

# Nuevas cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción

**René Antonio Puig Martínez**

Correo electrónico: rpuig@civil.cujae.edu.cu

**Artículo de Reflexión**

**Juan José Howland Albear**

Correo electrónico: jhalbear@civil.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba

## Resumen

Los trabajos de hormigonado in situ de las obras requieren regulaciones que guíen a las empresas constructoras al ejecutar las actividades del sistema de hormigonado y se correspondan con el estado y posibilidades de las tecnologías existentes. En Cuba se utilizaron a modo de referencia durante muchos años regulaciones y normas de la construcción emitidas por el Ministerio de la Construcción o empresas afines, publicándose en 1990 la única versión de cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras existente en Cuba, ya en obsolescencia. Transcurridas más de dos décadas, el país ha desarrollado de forma vertiginosa las tecnologías de hormigonado in situ en correspondencia con el desarrollo alcanzado por la industria de la construcción, importando o produciendo equipos eficientes y productivos. Las nuevas cartas tecnológicas son el resultado de un proyecto de investigación acometido por los autores, que proponen los procedimientos adecuados para la preparación, transporte, vertido, compactación y curado de la mezcla de hormigón en correspondencia con las posibilidades de la técnica existente en el país y las normas de consumo de fuerza de trabajo, equipos, tiempo y costo de estas actividades, refrendando el flujo de hormigonado como regulador del sistema.

Palabras claves: cartas tecnológicas, trabajos de hormigonado in situ

Recibido: 25 de septiembre del 2013

Aprobado: 20 de diciembre del 2013

## INTRODUCCIÓN

Las "Nuevas cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción" parten de una solicitud efectuada a la Cujae por el Ministerio de la Construcción en el año 2012, fundamentada en la obsolescencia de las cartas tecnológicas de igual tipo publicadas por este ministerio en 1990, únicas existentes en el país, y agotadas totalmente.

Transcurridas más de dos décadas de ese evento, en el país se han venido desarrollando de forma vertiginosa las tecnologías de hormigonado en correspondencia con el estado de la industria de la construcción en el mundo, y en particular en Cuba, importando el país o fabricando equipos eficientes y productivos que han permitido alcanzar elevados ritmos de hormigonado y alta calidad en el proceso

constructivo. Junto a ello, en el año 2003, fueron actualizadas por el Ministerio de la Construcción las normas de fuerza de trabajo de las actividades integrantes del sistema de hormigonado; y en el año 2005, comenzó a aplicarse en todo el sector el libro *PRECONS II* con nuevas normativas y posibilidades de ejecución de las actividades propias del sistema de hormigonado.

Estos factores han condicionado la necesidad de acometer un proyecto de investigación cuyo objetivo es la confección de nuevas cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción.

Como resultados del proyecto, se sintetizan cuatro cartas tecnológicas que toman el flujo de hormigonado, como

regulador del sistema, en las que se propone cómo acometer los trabajos de preparación, transporte, vertido, compactación y curado de la mezcla de hormigón en correspondencia con las posibilidades de la técnica en explotación en el país y las normas aprobadas por el sector para el desarrollo de estas actividades.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Cartas tecnológicas como documentos reguladores de procesos

La bibliografía especializada recoge diferentes acepciones para el término *carta tecnológica*. Por ejemplo:

"...las cartas tecnológicas son una base sólida de planificación de los recursos, tanto de los materiales o humanos, como de los financieros, que se requieren en el comportamiento del plan de producción de cualquier actividad" [1].

"...las cartas tecnológicas son documentos reguladores de las actividades constructivas, elaboradas con el fin de garantizar la ejecución de las propias actividades, objetos de obra y agrupaciones productivas, con soluciones racionales en la organización y la tecnología de la construcción, para contribuir a elevar la productividad y la calidad de los trabajos de construcción y montaje. Forman parte del proyecto ejecutivo de organización de obras y constituyen documentos de obligatorio cumplimiento para técnicos y ejecutores de las brigadas y empresas" [2].

Estas dos definiciones, seleccionadas por su grado de comprometimiento con los objetivos del proyecto de investigación, resumen el contenido del concepto *cartas tecnológicas*, o sea, constituyen base reguladora de la actividad concreta para la que se destinan; sirven de guía para el proceso de planificación y de control de la calidad de las actividades; definen política de empleo o explotación de recursos materiales, humanos, monetarios y de tiempo; y son de obligatorio cumplimiento para las entidades a las que están dirigidas.

Las cartas tecnológicas no sustituyen las normas aprobadas para la ejecución de un proceso, al contrario, se apoyan en ellas para brindar respuestas al proceso. En Cuba se han venido empleando en diferentes sectores productivos como la agricultura [1], la propia construcción [2] y la educación [3]. Precisamente, el trabajo toma como fuente principal para su concepción, la experiencia acumulada en el empleo de las "Cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción" publicadas en 1990 [2] y se enriquece estructural y metodológicamente con la situación actual del sistema de hormigonado in situ en Cuba [4].

### Sistema de hormigonado in situ en Cuba

El sistema de hormigonado en Cuba se enmarca en dos variantes tecnológicas, el hormigonado de estructuras prefabricadas y el hormigonado de estructuras in situ.

Si bien después de la Segunda Guerra Mundial se desarrolló de forma masiva la prefabricación debido a ventajas tales como el ahorro de madera, de mano de obra y la reducción considerable en el tiempo de ejecución de los trabajos, en la actualidad se ha visto afectada por el elevado consumo energético invertido en la producción, transportación

y montaje, las elevadas inversiones iniciales y la rigidez constructiva [5].

A diferencia de la prefabricación, el hormigonado in situ presenta ventajas por su fácil adaptación a formas diversas, lo que permite su uso en la mayor parte de las obras, la acción monolítica que se logra sin dificultades entre los elementos estructurales y la gran flexibilidad tecnológica en su colocación con la utilización de variados equipos de hormigonado, lo que lo hace insustituible en muchos casos.

El sistema de hormigonado in situ constituye un sistema complejo que incluye:

- Los trabajos de selección, recepción, almacenaje y ensayo de los materiales componentes del hormigón.
- El diseño de las mezclas de hormigón.
- Los trabajos de armaduras de acero.
- Los trabajos de encofrados.
- Los trabajos propiamente de hormigonado in situ, que incluyen preparación de la mezcla, su transporte, vertido y compactación, así como la terminación de la superficie del hormigón en los casos necesarios.
- El curado de las estructuras.

Y si bien no ha variado estructuralmente con los años, sí ha ocurrido una nueva conceptualización de algunas de sus actividades integrantes, como son la preparación, la transportación, la recepción, la entrega, el vertido y la compactación de la mezcla de hormigón. Precisamente, la investigación va dirigida a regular estas actividades a tenor con el desarrollo alcanzado por la industria del hormigón in situ.

En Cuba el hormigonado in situ ocupa más del 60 % de los volúmenes totales de hormigón, por lo que poco a poco el hormigón monolítico se ha convertido en una opción competitiva al prefabricado [5]. Ello se ha sustentado en un conjunto de factores entre los que es necesario destacar:

- El desarrollo del hormigón premezclado en todo el país.
- La utilización extensiva de los aditivos químicos para el hormigón, en especial, los superplastificantes y su más reciente logro, en los hormigones autocompactantes, sin los cuales no se concibe en la actualidad la industria del hormigón
- El desarrollo de modernos sistemas de encofrados modulares de utilización universal.
- El empleo de acero de refuerzo de elevada resistencia y la prefabricación centralizada y automatizada de mallas y de bloques tridimensionales de armadura.
- La introducción en Cuba de un amplísimo surtido de equipos principales y auxiliares, capaces de asegurar los flujos que caracterizan la ejecución actual de las estructuras monolíticas de hormigón, tales como modernas bombas de hormigón de alto rendimiento, estacionarias o montadas sobre camión con plumas distribuidoras, y grúas telescópicas montadas sobre camión o tipo torre automontables.

### Estructura y contenido de las nuevas cartas tecnológicas

Al estructurar las nuevas cartas tecnológicas se tuvieron en cuenta en la investigación, fundamentalmente, la experiencia nacional e internacional en la confección y contenido de cartas tecnológicas, ya resumidas al inicio del trabajo, la situación actual y especificidades concretas del sistema de hormigonado en Cuba y la experiencia en la confección y empleo de las cartas tecnológicas publicadas en 1990.

De esta manera se pudieron sintetizar las variables fundamentales que intervienen, resumidas en el rango de flujo de hormigonado, en los tipos de hormigones, en la tecnología de preparación de la mezcla, en la tecnología de su transportación, en el nivel al que se efectuará el hormigonado y en la tecnología de vertido del hormigón.

A continuación se detallan los resultados de la investigación realizada al decidir cada variable.

El flujo de hormigonado, conceptualmente, garantiza continuidad en esta actividad dirigida a evitar juntas frías innecesarias, y con ello, lograr mejor calidad y durabilidad en las estructuras de hormigón.

Su magnitud depende de las características geométricas de la estructura a hormigonar, del método que se emplee en el hormigonado, del tiempo de inicio del fraguado del hormigón y del tiempo que se invierte en el proceso de transportación de la mezcla hasta el lugar de su puesta en obra. Por ello, el flujo de hormigonado define el ritmo mínimo que deberá cumplirse durante todo el proceso de hormigonado, y por tanto, el rendimiento mínimo de todos los equipos que intervienen en el sistema. Flujos de hormigonado pequeños pueden cumplirse con equipos de bajo rendimiento, pero consumen mayor tiempo en la ejecución de la actividad; a diferencia de ello, flujos de hormigonado elevados, necesitan para su cumplimiento equipos de alta productividad, como las bombas de hormigonado, y el tiempo de ejecución se reduce en comparación con los primeros. Ese es el motivo por el cual en la investigación se refrenda al flujo de hormigonado como el parámetro regulador principal de cada carta tecnológica.

La experiencia cubana actual en los trabajos de hormigonado ha permitido definir los campos de aplicación de las cartas tecnológicas que se proponen en correspondencia con la magnitud del flujo de hormigonado, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 Campo de aplicación de las cartas tecnológicas de acuerdo con el flujo de hormigonado		
No	Carta tecnológica	Tipo de obras
1	Flujo de hormigonado de hasta 5 m <sup>3</sup> /h	Obras con parte poco significativa de los trabajos de hormigonado in situ, tales como pequeñas juntas y elementos hormigonados in situ en obras prefabricadas, losas monolíticas de pequeños espesores y magnitudes, pavimentos hormigonados en paños alternos, contenes, aceras, vigas, muros estrechos y otros similares; también aquellas con mayor volumen de trabajos de hormigonado, pero con el empleo de aditivos retardadores de fraguado en su producción, lo que hace que el tiempo de inicio del fraguado sea mayor que lo normal y por tal motivo la magnitud del flujo de hormigonado no supere los 5 m <sup>3</sup> /h
2	Flujo de hormigonado entre 5 y 10 m <sup>3</sup> /h	Estructuras monolíticas en que los trabajos de hormigonado in situ pasan a ser una actividad fundamental, tales como estructuras de vigas y columnas, juntas de gran dimensión entre elementos prefabricados, encofrados deslizantes, grandes losas de entrepiso o cubierta, revestimientos de túneles, muros de espesor considerable y otras similares; así como aquellas con mayor volumen de trabajos de hormigonado que los descritos, pero con el empleo de aditivos retardadores de fraguado en su producción, lo que hace que el tiempo de inicio del fraguado sea mayor que lo normal y por tal motivo la magnitud del flujo de hormigonado no supere el rango entre 5 y 10 m <sup>3</sup> /h
3	Flujo de hormigonado entre 10 y 20 m <sup>3</sup> /h	Trabajos de hormigonado de grandes volúmenes, como es el caso de las cimentaciones en balsa ejecutadas por etapas o secciones, grandes muros de contención, losas y muros de obras de fortificación que se caracterizan por sus elevadas dimensiones y espesor, y otras similares
4	Flujo de hormigonado de más de 20 m <sup>3</sup> /h	Grandes elementos de cimentación ejecutados en un solo macizo monolítico u otros elementos en que se empleen grandes masas homogéneas en general

En relación con los tipos de hormigones, las cartas tecnológicas propuestas van dirigidas a todo tipo de hormigonados elaborados con hormigones de densidad normal o de alta densidad, esto es, de 22,5 kN/m<sup>3</sup> en adelante, con la excepción del hormigonado bajo agua, cuya tecnología es muy específica y requiere de cartas tecnológicas particulares.

Al definir la variable de preparación de la mezcla de hormigón, los resultados de la investigación demostraron la necesidad de considerar las dos tecnologías fundamentales existentes en el país para la ejecución de esta actividad, o sea, preparación de la mezcla en hormigoneras estacionarias a pie de obra; y preparación de la mezcla en plantas dosificadoras y/o mezcladoras. Se excluyó, por su baja productividad, la preparación manual de la mezcla.

Tanto para la preparación de la mezcla en hormigoneras estacionarias como en plantas dosificadoras y/o mezcladoras, se valoraron las posibilidades de los equipos existentes en Cuba según el inventario de equipos del MICONS del año 2012 [6]. El trabajo de investigación permitió resumir en anexos las cartas tecnológicas, las hormigoneras estacionarias en explotación en el país, con capacidad de mezcla preparada que varían entre 160 y 1 200 m<sup>3</sup>; y las plantas dosificadoras y/o mezcladoras, en este caso con rendimiento nominal de 15, 30, 60 y 120 m<sup>3</sup>/h.5

Aunque en el transporte de la mezcla de hormigón fresca en Cuba se han empleado diversas tecnologías, los resultados de la investigación demostraron que en la actualidad se emplea casi exclusivamente el camión hormigonera, que resulta a la vez la tecnología más adecuada para la actividad. Por ello se seleccionó en estas nuevas cartas tecnológicas como variante única de transportación del hormigón.

Los camiones hormigonera existentes en el país son equipos que cumplen los parámetros técnicos necesarios para la transportación del hormigón. Se pudo constatar producto de la investigación que las capacidades de transportación de hormigón mezclado en los camiones hormigonera existentes en Cuba varían entre 4 y 10 m<sup>3</sup> [6], y que de acuerdo con el estudio efectuado y los rendimientos nominales de las plantas dosificadoras y/o mezcladoras, son capaces de llevar la mezcla entre 5 y 50 km. Estos dos elementos fueron variables consideradas en la confección de las nuevas cartas tecnológicas.

A diferencia de otros equipos de construcción en que el ritmo de hormigonado lo regula la productividad o rendimiento, en el caso de los camiones hormigonera el ritmo de hormigonado lo regula su número. En este sentido, con la investigación se ha logrado sintetizar en las cartas tecnológicas el número de camiones hormigonera a emplear para garantizar el ritmo de hormigonado objeto de análisis en correspondencia con la capacidad de hormigón transportado, la distancia de transportación y el rendimiento de la planta dosificadora y/o mezcladora, para cada una de las variantes tecnológicas de vertido del hormigón.

La altura o nivel al que se efectuará el vertido del hormigón fue rigurosamente considerada en la investigación, más teniendo en cuenta que documentos normativos importantes actuales, como son los consumos de fuerza de trabajo [7] o el libro *PRECONS II* [8] no la tienen en cuenta en toda su magnitud. A los efectos del análisis de la tecnología de recepción, entrega y distribución de la mezcla la investigación analiza los cuatro niveles expuestos en la tabla 2.

La última variable analizada es la tecnología de vertido de la mezcla. Al decidir la misma se acudió nuevamente a los tipos y posibilidades tecnológicas de los equipos en explotación en el país según inventario [6], producto de lo cual cada carta tecnológica valora las cinco variantes de equipos principales que se muestran en la tabla 3.

Tabla 2 Niveles analizados en la investigación		
No	Niveles	Caracterización
1	Por debajo de - 1 m	Vertido del hormigón en elementos de obras ubicados en el interior de fosos con el equipo de puesta en obra principal ubicado sobre la superficie del terreno
2	0 ± 1 m	Vertido del hormigón prácticamente al nivel del terreno
3	Entre + 1 m y + 10 m	Vertido del hormigón en edificaciones y elementos de obra de mediana altura sobre la superficie del terreno, así como el hormigonado de obras de mediana altura ubicadas en fosos, pero con el equipo principal de puesta en obra situado en el interior del mismo
4	Por encima de + 10 m	Vertido del hormigón en edificaciones altas

Tabla 3 Variantes tecnológicas analizadas para el vertido del hormigón		
No	Variante tecnológica	Niveles de vertido
1	Directamente con los camiones hormigonera	Por debajo de - 1 m y $0 \pm 1$ m
2	Grúas con cubetas	Cualquiera
3	Bombas de hormigonado	Cualquiera
4	Motovolquetas	Por debajo de - 1 m y $0 \pm 1$ m
5	Winches con cubeta acoplada a la plataforma de trabajo o con vagonetas sobre la misma	Por encima de + 1 m

La investigación aporta en cada carta tecnológica, para la variante de vertido analizada, la tecnología de recepción, entrega y distribución de la mezcla, con tablas y esquemas tecnológicos que permiten a los ejecutores seleccionar las mejores opciones para el cumplimiento del hormigonado in situ de las obras de construcción, y en anexos, los parámetros de trabajo de los equipos en explotación en Cuba según inventario del MICONS del año 2012 [6].

También como resultados de la investigación se recomiendan las tecnologías más adecuadas de compactación de la mezcla de hormigón fresca, de terminación de las superficies y de curado.

Por último, como parte del trabajo, la investigación realizada logra ejemplificar e indicar metodológicamente cómo calcular los principales indicadores técnico-económicos que caracterizan al hormigonado.

Para ello, en cada carta tecnológica, un anexo recoge los consumos generales de fuerza de trabajo y equipos en las actividades integrantes del sistema de hormigonado y ritmos de hormigonado valorados en la carta por cada 100 m<sup>3</sup> de hormigón, lo que aporta criterios importantes al seleccionar las tecnologías de hormigonado. En otros anexos, en correspondencia con la carta tecnológica analizada, se ejemplifica el consumo de recursos y costo de construcción para variantes concretas de preparación, transporte, recepción, entrega y distribución de la mezcla. Comoquiera que las combinaciones probables sean elevadas, es imposible en cada carta tecnológica recogerlas todas, pero sí los ejemplos analizados dan criterios metodológicos de cómo valorar cualquier combinación de las posibles.

## RESULTADOS

La investigación ha posibilitado elaborar las cuatro cartas tecnológicas que caracterizan el hormigonado in situ de las obras de construcción en correspondencia con la tendencia mundial en esta actividad, las condiciones de Cuba y los

parámetros de trabajo de los equipos de hormigonado existentes en el país. Las mismas se recogen en forma de folletos digitales en PDF con los esquemas de trabajo, tablas y anexos que permiten decidir por los ejecutores de las obras la solución óptima.

En las indicaciones elaboradas como resultado de la investigación, se expone además, el orden a seguir en el empleo de las nuevas cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción, que se resume de la siguiente manera:

1. Calcular el flujo de hormigonado requerido para lograr un hormigonado ininterrumpido, sin la formación de juntas frías.

2. A partir de la magnitud de flujo de hormigonado calculado en el paso anterior, seleccionar la carta tecnológica concreta a emplear entre las cuatro propuestas que aparecen en la tabla 1.

3. Seleccionar la tecnología de preparación de la mezcla de hormigón, definiendo la capacidad de mezcla preparada en caso de las hormigoneras estacionarias a pie de obra, o el rendimiento nominal en caso de seleccionar en esta actividad planta dosificadora y/o mezcladora.

4. En caso de preparar la mezcla en planta dosificadora y/o mezcladora, seleccionar el camión hormigonera adecuado para la transportación del hormigón y la distancia de transporte a partir de la ubicación de la planta y de la obra.

5. Definir el nivel en el que se efectuará el vertido de la mezcla de hormigón entre los cuatro previstos en las cartas tecnológicas y recogidos en la tabla 2.

6. Analizar cuál o cuáles de las variantes tecnológicas de vertido entre las cinco propuestas en la carta tecnológica, recogidas en la tabla 3, pueden ser empleadas en cada caso, a partir de las posibilidades concretas de equipos que se tengan en cada empresa u obra, definiendo parámetros a cumplir y número de equipos de cada tipo a utilizar.

7. Seleccionar las tecnologías de compactación, terminación de las superficies y curado del hormigón.

8. Efectuar el análisis de los principales indicadores técnico- económicos de las variantes analizadas, incluyendo

tiempo de ejecución, consumo de fuerza de trabajo y de equipos y costo de construcción.

9. Decidir la variante tecnológica a emplear a partir de los indicadores técnico-económicos analizados en el paso anterior.

## CONCLUSIONES

El trabajo expuesto recoge la labor científica desarrollada en la elaboración de nuevas cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción a partir del problema existente, o sea, la obsolescencia de las confeccionadas en 1990 debido al desarrollo experimentado por las tecnologías de hormigonado en Cuba.

Concluido el trabajo, los resultados de la investigación permiten sintetizar las siguientes conclusiones principales:

- El flujo de hormigonado es la invariante que rige cada carta tecnológica, definiendo este parámetro cuatro posibilidades correspondientes a flujos de hormigonado de hasta 5 m<sup>3</sup>/h, entre 5 y 10 m<sup>3</sup>/h, entre 10 y 20 m<sup>3</sup>/h y más de 20 m<sup>3</sup>/h, magnitudes que caracterizan el hormigonado de diferentes elementos de obras y dan denominación a cada una de las cuatro cartas tecnológicas elaboradas como resultado de la investigación.

- Se definen en las cartas tecnológicas las variantes adecuadas para la preparación de la mezcla de hormigón, ya sea en obra mediante hormigoneras estacionarias o mediante plantas dosificadoras y/o mezcladoras.

- Se regulan en estas las peculiaridades del transporte de la mezcla, siempre en camiones hormigoneras, definiendo el número de dichos equipos necesarios para las diferentes variantes de vertido, rendimientos de las plantas dosificadoras y/o mezcladoras y capacidad de transporte de hormigón.

- En las cartas tecnológicas se plantean cuatro niveles de hormigonado muy bien definidos, correspondientes a - 1 m, 0 ± 1 m, entre 1 m y 10 m y más de 10 m, adecuando a ellos las posibilidades de la técnica de construcción.

- Tomando como base el inventario de equipos del MICONS del año 2012 y sus posibilidades, así como los niveles en los que se colocará la mezcla, cada carta tecnológica define cómo ejecutar las actividades de recepción, entrega y distribución de la mezcla de hormigón, empleando para ello cinco posibles variantes que son, directamente con los camiones hormigoneras utilizados en su transportación, grúas con cubetas, bombas de hormigonado, motovolquetas y winches con cubeta acoplada a la plataforma de trabajo o vagonetas sobre la misma, ilustrando el proceso mediante tablas, esquemas tecnológicos y anexos.

- La carta tecnológica aporta recomendaciones para la compactación, terminación de las superficies y el curado de las estructuras de hormigón in situ.

- Cada carta tecnológica ejemplifica e indica metodológicamente cómo calcular los principales indicadores técnico-económicos que caracterizan al hormigonado in situ, en correspondencia con las tecnologías empleadas en la actividad.

En el trabajo además se argumenta cómo emplear las nuevas cartas tecnológicas.

Las conclusiones planteadas permiten asegurar que se han cumplido los objetivos trazados en el proyecto de investigación, y con ello, se da solución al problema que lo motivó, pudiendo tener acceso a las nuevas cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción, todas las entidades que en el país se encargan de la ejecución de obras con esta particularidad.

## REFERENCIAS

1. PRADO FERNÁNDEZ, E. "La carta tecnológica. Su incidencia en la eficiencia y competitividad de las CPA y UBPC cañeras". *Revista Santiago*. núm. 98, Universidad de Santiago de Cuba, 2002. Disponible en <http://ojs.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/14502444>. [consultado agosto 2013].
2. HOWLAND ALBEAR, Juan J. *Cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de las obras de construcción*. Editorial CIC, MICONS, La Habana, 1990.
3. DEL RISCO ALONSO, S. "Propuesta metodológica de proceso de enseñanza-aprendizaje activo: Una vía para proporcionar mayor independencia en la elaboración de cartas tecnológicas". Tesis de Maestría en Pedagogía Profesional, Instituto Pedagógico José Martí. Camagüey, 2001.
4. PUIG MARTÍNEZ, René A. *Estudio de factibilidad para la confección de nuevas cartas tecnológicas*, MICONS, La Habana, 2012.
5. HOWLAND ALBEAR, Juan J. *Tecnología del hormigón para ingenieros y arquitectos*. Editorial Universitaria Félix Varela, La Habana, 2012. ISBN 978-959-07-1625-6.
6. MICONS. *Inventario de equipos del MICONS*. La Habana, 2012.
7. MICONS. Normas de consumo de fuerza de trabajo, actualizadas. La Habana, 2003.
8. Centro de Información de la Construcción. *PRECONS II. Sistema de precios en la construcción*. Editorial Obras, La Habana, 2005. ISBN 959-247-017-0.
9. HOWLAND ALBEAR, Juan J. *Metodología para la utilización de las cartas tecnológicas para el hormigonado in situ de los tipos de obras fundamentales*. Editorial CIC, MICONS, La Habana, 1990.

## AUTORES

### René Antonio Puig Martínez

Ingeniero Civil, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Facultad de Ingeniería Civil, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

### Juan José Howland Albear

Ingeniero Civil, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

# New Technological Charts for Concreting Operations on Site for Civil Constructions

## **Abstract**

The on site concreting of constructions, require some regulations to guide the construction companies to execute the concreting operations according to the status and potential of existing technologies. In Cuba were used for a long time many regulations and construction technical standards issued by the Ministry of Construction and relating companies, and was published in 1990 the only one version of Technological Charts for concreting operations on site, about the existing constructions in Cuba, that are in obsolescence in this moment. During more than two decades, the country has experimented very rapidly develop of on site concreting technologies according with the development achieved by the construction industry, importing or producing new efficient and productive equipments. The new technological charts are the result of the authors research project. They have proposed the suitable procedures for the preparation, transportation, pouring, compaction and curing of the concrete mix in correspondence with the country "state of the art", and the consumption normative of workers, equipments, time and costs of these activities, using the "concreting flow" as a regulator of the concreting system.

Key words: technological charts, concreting operations on site