, al oriente con las localidades de Los Mártires y Antonio Nariño y al occidente con las localidades de Fontibón y Kennedy.¹¹

Ilustración 2 Principales avenidas en la localidad de Puente Aranda.



Fuente : Google Maps.

¹¹ SECRETARÍA DE CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE DE BOGOTÁ. Localidad de Puente Aranda [en línea] Bogotá [citado: 17, marzo, 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/localidades/puente-aranda>>.

8.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA LOCALIDAD DE KENNEDY

La localidad de Kennedy se encuentra ubicada en el sur occidente de la sabana de Bogotá y se localiza entre las localidades de Fontibón al norte, Bosa al sur, Puente Aranda al oriente y un pequeño sector colinda con las localidades de Tunjuelito y Ciudad Bolívar, por los lados de la Autopista Sur con Avenida Boyacá, hasta el río Tunjuelito.¹²

Ilustración 3 Principales avenidas en la localidad de Kennedy.



Fuente : Google Maps.

¹² SECRETARÍA DE CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE DE BOGOTÁ. Localidad de Kennedy [en línea] Bogotá [citado: 17, marzo, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/localidades/kennedy>>.

8.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ

La localidad de Engativá se encuentra ubicada al noroccidente de la capital y limita al norte con el río Juan Amarillo, el cual la separa de la localidad de Suba, al Oriente está bordeada por la Avenida del Congreso Eucarístico o Avenida 68, límite con la localidad de Barrios Unidos; al sur con la Avenida Jorge Eliécer Gaitán o Autopista El Dorado y el antiguo camino a Engativá, el que la separa de Fontibón y al occidente limita con el río Bogotá.¹³

Ilustración 4 Principales avenidas en la localidad de Engativá.



Fuente : Google Maps.

¹³ SECRETARÍA DE CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE DE BOGOTÁ. Localidad de Engativá [en línea] Bogotá [citado: 17, marzo, 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/localidades/engativa>>.

9. ENSAYO DE FENOLFTALEÍNA EN LOS PUENTES DE LAS LOCALIDADES DE PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVÁ.

A continuación, se recopila la información encontrada, luego de realizar el ensayo de carbonatación con fenolftaleína en la estructura de los puentes ubicados en las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Engativá.

Se anexan fichas técnicas el cual fue diligenciada a lo largo del presente proyecto, y que contienen información general de cada uno de los puentes, proporcionando detalles sobre las patologías visibles, la profundidad del frente de carbonatación, el estado visual del puente, observaciones y tratamiento.

Tabla 1 Listado de los puentes a evaluar.

No.	LOCALIDAD	DIRECCIÓN
1	Puente Aranda	Av. Américas – Av. Calle 13
2	Puente Aranda	Av. Calle 13 – Av. Américas
3	Puente Aranda	Av. Carrera 50 – Av. El Dorado (Calle 26)
4	Puente Aranda	Av. NQS (Carrera 30) – Av. El Dorado (Calle 26)
5	Puente Aranda	Av. Américas (Calle 34) – Av. NQS (Carrera 30)
6	Puente Aranda	Calle 19 – Av. NQS (Carrera 30)
7	Puente Aranda	Av. NQS (Carrera 30) – Av. Calle 13
8	Puente Aranda	Av. NQS (Carrera 30) – Av. Calle 6
9	Kennedy	Av. Américas (Calle 34) – Av. Carrera 68
10	Kennedy	Av. Américas (Calle 34) – Av. Boyacá (Carrera 72)
11	Kennedy	Av. Primero de Mayo – Av. Boyacá (Carrera 72)
12	Kennedy	Av. Primero de Mayo – Av. Carrera 68
13	Engativá	Av. El Dorado (Calle 26) – Av. Boyacá (Carrera 72)
14	Engativá	Calle 72 – Av. Boyacá (Carrera 72)
15	Engativá	Av. Calle 80 – Av. Boyacá (Carrera 72)
16	Engativá	Av. Ciudad de Cali – Av. Calle 80
17	Engativá	Av. José Celestino Mutis (Calle 63) – Av. Ciudad de Cali
18	Engativá	Av. Ciudad de Cali – Av. El Dorado (Calle 26)

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Av. Américas (Calle 34) – Av. Boyacá (Localidad de Kennedy)				1		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	14	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la Av. Américas (Calle 34) cruzando la A.v Boyacá, con un galibo de 5.0 m, 3 carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio en sentidos de flujo, Occidente – Oriente, Oriente – Occidente.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	NO
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	NO

Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible.

4. PATOLOGÍAS

FOTOGRAFÍA		Ficha N°	1	Fecha	14	04	15
Descripción Lesión  		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
		Tipo	Física	x	Química	x	
		Lesión	Suciedad	x	Carbonatación	x	
		Material	Concreto				
		Lugar	Columna				
Características y síntomas de la lesión							
Presenta suciedad en las vigas, por causa del esmog.							
Investigación y/o ensayo							
Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.							
Observación: Adquiere una tonalidad rosácea, debido a que el concreto se encuentra sano.							
Análisis de la causa							
Del efecto:							
De la causa:							
<p>Muestra tomada en la pila del puente, ubicada sobre el separador de los carriles de la Av. Boyacá en el costado oriental, sentido sur – norte.</p>							

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Av. Primero de mayo (Calle 22 Sur) – Av. Boyacá (Localidad de Kennedy)				2		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	14	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la Av. Primero de Mayo (Calle 22 Sur) cruzando la Av. Boyacá, con un galibo de 5.0 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	NO
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	SI



Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible, a pesar de que en sus vigas cajon, existen manchas a causa del esmog generado por los vehiculos de carga y transporte especialmente.

4. PATOLOGÍAS

FOTOGRAFÍA		Ficha N°	2	Fecha	14	04	15
Descripción Lesión 		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
		Tipo	Física		Química	x	
		Lesión	Fisuras		Carbonatación	x	
		Material	Concreto				
		Lugar	Columna				
		Características y síntomas de la lesión					
		El puente presenta carbonatación, a pesar de que no hay acero a la vista.					
		Investigación y/o ensayo					
		Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
		Observación: Después de unos minutos, la zona donde se aplicó el reactivo no genera cambio de color por lo que se percibe que esta carbonado.					
		Análisis de la causa					
		Del efecto: El dióxido de carbono generado por el alto flujo vehicular especialmente de carga y transporte en este sector, genera carbonatación.					
		De la causa: El dióxido de carbono afecta la estructura especialmente las columnas que lo conforman.					
Muestra tomada en la pila del puente, ubicada sobre el separador de la Av. Boyacá en el costado oriental, sentido sur norte							

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Av. El Dorado (Calle 26) – Av. Boyacá (Localidad de Engativá)				3		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	14	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la Av. El Dorado (Calle 26) cruzando la Av. Boyacá, con un galibo de 4.50 m, 4 carriles mixtos y 2 carriles exclusivos de Transmilenio en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	NO
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	SI


Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura se encuentra en buen estado, pero con algunas fisuras y desportillamiento en sus vigas.

4. PATOLOGÍAS

FOTOGRAFÍA		Ficha N°	3	Fecha	14	04	15
Descripción Lesión		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
		Tipo	Física	x	Química		
		Lesión	Fisuras	x	Corrosión acero		
		Material	Concreto				
		Lugar	Vigas				
		Características y síntomas de la lesión					
		El puente se encuentra carbonatado.					
		Investigación y/o ensayo					
		Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
		Observación: Debido al alto flujo vehicular de transporte de carga y personas por este corredor vial de la ciudad, ha causado el deterioro y descascamiento de la estructura.					
		Análisis de la causa					
		Del efecto: El dióxido de carbono generado por el alto flujo vehicular especialmente de carga y transporte en este sector, genera carbonatación.					
		De la causa: El dióxido de carbono afecta la estructura especialmente las vigas que lo conforman.					

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Calle 72 – Av. Boyacá (Localidad de Engativá)				4		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	14	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la Calle 72 cruzando la Av. Boyacá, con un galibo de 4.50 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	NO
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	NO


Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible, pero presenta suciedad (manchas) en vigas y columnas a causa del esmog que genera los vehiculos y por la materia fecal de algunos indigented que habitan en el puente.

4. PATOLOGÍAS

FOTOGRAFÍA		Ficha N°	4	Fecha	14	04	15
Descripción Lesión 		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
		Tipo	Física	x	Química	x	
		Lesión	Suciedad	x	Carbonatación	x	
		Material	Concreto				
		Lugar	Columna				
		Características y síntomas de la lesión					
		Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.					
		Investigación y/o ensayo					
		Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
		Observación: Adquiere una tonalidad rosácea, debido a que el concreto se encuentra sano.					
		Análisis de la causa					
		Del efecto:					
		De la causa:					
		Muestra tomada en la pila del puente, ubicada sobre el costado oriental de la Av. Boyacá, sentido Sur-Norte.					

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Calle 80 – Av. Boyacá (Localidad de Engativá)				5		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	21	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la Calle 80 cruzando la Av. Boyacá, con un galibo de 5.0 m, 4 carriles mixtos y 2 carriles exclusivos de Transmilenio en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	NO
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	NO



Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible, pero presenta suciedad (manchas) en vigas y columnas, a causa del esmog que genera los vehiculos y por la materia fecal de algunos indigentes que habitan en el puente.

4. PATOLOGÍAS

FOTOGRAFÍA		Ficha N°	5	Fecha	21	04	15
Descripción Lesión  		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
		Tipo	Física	x	Química	x	
		Lesión	Suciedad	x	Carbonatación	x	
		Material	Concreto				
		Lugar	Columna				
Características y síntomas de la lesión							
Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.							
Investigación y/o ensayo							
Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.							
Observación: Adquiere una tonalidad rosácea, debido a que el concreto se encuentra sano.							
Análisis de la causa							
Del efecto:							
De la causa:							
<p>Muestra tomada en la pila del puente, ubicada sobre el costado oriental de la Av. Boyacá, sentido Sur-Norte.</p>							

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Av. Ciudad de Cali – Calle 80 (Localidad de Engativá)				6		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	21	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la A.v Ciudad de Cali cruzando la Calle 80, con un galibo de 5.0 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Sur – Norte, Norte – Sur.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	NO
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	SI



Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno		Mantenimiento		REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible, pero presenta suciedad (manchas) en vigas y columnas, a causa del esmog que genera los vehiculos y por la materia fecal de algunos indigentes que habitan en el puente.

4. PATOLOGÍAS

4. PATOLOGÍAS							
FOTOGRAFÍA	Ficha N°	6	Fecha	21	04	15	
Descripción Lesión	Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ				
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Muestra tomada en la pila del puente a un 1/3 de la luz, ubicada sobre el costado Sur de la Calle 80.</p>	Tipo	Física	x	Química	x		
	Lesión	Suciedad	x	Carbonatación	x		
	Material	Concreto					
	Lugar	Columna					
	Características y síntomas de la lesión						
	El concreto se ha ido desprendiendo generando descascaramiento del material de las columnas.						
	Investigación y/o ensayo						
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.						
	Observación: Después de unos minutos, la zona donde se aplicó el reactivo no genera cambio de color por lo que se percibe que esta carbonado.						
	Análisis de la causa						
Del efecto: El daño no ha sido radical. El dióxido de carbono generado por el alto flujo vehicular especialmente de carga y transporte en este sector, genera carbonatación.							
De la causa: El dióxido de carbono ha sido el ente principal del deterioro de la estructura.							

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA										
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA										
Estructura PUENTE VEHICULAR Av. Calle 63 – Av. Ciudad de Cali (Localidad de Engativá)								Ficha N° 7		
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ				Fecha 21 04 15			
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES										
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido										
Dirección X										
Muros de mampostería										
Muros de concreto										
Pórticos de Concreto	X									
Pórticos Metálicos										
Otro										
Cuál:										
Dirección Y										
Muros de mampostería										
Muros de concreto										
Pórticos de Concreto	X									
Pórticos Metálicos										
Otro										
Cuál:										
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la A.v Calle 63 cruzando la Av. Ciudad de Cali, con un galibo de 5.0 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.										
SUPERESTRUCTURA										
Estado		Bueno								
Desagües		Bombeo con pendiente mínima del 2%.								
3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO										
Estado de la Estructura										
Fisuración en Estribos					NO					
Fisuración en Barandas					NO					
Fisuración en Vigas					NO					
Fisuración en Columnas					NO					
Carbonatación					NO					
Calidad Materiales										
Concreto					Bueno					
Acero					No hay acero a la vista					
Unión de elementos			Bueno		Mantenimiento			REGULAR		
Calificación Preliminar Calidad Estructura					Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura					Bueno	x	Regular		Malo	
Observaciones: La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible										
4. PATOLOGÍAS										
FOTOGRAFÍA					Ficha N°	7	Fecha	21	04	15

Descripción Lesión	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ					
  <p data-bbox="199 1514 889 1598">Muestra tomada en la pila del puente a un 1/3 de la luz, ubicada sobre el costado Oriental de la Av. Ciudad de Cali.</p>	Tipo	Física		Química	x	
	Lesión	Fisuras		Corrosión acero		
	Material	Concreto				
	Lugar	Columna				
	Características y síntomas de la lesión					
	No presenta lesiones.					
	Investigación y/o ensayo					
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
	Observación: Adquiere una tonalidad rosácea, debido a que el concreto se encuentra sano.					
	Análisis de la causa					
Del efecto:						
De la causa:						

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Av. Ciudad de Cali – Av. El Dorado (Calle 26) (Localidad de Engativá)				8		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	21	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la A.v Ciudad de Cali cruzando la Av. El Dorado (Calle 26), con un galibo de 5.0 m, 4 carriles mixtos en sentidos de flujo, Sur – Norte, Norte – Sur.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	NO
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	NO

Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible, pero presenta suciedad (manchas) en vigas y columnas, a causa del esmog que genera los vehiculos y por la materia fecal de algunos indigentes que habitan en el puente.

4. PATOLOGÍAS

4. PATOLOGÍAS						
FOTOGRAFÍA	Ficha N°	8	Fecha	21	04	15
Descripción Lesión	Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
	Tipo	Física	x	Química	x	
	Lesión	Suciedad	x	Corrosión acero		
	Material	Concreto				
	Lugar	Columna				
Características y síntomas de la lesión						
Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.						
Investigación y/o ensayo						
Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.						
Observación: Adquiere una tonalidad rosácea, debido a que el concreto se encuentra sano.						
Análisis de la causa						
Del efecto:						
De la causa:						

Muestra tomada en la pila del puente a un 1/3 de la luz, ubicada sobre el costado Norte de la Calle 26 en sentido Oriente - Occidente.

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Av. Américas (Calle 34) – Av. Carrera 68 (Localidad de Kennedy)				9		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	21	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	
Dirección Y	
Muros de mampostería	
Muros de concreto	
Pórticos de Concreto	X
Pórticos Metálicos	
Otro	
Cuál:	



Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la Av. Americas (Calle 34) cruzando la Av. Carrera 68, con un galibo de 4.50 m, 3 carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	SI
Fisuración en Vigas	NO
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	SI


Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:

La estructura presenta desprendimiento del concreto en algunas zonas como los estribos y barandas, pero no se alcanza a ver el acero de refuerzo.

4. PATOLOGÍAS

4. PATOLOGÍAS						
FOTOGRAFÍA	Ficha N°	9	Fecha	21	04	15
Descripción Lesión	Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
	Tipo	Física	x	Química	x	
	Lesión	Fisuras	x	Carbonatación	X	
	Material	Concreto				
	Lugar	Columna				
	Características y síntomas de la lesión					
	El estribo del puente muestra un desprendimiento del concreto de recubrimiento, lo cual nos indica que ha aunque no hay carbonatación en la zona en la cual se aplicó la fenolftaleína, si puede estar iniciando un proceso de carbonatación.					
	Investigación y/o ensayo					
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
	Observación: La prueba con fenolftaleína se realizo sobre una de las pilas del puente, no presenta carbonatación.					
	Análisis de la causa					
Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo.						
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.						



Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA						
5. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						
Estructura PUENTE VEHICULAR Av. Calle 13 – Av. Américas (Calle 34) (Localidad de Puente Aranda)					Ficha N° 10	
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ		Fecha 21 04 15	
6. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES						
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido						
Dirección X						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Dirección Y						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Calle 13 cruzando la Av. Americas (Calle 34), con un galibo de 4.50 m, 2 carriles mixtos en sentido de flujo, Occidente – Oriente.						
SUPERESTRUCTURA						
Estado	Bueno					
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.					
7. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO						
Estado de la Estructura						
Fisuración en Estribos	NO					
Fisuración en Barandas	NO					
Fisuración en Vigas	NO					
Fisuración en Columnas	NO					
Carbonatación	SI					
Calidad Materiales						
Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	

Observaciones:


La estructura no presenta daños estructurales visibles. Adicionalmente las columnas presentan capas de mortero de aproximadamente 3 cm de espesor, lo cual previene un daño prematuro de estas por causa del dióxido de carbono emitido por los automotores que circulan en la zona.

8. PATOLOGÍAS

FOTOGRAFÍA							
Descripción Lesión	Ficha N°	10	Fecha	21	04	15	
<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ				
	Tipo	Física		Química		x	
	Lesión	Suciedad		Carbonatación		x	
	Material	Concreto					
	Lugar	Columna					
	Características y síntomas de la lesión						
	Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular. La prueba de fenolftaleína determina que el lugar en el cual tomamos la muestra ya ha entrado en un proceso de carbonatación.						
	Investigación y/o ensayo						
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.						
	Observación: Presenta Carbonatación en la capa superficial del elemento, es decir en los primeros milímetros del recubrimiento del acero						
Análisis de la causa							
Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo.							
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.							


Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA						
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						
Estructura PUENTE VEHICULAR Av. Américas (Calle 34) –Av. Calle 13 (Localidad de Puente Aranda)					Ficha N° 11	
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ		Fecha 21 04 15	
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES						
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido						
Dirección X						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Dirección Y						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Av Américas (Calle 34) cruzando la Calle 13, con un galibo de 4.50 m, 3 carriles mixtos en sentido de flujo, Oriente – Occidente.						
SUPERESTRUCTURA						
Estado	Bueno					
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.					
3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO						
Estado de la Estructura						
Fisuración en Estribos	NO					
Fisuración en Barandas	NO					
Fisuración en Vigas	NO					
Fisuración en Columnas	NO					
Carbonatación	SI					
Calidad Materiales						
Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento		REGULAR		
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno		Regular		Malo	x
Observaciones: Se presentan manchas negras debido a fogatas que realizan habitantes de calle sobre las pilas de las columnas.						
4. PATOLOGÍAS						

FOTOGRAFÍA		Ficha N°	11	Fecha	21	04	15
Descripción Lesión		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
 <p>Muestra tomada en columna deteriorada por la quema de materiales por habitantes de calle.</p>	Tipo	Física	x	Química	x		
	Lesión	Suciedad	x	Carbonatación	x		
	Material	Concreto					
	Lugar	Columna					
	Características y síntomas de la lesión						
	Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular. La estructura presenta quemaduras en la capa superficial del concreto.						
	Investigación y/o ensayo						
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.						
	Observación: Presenta Carbonatación en la capa superficial del elemento, es decir en los primeros milímetros del recubrimiento del acero						
	Análisis de la causa						
Del efecto: No hay un cambio de coloración en el concreto, este presenta carbonatación.							
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH. Este efecto se presenta por la circulación de los automotores en la zona y se ve aumentado por la quema de materiales en las pilas del puente.							

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA									
9. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA									
Estructura PUENTE VEHICULAR A.v Carrera 50 – Av. El Dorado (Calle 26) (Localidad de Puente Aranda)								Ficha N° 12	
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ				Fecha 21 04 15		
10. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES									
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido									
Dirección X									
Muros de mampostería									
Muros de concreto									
Pórticos de Concreto	X								
Pórticos Metálicos									
Otro									
Cuál:									
Dirección Y									
Muros de mampostería									
Muros de concreto									
Pórticos de Concreto	X								
Pórticos Metálicos									
Otro									
Cuál:									
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Carrera 50 cruzando la A.v El Dorado (Calle 26) con un galibo de 5.00 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Sur – Norte, Norte – Sur.									
SUPERESTRUCTURA									
Estado	Bueno								
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.								
11. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO									
Estado de la Estructura									
Fisuración en Estribos	NO								
Fisuración en Barandas	NO								
Fisuración en Vigas	NO								
Fisuración en Columnas	NO								
Carbonatación	SI								
Calidad Materiales									
Concreto	Bueno								
Acero	No hay acero a la vista								
Unión de elementos	Bueno			Mantenimiento			REGULAR		
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo				
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo				
Observaciones: La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible									
12. PATOLOGÍAS									
FOTOGRAFÍA				Ficha N°	12	Fecha	21	04	15

Descripción Lesión	Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ		
 <p data-bbox="191 1373 894 1493">La prueba se realiza sobre una pila del puente, esta presenta un pequeño recubrimiento con mortero. La prueba realizada con la fenolftaleína indica que la estructura presenta carbonatación</p>	Tipo	Física	Química	x	
	Lesión	Suciedad	Carbonatación	x	
	Material	Concreto			
	Lugar	Columna			
	Características y síntomas de la lesión				
	Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.				
	Investigación y/o ensayo				
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.				
	Observación: Presenta Carbonatación en la capa superficial del elemento, es decir en los primeros milímetros del recubrimiento del acero.				
	Análisis de la causa				
Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo.					
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.					

Fuente: Los autores.


INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Estructura				Ficha N°		
PUENTE VEHICULAR Av. NQS (Carrera 30) – Av. El Dorado (Calle 26) (Localidad de Puente Aranda)				13		
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:	Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ	21	04	15

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido

Dirección X		
Muros de mampostería		
Muros de concreto		
Pórticos de Concreto	X	
Pórticos Metálicos		
Otro		
Cuál:		
Dirección Y		
Muros de mampostería		
Muros de concreto		
Pórticos de Concreto	X	
Pórticos Metálicos		
Otro		
Cuál:		

Observaciones:

Puente vehicular ubicado sobre la Av. NQS cruzando la Av. El Dorado (Calle 26) con un galibo de 5.00 m, 4 carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio en sentidos de flujo, Norte – Sur, Sur – Norte.

SUPERESTRUCTURA

Estado	Bueno
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.

3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO

Estado de la Estructura

Fisuración en Estribos	NO
Fisuración en Barandas	SI
Fisuración en Vigas	SI
Fisuración en Columnas	NO
Carbonatación	SI


Calidad Materiales

Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento			REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno		Regular	X	Malo	

Observaciones:


La estructura presenta desprendimiento del refuerzo en las vigas longitudinales que soportan las cargas de la losa, lo cual indica que allí ya se ha iniciado un proceso de carbonatación. Se recomienda intervenir estas lesiones lo más pronto posible, ya que de no hacerlo el desprendimiento del recubrimiento continuara dejando el acero de refuerzo expuesto a la intemperie, en caso de que esto ocurra este empezará a oxidarse lo que causara un aumento de su volumen generando esfuerzos no deseados dentro de las vigas que pueden generar fisuras de estos elementos.

4. PATOLOGÍAS


FOTOGRAFÍA		Ficha N°	13	Fecha	21	04	15
<p align="center">Descripción Lesión</p>  <p align="center">Muestra tomada en la pila central del puente</p>		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
		Tipo	Física	X	Química	x	
Lesión	Fisuras	X	Carbonatación	x			
Material	Concreto						
Lugar	Columna						
Características y síntomas de la lesión							
Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.							
Investigación y/o ensayo							
Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.							
Observación: Presenta Carbonatacion en la capa superficial del elemento, es decir en los primeros milímetros del recubrimiento del acero.							
Análisis de la causa							
Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo.							
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.							


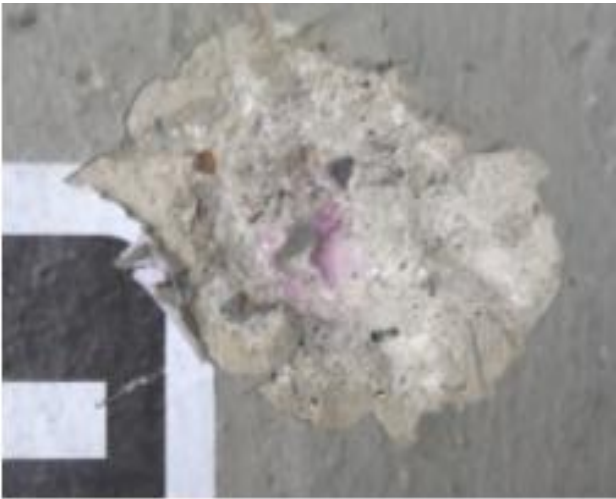
Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA						
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						
Estructura PUENTE VEHICULAR Av. Américas (Calle 34) – Av. NQS (Carrera 30) (Localidad de Puente Aranda)					Ficha N° 14	
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ		Fecha 14 04 15	
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES						
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido						
Dirección X						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Dirección Y						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Av. Americas (Calle 34) cruzando la Av. NQS (Carrera 30), con un galibo de 5.00 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.						
SUPERESTRUCTURA						
Estado	Bueno					
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.					
3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO						
Estado de la Estructura						
Fisuración en Estribos	NO					
Fisuración en Barandas	NO					
Fisuración en Vigas	NO					
Fisuración en Columnas	NO					
Carbonatación	SI					
Calidad Materiales						
Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno	Mantenimiento		REGULAR		
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Observaciones: La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible.						
4. PATOLOGÍAS						


FOTOGRAFÍA		Ficha N°	14	Fecha	14	04	15
Descripción Lesión		Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
		Tipo	Física		Química	x	
		Lesión	Suciedad		Carbonatación	x	
		Material	Concreto				
		Lugar	Columna				
		Características y síntomas de la lesión					
		Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.					
		Investigación y/o ensayo					
		Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
		Observación: Presenta Carbonatación en la capa superficial del elemento, es decir en los primeros milímetros del recubrimiento del acero.					
		Análisis de la causa					
		Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo.					
		De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.					
		Muestra tomada en la pila del puente, ubicada sobre el separador de los carriles de la Av. NQS en el costado oriental, sentido sur – norte.					

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA						
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						
Estructura PUENTE VEHICULAR Calle 19 – Av. NQS (Carrera 30) (Localidad de Puente Aranda)					Ficha N° 15	
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ		Fecha 14 04 15	
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES						
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido						
Dirección X						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Dirección Y						
Muros de mampostería						
Muros de concreto						
Pórticos de Concreto	X					
Pórticos Metálicos						
Otro						
Cuál:						
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Calle 19 cruzando la Av. NQS (Carrera 30), con un galibo de 5.00 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.						
SUPERESTRUCTURA						
Estado	Bueno					
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.					
3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO						
Estado de la Estructura						
Fisuración en Estribos						NO
Fisuración en Barandas						NO
Fisuración en Vigas						NO
Fisuración en Columnas						SI
Carbonatación						SI
Calidad Materiales						
Concreto	Bueno					
Acero	No hay acero a la vista					
Unión de elementos	Bueno		Mantenimiento		REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno		Regular	X	Malo	
Observaciones: La estructura presenta manchas negras y desprendimiento del recubrimiento en algunas vigas del puente.						
4. PATOLOGÍAS						
FOTOGRAFÍA			Ficha N°	15	Fecha	14 04 15

Descripción Lesión	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ					
  <p data-bbox="203 1423 889 1512">Muestra tomada en la pila del puente, ubicada sobre el separador de los carriles de la Av. NQS en el costado oriental, sentido sur – norte.</p>	Tipo	Física	X	Química	x	
	Lesión	Fisuras	X	Carbonatación	x	
	Material	Concreto				
	Lugar	Columna				
	Características y síntomas de la lesión					
	Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.					
	Investigación y/o ensayo					
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
	Observación: Las vigas presentan desprendimiento del recubrimiento del acero, dejándolo expuesto a la intemperie lo que puede generar un deterioro prematuro de los elementos estructurales en general.					
	Análisis de la causa					
Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo. Esto puede generar un aumento en el volumen del acero lo que puede generar esfuerzos de tensión dentro de las vigas generando fisuras en estos elementos estructurales.						
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.						



Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA							
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
Estructura PUENTE VEHICULAR Av. NQS (Carrera 30) – Av. Calle 13 (Localidad de Puente Aranda)						Ficha N° 16	
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			Fecha 14 04 15	
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES							
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido							
Dirección X							
Muros de mampostería							
Muros de concreto							
Pórticos de Concreto	X						
Pórticos Metálicos							
Otro							
Cuál:							
Dirección Y							
Muros de mampostería							
Muros de concreto							
Pórticos de Concreto	X						
Pórticos Metálicos							
Otro							
Cuál:							
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Av. NQS (Carrera 30) cruzando la Calle 13, con un galibo de 5.00 m, 4 carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio, en sentidos de flujo, Norte – Sur, Sur – Norte.							
SUPERESTRUCTURA							
Estado	Bueno						
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.						
3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO							
Estado de la Estructura							
Fisuración en Estribos				NO			
Fisuración en Barandas				NO			
Fisuración en Vigas				NO			
Fisuración en Columnas				NO			
Carbonatación				SI			
Calidad Materiales							
Concreto				Bueno			
Acero				No hay acero a la vista			
Unión de elementos		Bueno		Mantenimiento		REGULAR	
Calificación Preliminar Calidad Estructura				Bueno	x	Regular	Malo
Calificación Preliminar Estado Estructura				Bueno		Regular	X Malo

Observaciones:


La estructura presenta desprendimiento del refuerzo en las vigas longitudinales que soportan las cargas de la losa, lo cual indica que allí ya se ha iniciado un proceso de carbonatación. Se recomienda intervenir estas lesiones lo más pronto posible, ya que de no hacerlo el desprendimiento del recubrimiento continuara dejando el acero de refuerzo expuesto a la intemperie, en caso de que esto ocurra este empezará a oxidarse lo que causara un aumento de su volumen generando esfuerzos no deseados dentro de las vigas que pueden generar fisuras de estos elementos.

4. PATOLOGÍAS

FOTOGRAFÍA	Ficha N°	16	Fecha	14	04	15
Descripción Lesión	Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			
	Tipo	Física	X	Química	x	
 <p>Muestra tomada en la pila central del puente.</p>  <p>Desprendimiento de concreto en vigas.</p>	Lesión	Fisuras	X	Carbonatación	x	
	Material	Concreto				
	Lugar	Columna				
	Características y síntomas de la lesión					
Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.						
Investigación y/o ensayo						
Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.						
Observación: Las vigas presentan desprendimiento del recubrimiento del acero, dejándolo expuesto a la intemperie lo que puede generar un deterioro prematuro de los elementos estructurales en general.						
Análisis de la causa						
Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo. Esto poder generar un aumento en el volumen del acero lo que puede generar esfuerzos de tensión dentro de las vigas generando fisuras en estos elementos estructurales.						
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.						



Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA										
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA										
Estructura PUENTE VEHICULAR Av. NQS (Carrera 30) – Av. Calle Sexta (Localidad de Puente Aranda)								Ficha N° 17		
Año construido -	Uso PUBLICO	Historia Clínica	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ				Fecha 01 04 15			
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES										
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido										
Dirección X										
Muros de mampostería										
Muros de concreto										
Pórticos de Concreto	X									
Pórticos Metálicos										
Otro										
Cuál:										
Dirección Y										
Muros de mampostería										
Muros de concreto										
Pórticos de Concreto	X									
Pórticos Metálicos										
Otro										
Cuál:										
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Av. NQS (Carrera 30) cruzando la Av. Calle Sexta, con un galibo de 5.00 m, 4 carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio, en sentidos de flujo, Norte – Sur, Sur – Norte.										
SUPERESTRUCTURA										
Estado		Bueno								
Desagües		Bombeo con pendiente mínima del 2%.								
3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO										
Estado de la Estructura										
Fisuración en Estribos					NO					
Fisuración en Barandas					NO					
Fisuración en Vigas					NO					
Fisuración en Columnas					NO					
Carbonatación					NO					
Calidad Materiales										
Concreto					Bueno					
Acero					No hay acero a la vista					
Unión de elementos			Bueno		Mantenimiento			REGULAR		
Calificación Preliminar Calidad Estructura					Bueno	x	Regular		Malo	
Calificación Preliminar Estado Estructura					Bueno	x	Regular		Malo	
Observaciones: La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible										
4. PATOLOGÍAS										
FOTOGRAFÍA					Ficha N°	17	Fecha	01	04	15

Descripción Lesión	Elaboró:		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ		
	Tipo	Física	Química	x	
	Lesión	Fisuras	Corrosión acero		
	Material	Concreto			
	Lugar	Columna			
	Características y síntomas de la lesión				
	Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.				
	Investigación y/o ensayo				
	Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.				
	Observación: Presento después de 1 minuto coloración rosácea indicando que su pH es básico, y que no hay frente de carbonatación.				
	Análisis de la causa				
Del efecto:					
De la causa:					

Fuente: Los autores.

INSPECCIÓN Y PATOLOGÍA DE LA ESTRUCTURA								
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA								
Estructura							Ficha N°	
PUENTE VEHICULAR Av. Primero de Mayo – Av. Carrera 68 (Localidad de Kennedy)							18	
Año construido	Uso	Historia Clínica	Elaboró:			Fecha		
-	PUBLICO		CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ			01	04	15
2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES								
Sistema estructural en cada sentido y material del cual está constituido								
Dirección X								
Muros de mampostería								
Muros de concreto								
Pórticos de Concreto	X							
Pórticos Metálicos								
Otro								
Cuál:								
Dirección Y								
Muros de mampostería								
Muros de concreto								
Pórticos de Concreto	X							
Pórticos Metálicos								
Otro								
Cuál:								
Observaciones: Puente vehicular ubicado sobre la Av. Primero de Mayo, cruzando la Av. Carrera 68, con un galibo de 5.00 m, 3 carriles mixtos en sentidos de flujo, Oriente – Occidente, Occidente – Oriente.								
SUPERESTRUCTURA								
Estado	Bueno							
Desagües	Bombeo con pendiente mínima del 2%.							
3. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD Y ESTADO								
Estado de la Estructura								
Fisuración en Estribos							NO	
Fisuración en Barandas							NO	
Fisuración en Vigas							NO	
Fisuración en Columnas							NO	
Carbonatación							SI	
Calidad Materiales								
Concreto							Bueno	
Acero							No hay acero a la vista	
Unión de elementos	Bueno			Mantenimiento		REGULAR		
Calificación Preliminar Calidad Estructura	Bueno	x	Regular		Malo			
Calificación Preliminar Estado Estructura	Bueno	x	Regular		Malo			
Observaciones: La estructura se encuentra en buen estado sin ningun daño visible								
4. PATOLOGÍAS								
FOTOGRAFÍA			Ficha N°	18	Fecha	01	04	15

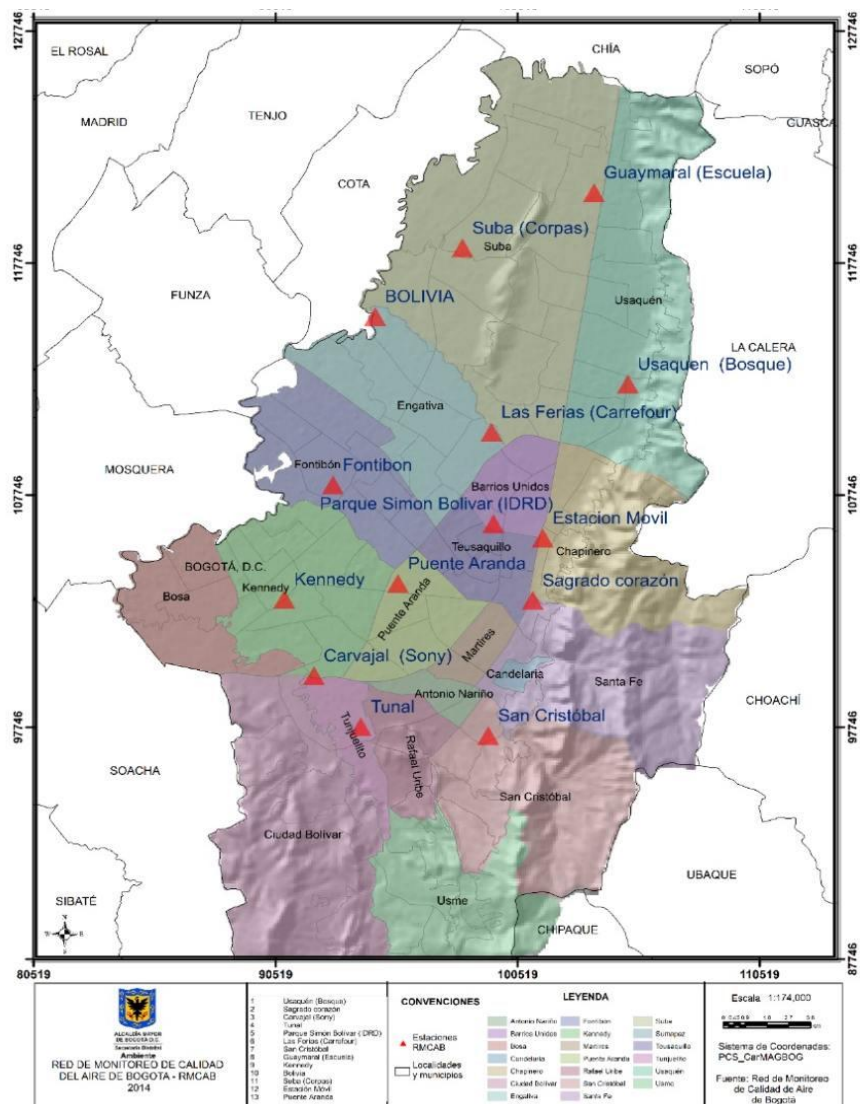
Descripción Lesión	Elaboró: CAMILO AGUILAR MICHAEL VELASQUEZ				
 	Tipo	Física		Química	x
	Lesión	Fisuras		Corrosión acero	
Material	Concreto				
Lugar	Columna				
Características y síntomas de la lesión					
Se realiza una inspección visual para revisar el frente de carbonatación presente en la estructura del puente vehicular.					
Investigación y/o ensayo					
Ensayos: Prueba con Fenolftaleína, Inspección visual.					
Observación: Presenta Carbonatación en la capa superficial del elemento, es decir en los primeros milímetros del recubrimiento del acero.					
Análisis de la causa					
Del efecto: Se revisa el estado de la estructura debido a la exposición continua al Dióxido de Carbono CO ₂ el cual actúa como elemento agresor en la pasta de concreto corroyendo el acero de refuerzo.					
De la causa: El Dióxido de carbono un componente químico que penetra por los capilares del concreto hasta llegar al medio alcalino en el cual reside el acero de refuerzo cambiando su nivel de pH.					

Fuente: Los autores.

10. DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) PRESENTE EN EL AIRE, DE LAS LOCALIDADES DE PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.

Con el objetivo de tener un análisis más a fondo en cuanto a la carbonatación se refiere, se deben comparar resultados obtenidos en los puentes (si hay o no carbonatación), con la concentración de dióxido de carbono presente en el aire. Bogotá tiene varios puntos de muestreo de calidad de aire, pero nos vamos a enfocar en las estaciones más cercanas a las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Engativá, estas serían las estaciones más cercanas para el estudio: Puente Aranda, Carvajal (Sony) y Las Ferias (Carrefour).

Ilustración 5 Estaciones de Monitoreo del Aire en Bogotá D.C.



Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

Ilustración 6 Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá D.C. (RMCAB)



Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

Como se puede observar, los índices en Bogotá son bueno o moderado, a excepción de las zonas industriales, por el material que expulsan a la atmosfera las empresas que se encuentran en estas zonas, a continuación se da una características generales de estas estaciones proporcionadas por la Secretaria Distrital de Ambiente, y por su organismo a cargo de la calidad del aire, Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá D.C. (RMCAB):

Tabla 2 Ubicación Estaciones de Monitoreo de la RMCAB.

Ubicación estaciones RMCAB							
Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Localidad	dirección	Tipo de zona	Tipo de estación
Guaymaral	4°47'1.52"N	74°2'39.06"W	2580 m	Suba	Autopista Norte # 205-59	Suburbana	De fondo
Usaquén	4°42'37.26"N	74°1'49.50"W	2570 m	Usaquén	Carrera 7B Bis # 132-11	Urbana	De fondo
Suba	4°45'40.49"N	74° 5'36.46"W	2571 m	Suba	Carrera 111 # 159A-61	Suburbana	De fondo
Bolivia	4°44'9.12"N	74°7'33.18"W	2574 m	Engativá	Avenida Calle 80 # 121-98	Suburbana	De fondo
Las Ferias	4°41'26.52"N	74°4'56.94"W	2552 m	Engativá	Avenida Calle 80 # 69Q-50	Urbana	De tráfico
P. Simón Bolívar	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577 m	Barrios Unidos	Calle 63 # 59A-06	Urbana	De fondo
Sagrado Corazón	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621 m	Santa Fe	Calle 37 # 8-40	Urbana	De tráfico
Fontibón	4°40'12.36"N	74 8'29.58"W	2591 m	Fontibón	Carrera 96G # 17B-49	Urbana	Industrial
Puente Aranda	4°37'54.36"N	74°7'2.94"W	2590 m	Puente Aranda	Calle 10 # 65-28	Urbana	Industrial
Kennedy	4°37'30.18"N	74°9'40.80"W	2580 m	Kennedy	Carrera 80 # 40-55 sur	Urbana	De fondo
Carvajal	4°35'44.22"N	74°8'54.90"W	2563 m	Kennedy	Autopista Sur # 63-40	Urbana	Tráfico Industrial
Tunal	4°34'34.41"N	74°7'51.44"W	2589 m	Tunjuelito	Carrera 24 # 49-86 sur	Urbana	De fondo
San Cristóbal	4°34'21.19"N	74°5'1.73"W	2688 m	San Cristóbal	Carrera 2 Este # 12-78 sur	Urbana	De fondo
Móvil	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

Tabla 3 Contaminantes Registrados en las Estaciones de Monitoreo de la RMCAB.

Contaminantes							
Estación	PM ₁₀	PST	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂
Guaymaral	X			X	X		
Usaquén	X		X	X		X	
Suba	X			X	X		X
Bolivia							
Las Ferias	X		X	X	X	X	X
P. Simón Bolívar	X		X	X	X	X	X
Sagrado Corazón	X			X			
Fontibón	X			X		X	X
Puente Aranda	X			X	X	X	X
Kennedy	X		X		X	X	X
Carvajal	X	X	X	X		X	X
Tunal	X		X	X	X	X	X
San Cristóbal	X			X		X	X
Móvil	X			X	X	X	X

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

Tabla 4 Contaminantes Registrados en las Estaciones de Monitoreo de la RMCAB.

Contaminantes							
Estación	PM ₁₀	PST	PM _{2,5}	O ₃	NO ₂	CO	SO ₂
Guaymaral	X			X	X		
Usaquén	X		X	X		X	
Suba	X			X	X		X
Bolivia							
Las Ferias	X		X	X	X	X	X
P. Simón Bolívar	X		X	X	X	X	X
Sagrado Corazón	X			X			
Fontibón	X			X		X	X
Puente Aranda	X			X	X	X	X
Kennedy	X		X		X	X	X
Carvajal	X	X	X	X		X	X
Tunal	X		X	X	X	X	X
San Cristóbal	X			X		X	X
Móvil	X			X	X	X	X

Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

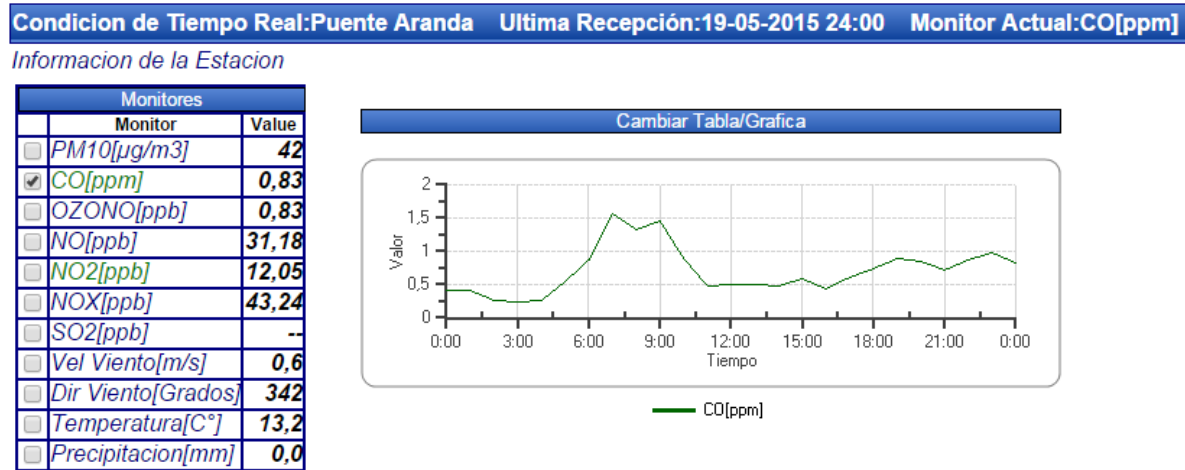
A continuación se presentan los índices de los contaminantes atmosféricos de todas las estaciones de monitoreo en su última lectura. Cabe aclarar, que las estaciones que nos interesan para nuestro estudio son las estaciones de Puente Aranda, Carvajal (Sony) y Las Ferias (Carrefour).

Tabla 5 Últimas Mediciones de las Estaciones de monitoreo de la RMCAB.

Estación	Fecha y Hora	TSP µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM ₂₅ µg/m ³	SO ₂ ppb	CO ppm	NO ₂ ppb	OZONO ppb
Guaymaral	19-05-2015 18:00		21					9,11
Usaquen	19-05-2015 18:00		14			0,34		12,45
Suba	19-05-2015 18:00		44					
Las Ferias	19-05-2015 18:00		23		1,39	0,60	25,86	6,37
Centro de Alto Rendimiento	16-05-2015 20:00		15			0,92	21,72	8,20
MinAmbiente	19-05-2015 18:00		19					
Fontibon	21-08-2014 14:00							
Puente Aranda	19-05-2015 18:00		33		0,52	0,74	11,14	3,84
Kennedy	19-05-2015 18:00		53	13		0,75	11,72	
Carvajal	19-05-2015 5:00	65	55		3,28	1,03		1,10
Tunal	19-05-2015 18:00		54			0,32	8,36	7,63
San Cristobal	19-05-2015 18:00		17			0,36		9,3

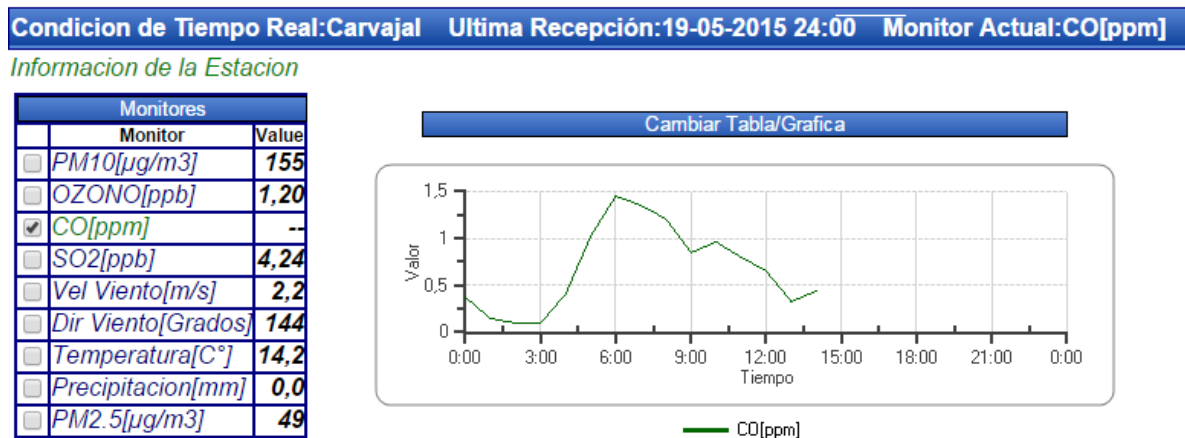
Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

Ilustración 7 Condiciones en Tiempo Real de CO (ppm) de la Estación de Monitoreo Puente Aranda.



Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

Ilustración 8 Condiciones en Tiempo Real de CO (ppm) de la Estación de Monitoreo Carvajal.



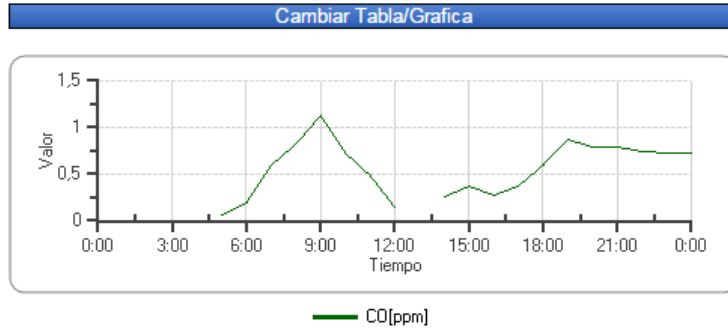
Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

Ilustración 9 Condiciones en Tiempo Real de CO (ppm) de la Estación de Monitoreo La Ferias.

Condición de Tiempo Real:Las Ferias Última Recepción:19-05-2015 24:00 Monitor Actual:CO[ppm]

Información de la Estacion

Monitores	
Monitor	Value
<input type="checkbox"/> PM10[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	17
<input checked="" type="checkbox"/> CO[ppm]	0,72
<input type="checkbox"/> OZONO[ppb]	3,91
<input type="checkbox"/> NO[ppb]	19,25
<input type="checkbox"/> NO2[ppb]	29,34
<input type="checkbox"/> NOX[ppb]	48,59
<input type="checkbox"/> SO2[ppb]	--
<input type="checkbox"/> Vel Viento[m/s]	2,1
<input type="checkbox"/> Dir Viento[Grados]	38
<input type="checkbox"/> Temperatura[C°]	12,1
<input type="checkbox"/> Humedad[%]	71,16
<input type="checkbox"/> Precipitacion[mm]	0,0
<input type="checkbox"/> Presion Baro[mmHg]	566,14
<input type="checkbox"/> PM2.5[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	7,6



Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – RMCAB

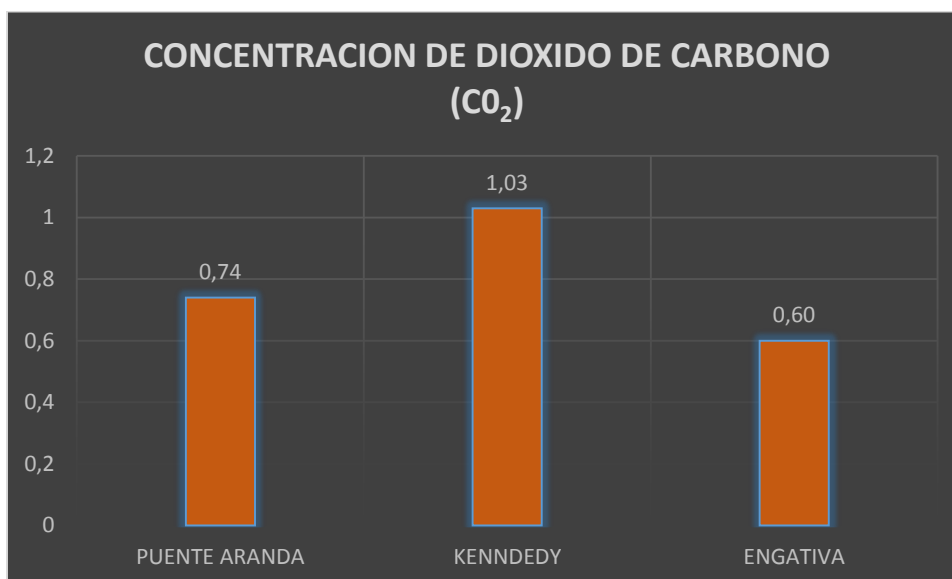
11. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE FENOLFTALEÍNA

Tabla 6 Tabla Comparativa de carbonatación.

LOCALIDAD	CO ₂ (ppm)	TOTAL PUNTES INSPECCIONADOS	No. DE PUENTES NO CARBONATADOS	No. PUENTES CARBONATADOS	%(PUENTES NO CARBONATADOS)
PUENTE ARANDA	0,74	8	1	7	87,50%
KENNEDY	1,03	4	1	3	75,00%
ENGATIVA	0,60	6	4	2	33,33%

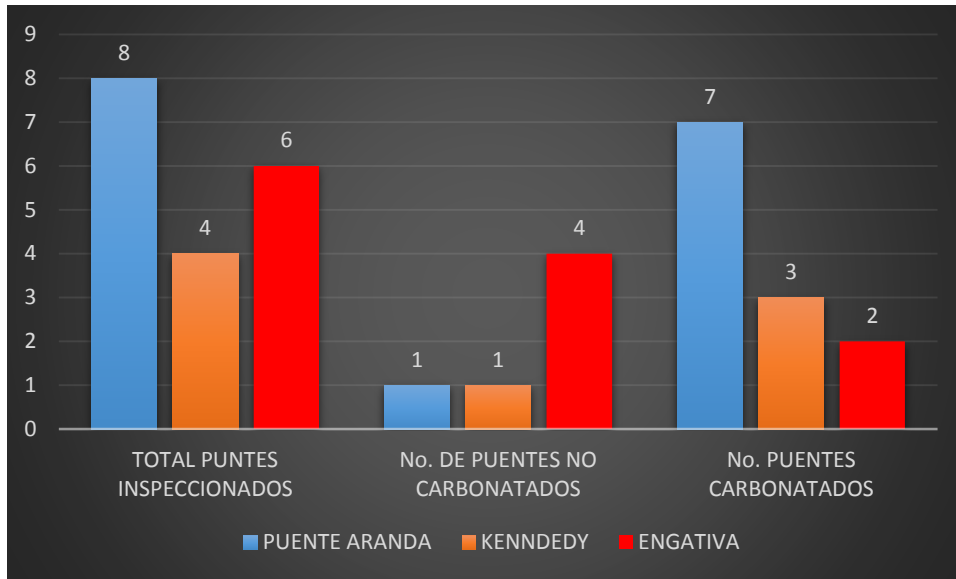
Fuente: Los autores.

Grafico 1 Concentración de CO₂ en las zonas de estudio.



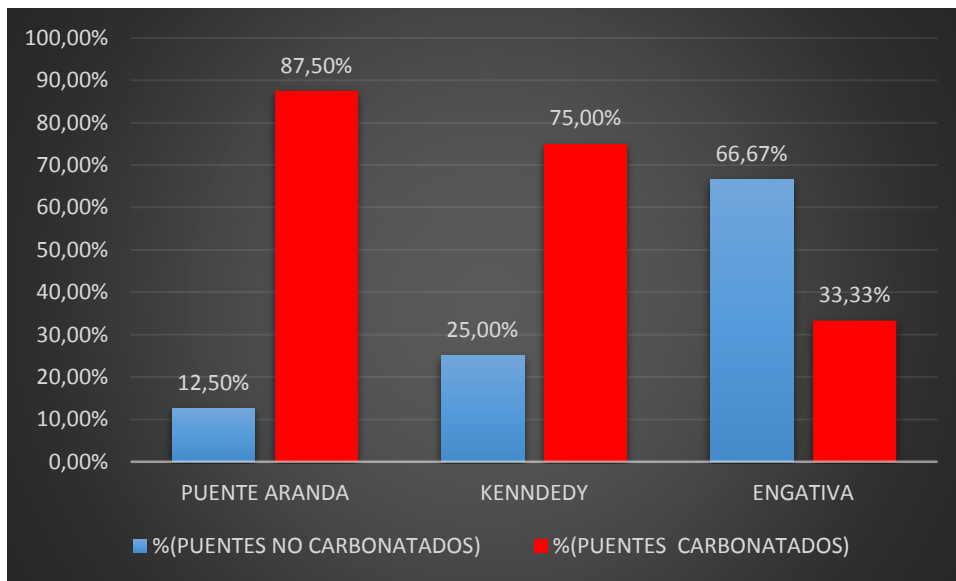
Fuente: Los autores.

Grafico 2 Comparación de carbonatación en las zonas de estudio.



Fuente: Los autores.

Grafico 3 Porcentaje de Carbonatación en las zonas de estudio.



Fuente: Los autores.

Se puede observar que la estación de monitoreo de Puente Aranda se encuentra en un zona moderada de calidad del aire, con un CO en partes por millón de 0.74, también, la diferencia horaria de cambio de concentración en el aire, teniendo un pico a las 7:00 de la mañana con cerca de 1.5 ppm de CO, y descenso alrededor de las 3:00 de la mañana con cerca de 0.25 ppm de CO, para luego durante toda la tarde y parte de la noche, mantenerse estable, desde aquí se tiene una irregularidad de descenso-incremento pero con una taza alta de concentración de CO.

De igual forma se observa que la estación de monitoreo del Carvajal (localidad de Kennedy) se encuentra en una zona moderada de calidad del aire, con un CO en partes por millón de 1.03, también, la diferencia horaria de cambio de concentración en el aire, teniendo un pico a las 6:00 de la mañana con cerca de 1.49 ppm de CO, y descenso alrededor de las 3:00 de la mañana con cerca de 0.25 ppm de CO, para luego durante toda la tarde y parte de la noche, mantenerse estable, desde aquí se tiene una irregularidad de descenso-incremento pero con una tasa alta de concentración de CO.

Por último se observa que la estación de monitoreo las Ferias (localidad de Engativá) se encuentra en una zona moderada de calidad del aire, con un CO en partes por millón de 0.60, también, la diferencia horaria de cambio de concentración en el aire, teniendo un pico a las 9:00 de la mañana con cerca de 1.2 ppm de CO, y descenso alrededor de las 12:00 del mediodía con cerca de 0.25 ppm de CO, para luego durante toda la tarde y parte de la noche, mantenerse estable, desde aquí se tiene una irregularidad de descenso-incremento pero con una tasa alta de concentración de CO.

En la localidad de Puente Aranda, el número total de puentes no carbonatados fue uno, que en un total de ocho puentes, se pudo hacer el ensayo, cerca del 87.5% del total, esto quiere decir que la afectación en esta zona de la ciudad es alta, y por ende la localidad tiene un grado de afectación alto en cuanto a carbonatación.

La localidad de Kennedy al igual que la localidad de Puente Aranda, presenta también un grado de afectación de carbonatación alto, con cerca del 75% del total de puentes inspeccionados.

La localidad de Engativá, en sus ensayos realizados presentó un 32% del total de puentes inspeccionados, lo cual quiere decir que esta zona de la ciudad tiene un nivel medio-alto de carbonatación en comparación con las demás zonas estudiadas.

12. ARTICULOS SOBRE CARBONATACION EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

Se presenta una serie de fichas las cuales se generaron al realizar una lectura de varios artículos de autores de diferentes lugares, en donde se ha considerado importante tratar el tema de la carbonatación. Los artículos corresponden a entidades, universidades, e incluso empresas especializadas en estructuras de concreto armado.

Las fichas fueron realizadas con el fin de especificar el resumen del artículo y conclusiones al respecto de las lecturas que se realizaban semanalmente, junto con algunas soluciones que países más avanzados brindan para mitigar el daño que produce la carbonatación en las estructuras.

Tabla 7 Artículos sobre carbonatación en estructuras de concreto armado.

No. Artículo	Nombre articulo	Fecha Consulta
1	NUEVOS AVANCES EN LA CARBONATACIÓN DEL CEMENTO ALUMINOSO. HIDRÓLISIS ALCALINA	23/02/2015
2	MODELAMIENTO DEL PROCESO DE CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN (UR-CORE), CON DATOS DE CONVERSIÓN FRACCIONAL OBTENIDOS A TRAVÉS DE EXPERIMENTOS DE DIFRACCIÓN DE NEUTRONES MONITOREADOS IN-SITU.	03/03/2015
3	EFFECTS OF CARBONATION ON CHLORIDE PENETRATION IN CONCRETE	12/03/2015
4	CONCRETE MIX DESIGN FOR SERVICE LIFE OF RC STRUCTURES UNDER CARBONATION USING GENETIC ALGORITHM	18/03/2015
5	CONCRETE CARBONATION AS A LIMITED PROCESS AND ITS RELEVANCE TO CONCRETE COVERING.	26/03/2015
6	INFLUENCE OF CEMENT TYPE AND TEMPERATURE ON THE RATE OF CORROSION OF STEEL IN CONCRETE EXPOSED TO CARBONATION	04/04/2015
7	VIDA ÚTIL RESIDUAL DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADAS POR CORROSIÓN	08/04/2015
8	CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN: COMBINACIÓN DE CO ₂ CON LAS FASES HIDRATADAS DEL CEMENTO Y FRENTE DE CAMBIO DE pH	16/04/2015
9	CONCRETE CORROSION, METHODS TO CONTROL THIS PERENNIAL PROBLEM IN THE MIDDLE EAST	24/04/2015
10	SUITABILITY OF CEMENT COMBINATIONS FOR CARBONATION RESISTANCE OF STRUCTURAL CONCRETE	29/04/2015
11	A COMPARISON OF METHODS FOR DETERMINING CARBONATION DEPTH IN FLY ASH - BLENDED CEMENT MORTARS	05/05/2015

No. Artículo	Nombre artículo	Fecha Consulta
12	LIFE CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF BLENDED CEMENT CONCRETE INCLUDING CARBONATION AND DURABILITY	12/05/2015
13	EFFECT OF HIGH LEVELS OF FINES CONTENT ON CONCRETE PROPERTIES	16/05/2015
14	TWO EXPERIMENTAL METHODS TO DETERMINE CARBONATION PROFILES IN CONCRETE	20/05/2015
15	EFFECT OF BENZOTRIAZOLE DERIVATIVES ON THE CORROSION OF STEEL IN SIMULATED CONCRETE PORE SOLUTIONS	23/05/2015
16	INCLUSION OF CARBONATION DURINF THE LIFE CYCLE OF BUILT AND RECYCLED CONCRETE : INFLUENCE ON THEIR CARBON FOOTPRINT	26/05/2015

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No.1
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://digital.csic.es/bitstream/10261/34922/1/505.pdf		
TÍTULO:	NUEVOS AVANCES EN LA CARBONATACIÓN DEL CEMENTO ALUMINOSO. HIDRÓLISIS ALCALINA		
AUTOR (ES):	FERNÁNDEZ-CARRASCO, F. PUERTAS, M. T. BLANCO-VÁRELA y T. VÁZQUEZ	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ 23 de Febrero 2015.
INSTITUCION:	INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (CSIC)	CIUDAD Y FECHA	ESPAÑA, 29 de Diciembre 1998
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>La carbonatación en este tipo de cemento se presenta por la formación de unas manchas de color oscuro en la superficie, y así mismo un agrietamiento superficial y descascarillamiento. Por debajo de la capa superficial, el hormigón de cemento aluminoso es pastoso; inicialmente se trata de un espesor muy pequeño pero éste aumenta con el tiempo. Esta masa reblandecida de mortero está salpicada por pequeños puntos blancos. Posteriormente, la superficie se recubre de un depósito blanquecino. De igual forma en este tipo de material cementante la carbonatación no puede ser reconocida fácilmente mediante un simple estudio exterior. Este deterioro se produce únicamente cuando el hormigón de cemento aluminoso es poroso; el carbonato alcalino, viaja a través del hormigón, concentrándose por acción de capilaridad en la superficie, donde, además, se reconcentra por evaporación y da lugar a mayor carbonatación. En otros estudios se ha estudiado el comportamiento del cemento aluminoso hidratado y curado a diversas humedades relativas, a diferentes temperaturas, sometido a la acción de distintas concentraciones de CO₂. Los resultados obtenidos informaron sobre interesantes aspectos de la evolución de las fases hidratadas y la influencia del CO₂, sin embargo, en ningún caso se observó un efecto que pudiera ser asimilado a la hidrólisis alcalina (carbonatación).</p>		<p>Existe una gran influencia de factores que afectan el proceso de carbonatación, como lo son: La porosidad del material, la humedad relativa, la concentración de CO₂ y la temperatura. En el estudio realizado por SEM se pone de manifiesto que pueden coexistir distintas especies químicas, como consecuencia de la carbonatación, que presentan composiciones variables en calcio, aluminio y potasio.</p> <p>En una etapa posterior, dicho carbonato de aluminio y potasio hidratado evolucionaría hacia la formación de hidróxido de aluminio, inicialmente en fase amorfa.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO	
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.	FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ	
	PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES	
	BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO	
		MICHAEL VELASQUEZ BURGOS	

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 2
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732009000300003&script=sci_arttext&tlng=e		
TÍTULO:	MODELAMIENTO DEL PROCESO DE CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN (UR-CORE), CON DATOS DE CONVERSIÓN FRACCIONAL OBTENIDOS A TRAVÉS DE EXPERIMENTOS DE DIFRACCIÓN DE NEUTRONES MONITOREADOS IN-SITU.		
AUTOR (ES):	MARTA CASTELLOTE, CARMEN ANDRADE.	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ 3 de Marzo 2015.
INSTITUCION:	INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA, LETCC, (CSIC).	CIUDAD Y FECHA	Diciembre de 2009. Madrid, ESPAÑA
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>El proceso de la carbonatación modifica lentamente con el tiempo la estructura de hormigón, e induce a cambios en sus propiedades físicas y químicas. De este proceso surgen dos problemas: por un lado, se asume que la carbonatación es principalmente un fenómeno disfuncional, en donde el frente carbonatado se mueve hacia el interior del hormigón en una relación proporcional a la raíz cuadrada del tiempo. Para realizar los experimentos de carbonatación, se diseñó una mini-cámara de vidrio, que consistente en un cuerpo cilíndrico con un tubo y una válvula en el fondo. La mini-cámara contaba con un vidrio perforado cuya función era separar el cuerpo del aparato de la válvula (que permitía el llenado del fondo), con un 65% de solución saturada de Nitrato Sódico (NaNO₃), que se mantuvo separada de la muestra. El aparato poseía una tapa hermética donde la muestra era suspendida y tres orificios de entrada (entrada de CO₂, salida de CO₂ y ventilación). El gas CO₂ era suministrado a una concentración del 100%, a través de un tubo cubierto con una lámina de cadmio (para evitar las interferencias del tubo plástico con los neutrones) en el fondo del aparato cilíndrico, con el fin de asegurar la correcta circulación de gas a través de la muestra. El proceso de la carbonatación modifica lentamente con el tiempo la estructura de hormigón, e induce a cambios en sus propiedades físicas y químicas. De este proceso surgen dos problemas: por un lado, se asume que la carbonatación es principalmente un fenómeno disfuncional, en donde el frente carbonatado se mueve hacia el interior del hormigón en una relación proporcional a la raíz cuadrada del tiempo.</p>		<p>En este artículo principalmente se resumen algunos modelos esenciales de carbonatación en matrices de cemento, donde su desarrollo ha sido posible empleando monitores in-situ, difracción acelerada, pruebas de carbonatación aceleradas con concentraciones al 100% de CO₂. Que nos ayudan al estudio de nuestro proyecto. De igual forma se han establecido algunos Factores de Reducción - FR, debido a que a mayor cantidad de material alcalino carbonatado, mayor es la concentración de CO₂ y el factor corrector de pasta FCP (que corrige la cantidad de pasta en la muestra para los morteros u hormigones utilizados).</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO
			MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 3
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/1448400662/17CE582742704B70PQ/1?accountid=45660#center		
TÍTULO:	EFFECTS OF CARBONATION ON CHLORIDE PENETRATION IN CONCRETE		
AUTOR (ES):	LEE, MYUNG KUE; JUNG, SANG HWA; OH, BYUNG HWAN.	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 12 de Marzo de 2015.
INSTITUCION:	ACI MATERIAL JOURNAL	CIUDAD Y FECHA	SEP/OCT 2013
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>Estudios anteriores fueron confinados principalmente al deterioro de estructuras de hormigón bajo un único factor de deterioro, como lo son la entrada de cloruro o sólo carbonatación, aunque el entorno real puede ser una combinación de tales factores. Por lo tanto, el propósito de este estudio es explorar la influencia de la carbonatación en la penetración de cloruros en estructuras de hormigón. Varias series de probetas de hormigón fueron probadas. Los resultados de la prueba indican que la penetración de cloruro es más pronunciada cuando el proceso de carbonatación se combina con la entrada de cloruro. "Se muestra también que la relación de cloruro soluble en agua para el contenido soluble en ácido de cloruro es mayor para el caso de la serie de ensayos carbonatada que el caso de la serie de ensayos no carbonatada normal". Esto puede causar una situación más vulnerable a la corrosión de barras de acero cuando el cloruro entrada se combina con la carbonatación. Este estudio permite una evaluación más realista de la durabilidad de las estructuras de concreto que se somete a un entorno combinado de cloruros y la carbonatación.</p>		<p>"La relación de cloruro soluble en agua, alcanza aproximadamente el 70% a las 56 semanas de inmersión cíclico en cloruros y carbonatación acelerada. Por otro lado, este valor alcanza aproximadamente 55 a 65 % a las 52 semanas de inmersión cíclico en cloruros y en condiciones naturales del aire. Este resultado coincide con la conclusión de que la proporción de cloruro soluble en agua para los contenidos libres de cloruro total en el concreto bajo una sola condición de ingreso de cloruro es aproximadamente un 60 %." Se encontró en este estudio que la proporción de cloruro soluble en agua para el contenido de cloruro ácido soluble, es mayor para el caso de la carbonatación en condiciones de exposición de aire natural.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 4
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/1566050097/F1FD4068B20E4E90PQ/1?accountid=45660#center		
TÍTULO:	CONCRETE MIX DESIGN FOR SERVICE LIFE OF RC STRUCTURES UNDER CARBONATION USING GENETIC ALGORITHM		
AUTOR (ES):	SEUNG-JUN KWON; LEE, BYUNG JAE; YUN YONG KIM	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 18 de Marzo de 2015.
INSTITUCION:	ADVANCES IN MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING	CIUDAD Y FECHA	NEW YORK, UNITED STATES, 2014
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>La corrosión del acero en una estructura de concreto reforzado (RC), es un problema crítico a la seguridad estructural que muchas investigaciones han llevado a cabo para mantener el rendimiento requerido durante la vida del servicio prevista. Este artículo es para dar una técnica numérica a la obtención de proporciones óptimas de mezcla de concreto a través del algoritmo genético (GA) para estructuras de RC bajo carbonatación que se considera como un grave deterioro de los sitios subterráneos y las grandes ciudades. Para este estudio, las proporciones de preparado y los coeficientes de difusión de CO2 son analizados a través de los estudios previos, y luego la función idónea del coeficiente de difusión de CO2 es obtenida a través del análisis de regresión. La mejor función de 69 resultados de prueba incluye 5 variables de proporciones de mezcla como: Las proporciones de la Relación agua cemento, contenido de cemento, el porcentaje del contenido de arena, de agregado grueso y la humedad relativa. A través de la técnica de GA, las proporciones de la mezcla se obtienen por 12 casos de verificación y muestran resultados razonables con error relativo promedio de 4,6%. Esta técnica se aplica para la proporción de la mezcla del hormigón bajo la carbonatación. Con procedimientos similares, esto se puede aplicar a la generación de proporciones de la mezcla que se puede garantizar la vida útil de las estructuras RC expuestas a diferentes deterioros como ataque de cloruros, la acción de congelación y descongelación, y el ataque de sulfato.</p>		<p>Basándose en los resultados experimentales anteriores, la función idónea para el coeficiente de difusión de CO2 que contiene las variables como proporciones de la mezcla y la humedad relativa hace que la variación de los errores relativos disminuya. Asumiendo las condiciones de exposición de carbonación, los parámetros de diseño, los coeficientes de difusión y las proporciones de preparado, satisfacen la vida útil de la estructura obtenida a través de la técnica de GA. Los resultados de este estudio son solamente aplicable al concreto portland tipo 1(OPC). Si el conjunto de datos con mineral y mezclas químicas está preparado, esta técnica puede ser aplicable más extensamente a diseño de durabilidad para las estructuras de RC bajo carbonación.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 5
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/1016764208/4773B983D6164A5FPQ/3?accountid=45660#center		
TÍTULO:	CONCRETE CARBONATION AS A LIMITED PROCESS AND ITS RELEVANCE TO CONCRETE COVERING.		
AUTOR (ES):	CZARNECKI, LECH; WOYCIECHOWSKI, PIOTR	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 26 de Marzo de 2015.
INSTITUCION:	AMERICAN CONCRETE INSTITUTE	CIUDAD Y FECHA	FARMINGTON HILLS, UNITED STATES 2012
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>Se presenta un modelo teórico para predecir la profundidad de carbonatación del hormigón. El modelo determinado experimentalmente describe la profundidad de carbonatación como una función del tiempo de exposición, la proporción de aglutinante de agua, y las condiciones de curado en edad temprana. El resultado es una nueva formulación matemática de la profundidad de carbonatación como una función hiperbólica de tiempo, lo que supone que la profundidad de la carbonatación está limitada en última instancia a como los poros del hormigón se llenan de productos de carbonatación. Las pruebas se llevaron a cabo durante 6 años en una concentración atmosférica natural de CO2 en un entorno urbano-industrial. Los resultados que muestran la profundidad de carbonatación para el hormigón utilizando diferentes tipos de cemento se utilizan para derivar las ecuaciones para predecir profundidad de carbonatación. Se espera que las ecuaciones resultantes se pueden aplicar a la predicción del espesor de recubrimiento de hormigón para el refuerzo en estructuras de hormigón. La metodología de investigación involucra dos etapas: 1.proceso de carbonación (natural o acelerado) 2. La investigación respecto a la naturaleza y la extensión de los cambios en concreto como consecuencia de la reacción de carbonación. Se utilizaron tres tipos de indicadores fenolftaleína (pH 8.3), timol ftaleína (pH 10.5), timol - fenolftaleína (pH 9.6). Después de 2 años, el alcance de profundidad de carbonación de Ph 8.3 y 9.6 era diferente, con una profundidad de carbonatación de ± 1mm.</p>		<p>El significado de impacto del tiempo de curado w / b (aglutinante de agua) y principios de la profundidad de carbonatación se confirmó, y las dos variables se utilizaron en el modelo hiperbólico propuesto de carbonación. En todos los hormigones probados, independientemente del tipo de cemento, un aumento de w / b y una disminución del tiempo de curado temprano conduce a un mayor valor de la profundidad de carbonatación. Las Funciones hiperbólicas desarrolladas para una variedad de hormigones tienen altos coeficientes de regresión y se pueden utilizar para pronosticar la durabilidad de la construcción y la selección del espesor adecuado de recubrimiento de hormigón, incluyendo información sobre los cambios complejos que ocurren en hormigón durante la carbonatación.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 6
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/223118004/4773B983D6164A5FPQ/23?accountid=45660#center		
TÍTULO:	INFLUENCE OF CEMENT TYPE AND TEMPERATURE ON THE RATE OF CORROSION OF STEEL IN CONCRETE EXPOSED TO CARBONATION		
AUTOR (ES):	BACCAY, M A; OTSUKI, N; NISHIDA, T; MARUYAMA, S	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 4 de Abril 2015.
INSTITUCION:	NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS	CIUDAD Y FECHA	HOUSTON, UNITED STATES, 2006
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>Este artículo presenta los resultados de una investigación de laboratorio sobre la influencia del tipo de cemento y la temperatura sobre la velocidad de corrosión del acero en el hormigón expuesto a la carbonatación acelerada (dióxido de concentración [CO₂] de carbono 15%). En este estudio, se utilizaron probetas de hormigón armado (10 cm por 10 cm por 40 cm) con una relación agua / cemento de 0.55, expuestas a diferentes condiciones de temperatura (20°C, 30°C y 40°C). La medición de la profundidad de carbonatación, la relación de vacíos, permeabilidad al oxígeno, y la velocidad de corrosión se llevaron a cabo en el laboratorio para evaluar la influencia del tipo de cemento y la temperatura sobre la corrosión del acero en el hormigón. Los resultados del ensayo muestran que el hormigón que contiene cemento Portland tiene mejor resistencia a la corrosión a temperaturas más bajas que el cemento escoria de alto horno (BFSC). Por otro lado, BFSC es un hormigón que se comporta mejor a temperaturas más elevadas (30°C y 40°C), especialmente cuando se exponen durante un período de tiempo más largo. En general, la tasa de corrosión en las muestras aumentó con la temperatura. Esto es consistente con la expectativa teórica de que la tasa de corrosión aumenta con la temperatura. Por otra parte, se confirmó que el logaritmo natural de la tasa total de la corrosión está relacionada linealmente con el recíproco de la temperatura absoluta, que obedece a una relación de Arrhenius con la temperatura.</p>		<p>En todos los casos investigados, los datos indicaron que la tasa de corrosión aumenta cuando aumenta la temperatura de 20 ° C a 40 ° C. Esto está de acuerdo con la expectativa teórica de que la tasa de corrosión aumenta con la temperatura. La muestra de hormigón que contiene cemento Portland tipo 1 ha demostrado un mejor rendimiento frente a la corrosión en comparación con el cemento escoria de alto horno (BFSC) a temperaturas más bajas (20°C). Por el contrario, el cemento BFSC se comporta mejor (resistencia a la corrosión superior) en comparación con el cemento Portland a temperaturas más elevadas (30°C y 40°C), especialmente cuando se exponen a un período de tiempo más largo.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 7
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://oa.upm.es/5753/1/TESIS_MASTER_LETICIA_RAFAELINA_PEREZ_MENDEZ.pdf		
TÍTULO:	VIDA ÚTIL RESIDUAL DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADAS POR CORROSIÓN		
AUTOR (ES):	LETICIA RAFAELINA PÉREZ MÉNDEZ	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 8 de Abril 2015.
INSTITUCION:	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	CIUDAD Y FECHA	MADRID (ESPAÑA), SEP/2010
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>En este Artículo se hace referencia a los procesos desencadenantes que conllevan a originar y a progresar la carbonatación de las estructuras de hormigón armado, en donde se contemplarán las técnicas previstas en la normativa española EHE para aplicarlas a la protección y aumento de la durabilidad de las mismas. Se estudia el concepto de vida útil y vida útil residual de una estructura para hacer un balance acerca de la viabilidad de reparación del concreto que conforma las estructuras o elementos de estructuras, por lo que se lleva a cabo dicho concepto mediante la ejecución de un ejemplo real. Para adentrarse a la problemática en referencia, se exponen dos conceptos de la corrosión, la corrosión localizada y la generalizada, las cuales dependen de la manera y del área afectada en la estructura provista. El concreto es un material muy poroso, el cual puede permitir el paso del dióxido de carbono en el interior de este, por lo que se produce el inicio de la reacción química del CO₂ en el interior de este, de manera que la humedad regula el aceleramiento de la patología, pues se sabe que la relación carbonatación-humedad es de carácter proporcional, pues si bien existe un exceso de humedad, la acción de la carbonatación, de la misma forma, va a tener una mayor influencia en el origen de la patología; de lo contrario, si el contenido de humedad es bajo, la progresión de la carbonatación va a ser más lenta, trayendo consigo una mayor durabilidad en la estructura.</p>		<p>Para que la corrosión tenga lugar, no sólo es importante el gradiente de humedad presente en el ambiente, sino también hay que tener en cuenta el espesor del recubrimiento de los elementos de concreto, que cumplen la función de proteger el acero de refuerzo, la calidad con la que está dispuesto dicho recubrimiento y, por supuesto, la presencia de cloruros existentes en el concreto a la hora de concebir la mezcla de cemento o cloruros procedentes del exterior.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO
			MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 8
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://eprints.ucm.es/14424/1/T33374.pdf		
TÍTULO:	CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN: COMBINACIÓN DE CO ₂ CON LAS FASES HIDRATADAS DEL CEMENTO Y FRENTE DE CAMBIO DE pH		
AUTOR (ES):	ISABEL GALÁN GARCÍA	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 16 de Abril 2015.
INSTITUCION:	UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	CIUDAD Y FECHA	MADRID (ESPAÑA) 2011
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>El concreto reforzado es uno de los materiales más usados actualmente para la construcción de estructuras, como edificios, puentes, centros comerciales, y demás infraestructuras que van a soportar cargas muy altas, las cuales van a ser transmitidas a sus secciones. Por lo tanto, como sabemos, esto requiere de una gran responsabilidad, pues no se puede permitir que la estructura se vea debilitada, ni mucho menos, afectada por dichas cargas. En cuanto a la patología del concreto causada por el acero de refuerzo, es muy importante saber que la resistencia a la compresión del concreto se ve drásticamente afectada por la acción de dicha corrosión, asunto que infiere en gran medida en este documento, pues se hace énfasis en la reacción del CO₂ con las fases hidratadas del cemento. Este estudio es de gran importancia para deducir de manera más precisa la vida útil de las estructuras de hormigón armado, así como también, para comparar el efecto del CO₂ con las emisiones de las industrias cementeras. En la ejecución de las pruebas, se elaboraron pastas de cemento, morteros y concretos, para posteriormente, ser sometidos a carbonatación natural, mediante técnicas como el indicador de pH disolución de fenolftaleína, medidas de peso, difracción de Rayos X (XRD), difracción de neutrones (ND), entre otras.</p>		<p>Según los resultados obtenidos mediante los estudios realizados en este trabajo, se puede inferir que la resistencia a la compresión del concreto se puede estimar mediante los valores obtenidos de la ecuación $x = k \cdot (t^{0,5})$. Se determina que en cuanto mayor sea la relación agua-cemento, mayor se hará la dificultad para permitir el paso del CO₂ al interior del concreto, conllevando a que las reacciones se produzcan en la parte externa del concreto.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO
			MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 9
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/220445212/4EE0D32C03FC4CB7PQ/48?accountid=45660#center		
TÍTULO:	CONCRETE CORROSION, METHODS TO CONTROL THIS PERENNIAL PROBLEM IN THE MIDDLE EAST		
AUTOR (ES):	MATHEW, SAM	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 24 de Abril 2015.
INSTITUCION:	AMERICAN ASSOCIATION OF COST ENGINEERS	CIUDAD Y FECHA	MATHEW SAM, ABRIL/2006
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>Este artículo analiza los factores que influyen en la corrosión de las armaduras en la región del Golfo Árabe, la química detrás de la corrosión, y los métodos de protección de hormigón armado. El método de protección catódica para el hormigón se destacó porque ha demostrado ser el método más viable para la protección de la región del Golfo Árabe. Estructuras de hormigón en la región del Golfo están expuestas a condiciones climáticas adversas de alta temperatura, la humedad y la presencia de sales de cloruro y sulfato en el terreno natural circundante y agua. Tradicionalmente, los métodos pasivos de protección se han utilizado para proteger las estructuras de hormigón. Los métodos más utilizados incluyen un aumento en el recubrimiento de refuerzo, selladores penetrantes, membranas impermeables, barras de refuerzo recubiertas con materiales epóxidos, barras de refuerzo galvanizado, inhibidores de corrosión y protección catódica. La técnica más efectiva y ampliamente utilizada para la protección en el Oriente Medio es la protección catódica. Se basa en el principio de la inversión del flujo de corriente de corrosión natural, protegiendo así el ánodo, que es un electrodo en el que se produce una reacción de oxidación, mediante la cual un material, al perder electrones, incrementa su estado de oxidación.</p>		<p>Los métodos tradicionales de la protección de corrosión, como mezclas de hormigón y un sistema de barrera pasivo, no pueden ser suficientes para proveer el nivel de control de corrosión necesario para la vida útil de diseño de las estructuras de concreto reforzado en ambientes agresivos. Las estructuras de hormigón ubicadas en la región de golfo, son expuestas a un ambiente agresivo de temperatura alta, humedad y los niveles de cloruro en el agua. Es por eso que La protección Catódica es el método más eficaz de control de corrosión tanto para nuevas construcciones de concreto como para estructuras ya existentes.</p> <p>El uso de la protección catódica como medios de prevenir la corrosión ha sido una demostración de éxito desde 1973, y durante 12 años en esta región de golfo Árabe.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 10
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/1670147043/AB1B3F2E3DD74F7FPQ/1?accountid=45660		
TÍTULO:	SUITABILITY OF CEMENT COMBINATIONS FOR CARBONATION RESISTANCE OF STRUCTURAL CONCRETE		
AUTOR (ES):	OLUFEMI FOLAGBADE SAMUEL - DAVID NEWLANDS MORAY	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 29 de Abril 2015.
INSTITUCION:	JOURNAL OF ENGINEERING, DESIGN AND TECHNOLOGY	CIUDAD Y FECHA	FARMINGTON HILLS, ABRIL/2015
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>En este artículo se analizan las resistencias compresivas en profundidades de carbonatación a los 28 días y aceleradas a 28 días y las edades fueron determinadas en las proporciones de agua / cemento 0.35 - 0.50 y 0.65. para determinar su grado de carbonatación y corrosión,</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. El método de fenolftaleína tradicional, subestima significativamente el avance del borde de ataque del frente de carbonatación. 2. Los otros métodos probados-FTIR, perfiles de pH y de imagen digital de análisis-están en acuerdo razonable entre sí en cuanto a la profundidad máxima alcanzada por un frente de carbonatación. 3. El reemplazo parcial del cemento con FA hace que el frente de carbonatación avance más rápido. 	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 11
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/1670147043/AB1B3F2E3DD74F7FPQ/1?accountid=45660		
TÍTULO:	A COMPARISON OF METHODS FOR DETERMINING CARBONATION DEPH IN FLY ASH - BLENDED CEMENT MORTARS		
AUTOR (ES):	HERRERA RICARDO - KINRADE STEPHEN	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 5 de Mayo 2015.
INSTITUCION:	ACI MATERIALS JOURNAL	CIUDAD Y FECHA	FARMINGTON HILLS, ABRIL/2015
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>Se compararon varios métodos para medir la profundidad de carbonatación en 50,8 x 101,6 mm (2 x 4 pulg.) Se tomaron cilindros de concreto que habían sido preparados a partir de cemento Portland ordinario, con cenizas volantes Tipo C carbón sustitución 0 a 40% (FA), y se hicieron reaccionar durante hasta 28 días en una atmósfera de 50% de CO2 en un 62% de humedad relativa (RH). Diferentes muestras se analizaron por tinción con fenolftaleína, análisis de imagen digital (manchado y sin teñir), perfiles de pH de las digestiones acuosas, y Fourier-Transforma espectrofotometría infrarroja. Se modelo el avance del frente de carbonatación utilizando el modelo de núcleo sin reaccionar, lo que ilustra que la sustitución parcial del cemento portland por FA aumentó la tasa de muestra de carbonatación. El método tradicional de fenolftaleína subestima significativamente el avance de borde de ataque del frente de carbonatación. Las otras técnicas eran todos de acuerdo razonable con otros. Sin embargo, de estos, el análisis digital de imágenes era el método más rápido y menos costoso de realizar.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. El método de fenolftaleína tradicional, subestima significativamente el avance del borde de ataque del frente de carbonatación. 2. Los otros métodos probados-FTIR, perfiles de pH y de imagen digital de análisis-están en acuerdo razonable entre sí en cuanto a la profundidad máxima alcanzada por un frente de carbonatación. 3. El reemplazo parcial del cemento con FA hace que el frente de carbonatación avance más rápido. 	
TÍTULO DEL PROYECTO	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA		DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.	FACULTAD DE INGENIERÍA		ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
	PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL		AUTORES
	BOGOTÁ D.C. (2015)		CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 12
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/1490633728/fulltextPDF/AB1B3F2E3DD74F7FPQ/3?accountid=45660		
TÍTULO:	LIFE CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF BLENDED CEMENT CONCRETE INCLUDING CARBONATION AND DURABILITY		
AUTOR (ES):	GARCIA SEGURA TATIANA - ALCALA JULIAN	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 12 de Mayo 2015.
INSTITUCION:	THE INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT	CIUDAD Y FECHA	DORDRECHT, JUNIO/2014
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>Este estudio valora emisiones de gases de CO2 y captura de CO2 para una columna de concreto reforzado durante su vida del servicio y después de la demolición y el uso repetido como el material de empaste de grava. La reducción concreta, atribuible a la carbonación y al acero inevitable se arraiga en la corrosión. La Carbonación empeora progresivamente durante la vida del servicio y toma CO2 incluso después de la demolición debido al área de superficie expuesta más grande. En este estudio, los resultados son presentados como una función de cemento reemplazada por ceniza de mosca (FA) y escoria de alto horno (BFS).</p>		<p>Para obtener los resultados confiables en una valoración de ciclo vital, es crucial considerar carbonación durante el uso y después de la demolición. Cuando se reemplaza el cemento Portland con FA, en lugar de BFS, esto lleva a una emisión de gas física de menor magnitud, ya que el FA necesita un mayor procesamiento después de ser coleccionado, y las distancias de transporte son generalmente más breves. Sin embargo las reducciones más grandes fueron conseguidas usando BFS, ya que puede reemplazar una mayor cantidad de cemento. Un reemplazo de cemento alto reduce la vida de servicio notablemente. Si el concreto demolido es aplastado y reciclado como el material de empaste de grava.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 13
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/197952450/5B8F9611A1BC4979PQ/66?accountid=45660#center		
TÍTULO:	EFFECT OF HIGH LEVELS OF FINES CONTENT ON CONCRETE PROPERTIES		
AUTOR (ES):	KATZ, AMNON - BAUM, HADASSA	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 16 de Mayo 2015.
INSTITUCION:	ACI MATERIALS JOURNAL	CIUDAD Y FECHA	FARMINGTON HILLS, DICIEMBRE/2006
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>El contenido de finos (partículas menores de 0,075 mm [No. 200] de malla) en los agregados utilizados para la producción de concreto es generalmente limitada por la mayoría de las normas en todo el mundo. En el artículo actual trata de un estudio en el cual se encontró que mientras la trabajabilidad puede ser controlada por cantidades razonables de finos, la adición de los mismos mejora la resistencia del concreto en un 30%, reduce la velocidad de carbonatación, y aumenta ligeramente los cambios de volumen del concreto fresco y endurecido. Cuando se requirieren altas dosis de mezcla para mantener la trabajabilidad debido a la presencia de grandes cantidades de partículas ultra finas (menos de ~ 5 micras), las propiedades del concreto se vieron seriamente afectadas.</p>		<p>Los incrementos menores en los cambios de volumen de concreto fresco y endurecido se observaron con los finos más gruesos. Cuando se utilizaron los finos más pequeños, la sensibilidad a la fisuración por retracción plástica en el concreto fresco y la contracción en el concreto endurecido aumentó significativamente.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA		DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.	FACULTAD DE INGENIERÍA		ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
	PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL		AUTORES
	BOGOTÁ D.C. (2015)		CAMILO AGUILAR CARRILLO MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 14
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/198107007/AB1B3F2E3DD74F7FPQ/6?accountid=45660		
TÍTULO:	Two Experimental Methods to Determine Carbonation Profiles in Concrete		
AUTOR (ES):	GÉRALDINE VILLAIN; GÉRARD PLATRET	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 20 de Mayo 2015.
INSTITUCION:	ACI MATERIALS JOURNAL 103.4	CIUDAD Y FECHA	JULIO DE 2006.
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>La carbonatación es una de las principales causas de deterioro en hormigón armado porque conduce a una reducción del pH y de la masa, en parte debido a la precipitación de calcita. En consecuencia, las barras de refuerzo de acero no están protegidas ya por una capa de pasivación, que se forma en los valores de pH altos y desaparece cuando el pH disminuye. Los dos métodos experimentales presentados en este documento proporcionan perfiles de carbonatación que están relacionados con la cantidad de dióxido de carbono químicamente fija a varias profundidades en una muestra concreta. El primer método por medición de rayos gamma no es destructivo y es adecuado para las muestras sometidas a pruebas de laboratorio, porque se necesita el conocimiento del estado inicial, como una referencia para obtener la diferencia entre el estado de referencia virgen y el gas. Este método es apropiado para el seguimiento del curso de una prueba de carbonatación acelerada. El segundo método se basa en el análisis termo gravimétrico y se puede utilizar en muestras de laboratorio, así como en muestras tomadas a partir de estructuras de hormigón. El objetivo de este trabajo es describir, validar y comparar estos métodos innovadores mediante la investigación de diversos materiales cementicios.</p>		<p>Dos métodos cuantitativos para la determinación de perfiles de carbonatación en el concreto se han desarrollado recientemente y ahora están disponibles. Debido a su complementariedad, los dos métodos hacen que sea posible comparar útilmente diferentes perfiles de carbonatación. TGA se puede utilizar en muestras de laboratorio o en estructuras de hormigón viejo, ya que no requiere un estado de referencia. Por lo tanto, TGA es instrumental en topografía estructuras RC y en la evaluación de su vida útil residual.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.		FACULTAD DE INGENIERÍA	ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	AUTORES
		BOGOTÁ D.C. (2015)	CAMILO AGUILAR CARRILLO
			MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuente: Los autores.

ANÁLISIS DE ARTÍCULOS REFERENTES AL ESTUDIO DE LA CARBONATACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO			ARTÍCULO No. 15
REFERENCIA DEL ARTÍCULO TOMADO			
REFERENCIA O ACCESO:	http://search.proquest.com/docview/218900366/AD20D2634A8243EBPQ/12?accountid=45660		
TÍTULO:	EFFECT OF BENZOTRIAZOLE DERIVATIVES ON THE CORROSION OF STEEL IN SIMULATED CONCRETE PORE SOLUTIONS		
AUTOR (ES):	MASHAL SHEBAN; ABU-DALO, MUNA; ABABNEH, AYMAN	CIUDAD Y FECHA DE CONSULTA	BOGOTÁ, 23 de Mayo 2015.
INSTITUCION:	ANTI - CORROSION METHODS AND MATERIALS	CIUDAD Y FECHA	
RESUMEN		CONCLUSIONES	
<p>El objetivo de esta investigación fue desarrollar sistemas de protección de corrosión para las estructuras de concreto reforzado bajo el ataque de cloruro. Benzotriazol (BTA) y derivados del BTA fueron usados como materiales de protección de corrosión para el acero. Cinco Derivados del BTA fueron usados como dos sistemas de protección distintos: la inhibición y los sistemas de protección, estos se ensayaron en soluciones SCP (solución en poros) para ilustrar la eficacia de estos sistemas. Las soluciones de SCP simularon condiciones ambientales severas bajo ataque de cloruro, que es la principal causa de la corrosión del acero en estructuras de hormigón. . Los experimentos fueron llevados a cabo en las soluciones que simularon concreto con y sin los ataques de cloruro graves. Los derivados del BTA suministraron la buena protección para el acero, demostrando su aplicabilidad en estructuras de concreto reforzado. Sin embargo, las pruebas que en las que se usan muestras de concreto reforzado, requieren que se investigue las interacciones posibles entre acero, BTA y/o sus derivados, arena, grava, cemento y mezclas químicas. También se debe estudiar los efectos de carbonatación sobre el BTA.</p>		<p>El sistema de protección de decapado utilizando derivados BTA mostró una alta resistencia a la corrosión y picaduras en el concreto. Los derivados de la BTA funcionan como buenos inhibidores para hormigones simulada bajo ataque cloruro. En ambos sistemas, la protección era debido a la adsorción de los derivados de BTA en la superficie de acero, que forma una capa de barrera alrededor del acero, la mejora de las propiedades resistentes a la corrosión del acero. Espectroscopia de impedancia electroquímica mostró que aumentó la resistencia, la capacitancia disminuye, y el potencial de picadura se hizo más noble, debido a la formación de la película protectora BTA.</p>	
TÍTULO DEL PROYECTO		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA	DIRECTOR DEL PROYECTO
EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE CARBONATACIÓN EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA ZONA PUENTE ARANDA, KENNEDY Y ENGATIVA.			ING. MARISOL NEMOCÓN RUIZ
		FACULTAD DE INGENIERÍA	AUTORES
		PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL	CAMILO AGUILAR CARRILLO
		BOGOTÁ D.C. (2015)	MICHAEL VELASQUEZ BURGOS

Fuete los autores

12.1. ANÁLISIS DE LOS ARTÍCULOS

A continuación se presenta una caracterización de los artículos leídos durante el desarrollo del trabajo, relacionados con el proceso de la carbonatación.

Tabla 8 Categorización de los artículos leídos.

CARBONATACION							
ARTICULOS	MATERIALES	EXPERIMENTOS	DISEÑO DE MEZCLAS [1]	CAUSAS Y EFECTOS [2]	CARACTERISTICAS DE LA PATOLOGIA [3]	REPARACION Y PROTECCION [4]	METODOS [5]
1	X		X	X			
2	X			X			
3	X						
4	X	X	X			X	
5		X		X			X
6	X	X	X	X		X	
7				X		X	
8			X		X	X	X
9						X	X
10		X	X				
11	X						X
12	X	X			X		
13	X	X		X			
14							X
15						X	
16	X						X

Fuente: Los autores

NOTA

[1] En estos artículos se hace referencia a las dosificaciones analizadas para la fabricación del concreto y las características que presentan estos frente a los ataques de la carbonatación.

[2] Estos artículos tratan sobre los agentes ambientales y químicos que pueden producir o acelerar el proceso de carbonatación en el concreto y los efectos que tiene este sobre el mismo.

[3] Estos tratan de la descripción de los diferentes síntomas que puede presentar el concreto al padecer esta patología.

[4] Estos tratan de las diferentes acciones que podemos realizar para prevenir, mitigar y/o reparar los efectos producidos por la carbonatación.

[5] Trata de diferentes investigaciones y modelos matemáticos o empíricos para determinar el grado de carbonatación presente en el concreto.

[5] Trata de diferentes investigaciones y modelos matemáticos o empíricos para determinar el grado de carbonatación presente en el concreto.

Grafico 4 Artículos leídos por categoría.



Fuente: Los autores.

Un 22% de los artículos analizados en esta investigación hablan sobre los materiales presentes en el concreto y su comportamiento frente a los efectos que produce la carbonatación, un 15% sobre experimentos realizados para analizar esta patología, un 15% sobre las causas y efectos de la carbonatación en el concreto, un 15% estudian acciones para proteger y reparar el concreto frente a esta patología, en un 15% se analizan y estudian diferentes métodos para determinar el grado de carbonatación presente en el concreto, en un 13% se estudian los diferentes diseños de mezclas y nuevos materiales que se pueden aplicar al concreto para poder retardar los efectos de la carbonatación, un 5% de los artículos describen y estudian los efectos que puede presentarse en el concreto ante el proceso de carbonatación.

13. CONCLUSIONES

- Gracias a las visitas de campo realizadas a los puentes vehiculares de las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Engativá, se evidenció que la carbonatación está directamente relacionada a las emisiones de dióxido de carbono y de igual forma con la humedad relativa de la zona.
- Las localidades de Puente Aranda y Kennedy fueron las que mayor afectación del proceso de carbonatación en los puentes vehiculares presentaron, con un 87.5% y 76% respectivamente; esto debido al alto grado de contaminación en el aire que se presenta en estas dos zonas de la ciudad. Mientras que la localidad de Engativá presentó un nivel medio-alto de carbonatación (32%).
- Los puentes que tenían una pintura de recubrimiento presentaron una menor presencia de carbonatación, también el estado de esta pintura y su calidad son factores importantes para detener esta patología, lo que permite observar la efectividad de polímeros de recubrimiento en puentes afectados.
- Dentro de las investigaciones realizadas en los artículos se reconoce el ensayo de fenolftaleína como uno de los más económicos y mejores para determinar la presencia de carbonatación en el concreto, pero si se desea analizar la profundidad de carbonatación en el mismo se recomiendan hacer otro tipo de ensayos que nos puedan cuantificar esto de una forma más exacta.
- Aunque la carbonatación en estructuras de concreto reforzado ha sido estudiada a fondo, en Colombia no se hace una práctica adecuada de mitigación, ya que desde la construcción de este tipo de estructuras comienza el deber de darle una buena protección, en el país en la mayoría de edificaciones las prácticas de construcción no son muy adecuadas.

14. BIBLIOGRAFIA

GOOGLE. Bogotá y sus localidades [en línea] Bogotá [citado: 12, julio, 2014]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.google.com/maps/@4.6301816,-74.1063889,11z>>.

MONTANI, Rick. La carbonatación: enemigo olvidado del concreto [en línea] Bogotá [citado: 12, julio, 2014]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/carbonatacion.htm>>.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO DE BOGOTÁ. Valorización Acuerdo 523 De 2013 [en línea] Bogotá [citado: 12, julio, 2014]. Disponible en Internet: <URL: http://valorizacion.idu.gov.co/web/val/Valorizacion_523>.

360 en concreto. Tecnología del concreto [En línea]. Ocaña. Jesús David Osorio. [Citado el 4 de Agosto, 2014]. Disponible en internet: <URL:<http://360gradosblog.com/index.php/carbonatacion-del-concreto-como-detectarla>>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Concretos. Durabilidad de estructuras de concreto. NTC 5551. BOGOTÁ D.C.: ICONTEC, 2007. 29p.