

- Sánchez, C., Monells, D., Manso, A., & Farías, E. (2016). Aplicación de metodología InSAR en la detección de deformaciones en el cráter de subsidencia y entorno minero. Caso de Estudio: Codelco Mina Andina. *1st International Conference of Underground Mining*. Santiago de Chile.
- Sillerico, E., Marchamalo, M., Rejas, J. G., & Martínez, R. (2010). La técnica DInSAR: bases y aplicación a la medición de subsidencias del terreno en la. *Informes de la Construcción*.
- Weiss, J. R. (2020). High-resolution surface velocities and strain for Anatolia om Sentinel-1 InSAR and GNSS data. *Geophys. Res. Lett.* e2020GL087376.
- Zhilin, L. Z. (2004). A Quantitative Measure for the Quality of INSAR terferograms Based on Phase Differences. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol.70, No. 10, 1131-1137.

DESARROLLO ACADÉMICO Y PROFESIONAL MEDIANTE PROGRAMACIÓN EN MATLAB PARA COLUMNAS SOMETIDAS A FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL

Autores: Annarelys Salas Navarro⁷¹, Reynaldo Giráldez Toledo⁷², Boris Luis Gayoso Quintana⁷³

RESUMEN

La era digital ha exasperado cada aspecto de nuestra vida habitual y en la educación no fue desigual por lo que se esperan nuevos retos y necesidades en el ambiente educativo. La tecnología cambia el modelo de enseñanza y ofrece la posibilidad de autoaprendizaje donde los estudiantes dejan de cumplir un rol pasivo y pasan a uno activo. La asignatura Hormigón Estructural aborda el tema de flexocompresión en columnas, pero debido a la complejidad que presenta la biaxial se limita el contenido a la uniaxial. El estudio de la flexocompresión biaxial exige análisis iterativos complejos debido a que intervienen una amplia cantidad de variables de cálculo. Durante muchos años esta problemática se ha eludido, pues eran predominantes los análisis planos de las estructuras en pos de agilizar el

⁷¹ Profesora departamento docente de Ingeniería Civil Universidad de Matanzas, Cuba. annarelys.salas@umcc.cu

⁷² Profesor departamento docente de Ingeniería Civil Universidad de Matanzas, Cuba. reynaldo.giraldez@umcc.cu

⁷³ Profesor departamento docente de Ingeniería Civil Universidad de Matanzas, Cuba. boris.gayoso@umcc.cu

trabajo de los proyectistas. El presente trabajo tiene como objetivo la realización de una programación en *Matlab* que permita la obtención de los diagramas de interacción de columnas sometidas a flexocompresión biaxial para fomentar el desarrollo académico y profesional de los estudiantes generando resultados más precisos y realistas, lo cual crea un incremento de eficiencia en cuanto a costos.

Palabras clave: Tecnología, educación, hormigón armado; flexocompresión biaxial; diagramas de interacción.

ABSTRACT

The digital age has exasperated every aspect of our normal life and education was not uneven, so new challenges and needs are expected in the educational environment. Technology changes the teaching model and offers the possibility of self-learning where students stop fulfilling a passive role and move to an active one. The Structural Concrete course addresses the topic of flexocompression in columns, but due to the complexity of the biaxial, the content is limited to the uniaxial. The study of biaxial flexure compression requires complex iterative analyzes due to the large number of calculation variables involved. For many years this problem has been avoided, since the flat analyzes of the structures were predominant in order to speed up the work of the designers.

Keywords: Technology, education, reinforced concrete; biaxial flexion compression; interaction diagrams.

RÉSUMÉ

L'ère numérique a exaspéré tous les aspects de notre vie normale et l'éducation n'était pas inégale, de sorte que de nouveaux défis et besoins sont attendus dans l'environnement éducatif. La technologie change le modèle d'enseignement et offre la possibilité d'auto-apprentissage où les élèves cessent de remplir un rôle passif et passent à un rôle actif. Le cours Structural Concrete aborde le thème de la flexocompression dans les colonnes, mais en raison de la complexité du biaxial, le contenu est limité à l'uniaxial. L'étude de la compression en flexion biaxiale nécessite des analyses itératives complexes en raison du grand nombre de variables de calcul impliquées. Pendant de nombreuses années, ce problème a été évité, car les analyses à plat des structures étaient prépondérantes afin d'accélérer le travail des concepteurs.

Mots clés: Technologie, éducation, béton armé; compression de flexion biaxiale; diagrammes d'interaction.

INTRODUCCIÓN

La expresión “ciencia, tecnología y sociedad” (CTS) suele definir un ámbito de trabajo académico, cuyo objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que concierne a las consecuencias sociales y ambientales. (González et al., 2001).

Actualmente, el ambiente universal se encuentra en constante cambio con una alta complejidad y campos de investigación muy enigmáticos, lo que crea desigualdad social debido a que solo una parte de la humanidad puede permitirse estos servicios.

Analizando la ciencia y tecnología como vías de investigación e innovación se puede decir que el progreso de las fisuras del desarrollo y la evolución de las circunstancias efímeras de vida que afectan a este en Cuba están enmarcados en un apropiamiento social del conocimiento y transformándolo en innovación, lo que le confiere a la Ciencia, Tecnología y Sociedad más Innovación (CTS+I) un enfoque como área de trabajo en la investigación académica.

El Ingeniero Civil tiene la capacidad de proyectar, calcular y diseñar estructuras con los conocimientos necesarios para llevar a cabo un proyecto de forma exitosa. Durante el progreso de su formación profesional reciben la asignatura Hormigón Estructural donde abordan temas referidos al cálculo estructural de columnas de hormigón armado sometidas a

esfuerzos de carga axial, sin embargo, al mismo tiempo se presentan momentos flectores en una o dos direcciones, lo que se conoce como flexocompresión (FC). La Flexocompresión se puede presentar en dos casos diferentes, si la flexión combinada se presenta en un solo eje se le llamará Flexocompresión Uniaxial (FCU) y cuando ocurra en los dos ejes le corresponderá la Flexocompresión Biaxial (FCB).

Durante muchos años esta problemática se ha declinado, pues eran predominantes los análisis planos de las estructuras y por otra parte los cálculos de la flexocompresión biaxial son complejos debido a que el conjunto de variables que incluye el análisis y diseño de elementos transforma el trabajo del ingeniero en un proceso extenso y con características iterativas demasiado complejas para ser realizado de forma manual y por otra parte las ayudas de cálculo disponibles exigían del proyectista un dominio del tema muy poco frecuente.

Dado que en nuestro país no se ha generalizado el uso de herramientas electrónicas para el diseño y revisión de columnas sometidas a esfuerzos de flexocompresión biaxial y, el análisis plano de las secciones sometidas a este tipo de solicitaciones trae como resultado diseños inexactos y poco ajustados a la realidad de las solicitaciones. Empleando el *software Matlab* y usando como referencia las normas es posible elaborar un algoritmo de cálculo para el diseño de columnas sometidas a flexocompresión biaxial empleando diagramas de interacción, lo que contribuiría al desarrollo profesional de los estudiantes. De ahí que el objetivo de este trabajo sea elaborar una programación en *Matlab* que permita la obtención de los diagramas de interacción de columnas sometidas a flexocompresión biaxial para fomentar el desarrollo académico y profesional de los estudiantes.

DESARROLLO

En Cuba, el Ministerio de Educación Superior, está desarrollando un proceso de reordenamiento y perfeccionamiento de sus entidades en todo el país, proceso que implica la necesidad de nuevas estructuras y patrones de actuación de las instituciones, el que además requiere potenciar la gestión de las políticas con un enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad más Innovación (CTS+I) para estabilizarse y persistir en el tiempo. La ciencia, tecnología e innovación impulsan la mejora de la calidad universitaria desde uno de sus procesos sustantivos. Este enfoque, se convierte en un elemento de actualidad para los procesos de acreditación de las universidades que buscan la calidad no solo en la excelencia de los programas académicos, sino también en los impactos de la docencia y la ciencia universitaria en la sociedad. (Albornoz, Barrere y Sokil, 2017).

Según Quintero (2010), los estudios de CTS+I muestran una gran dependencia de los intelectuales de las corrientes de pensamiento internacional y pocos análisis sobre el papel y función de la ciencia y la tecnología para la resolución de problemas regionales. La carencia fundamental de la evolución de este campo se explica por la escasa atención brindada a los problemas de la ciencia y tecnología a lo largo del proceso educativo.

El Estado en su “Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030”, analizado en el VII Congreso del PCC, define entre sus ejes estratégicos “el potencial humano y la ciencia, tecnología e innovación”.

Tecnología e innovación en la Educación

La tecnología aporta grandes beneficios a la educación, no solo a los estudiantes sino también a los profesionales. Esta ayuda a la optimización de tareas de los profesores, haciendo su trabajo más atractivo y eficiente.

Según Morgado (2018), el aprendizaje activo es siempre la clave, tanto si se trata de repetir para adquirir hábitos como si se trata de reconstruir la información para establecer las relaciones funcionales que dan flexibilidad a las memorias y el conocimiento.

El futuro de nuestra humanidad pende de tres planos tecnológicos, entre ellos, la programación. Esta va más allá del desarrollo de los estudiantes para un campo profesional tecnológico, los estudiantes aprenden a delimitar errores en problemas muy complejos por lo que se puede decir que solucionan inconvenientes de autocorrección y, a la vez, promueven el aprendizaje de raciocinio, creatividad y emprendimiento.

Con el empleo de la tecnología la creación de proyectos es mucho más sencilla ya que esta trajo herramientas que suplantaron el papel, ha hecho que aprender sea más fácil, cómodo e incluso asequible. (Sutton, 2013)

La implementación de herramientas y soluciones tecnológicas en el ámbito educativo enfrenta a retos necesarios de sobrellevar. El estudiante en vez de memorizar se aboca a la búsqueda, análisis e interpretación de la información, aprendiendo a trabajar de modo colaborativo. (Sutton, 2013)

Es función de los profesores, con el fin de mejorar la calidad de la docencia, actualizarse de modo constante en los avances tecnológicos y buscar el modo de incorporarlos a sus clases, teniendo en cuenta las estrategias curriculares.

Asignatura Hormigón Estructural

La asignatura Hormigón Estructural juega un rol vital en la formación del Ingeniero Civil. Esta ofrece una enseñanza teórico-práctica adiestrando a los estudiantes en el diseño, cálculo, comprobación y construcción de las estructuras realizadas con hormigón estructural.

El uso de las TICs en la docencia brinda beneficios ya que desarrolla nuevas habilidades en los estudiantes que contribuye a un aprendizaje de manera crítica y autónoma favoreciendo, además, las relaciones sociales.

La flexocompresión en cualquiera de sus dos casos ya sea Uniaxial o Biaxial resulta un estado complejo en cuanto a su análisis debido a que una misma sección generalmente está sometida a dos solicitaciones, una de momento, que puede ser en uno o en dos de sus ejes y

otra de carga axial ya sea a compresión o tracción. Una sección específica de una columna de hormigón armado puede soportar un sinnúmero de combinaciones de momentos y cargas axiales. Debido a la complejidad de la FB los temas abordados en la signatura se limitan solo a flexocompresión uniaxial.

Poder determinar esta variedad de solicitaciones mediante la obtención de diagrama de interacción facilita el diseño de las columnas por los proyectistas, puesto que cuando una determinada combinación real de momento y carga axial se encuentra dentro de la curva que genera el diagrama, no se provoca un estado que sobrepase lo establecido y la sección resulta adecuada, de estar por fuera dicha combinación del diagrama representaría todo lo contrario, lo que requeriría de nuevos análisis.

Para un mejor entendimiento de la importancia de esta investigación abordaremos temas abordados en la asignatura hormigón estructural que son vitales para la confección de la programación con el fin de que los estudiantes se puedan enfrentar a los retos de la realidad actual.

¿Qué es la Flexocompresión biaxial?

La FCB se presenta en secciones que, siendo simétricas por su forma y armaduras, están sometidas a una solicitación que no está contenida en el plano de simetría debido a las siguientes variantes:

1. Acción de la carga axial con excentricidades físicas.
 - La existencia de ménsulas o de cargas desplazadas en los apoyos.
 - Posibles inexactitudes en la construcción.
2. Acción de la carga axial y el momento flector provocados por el mismo efecto o por efectos diferentes.
 - Algunas estructuras, que pueden estar sometidas a cargas laterales (viento, empuje de tierras en muros y cimientos, empuje de agua en depósitos y empuje del material almacenado en silos) (Montoya, 2000)
 - La mayoría de las columnas, pues, aunque formen parte de pórticos planos, la acción del viento o del sismo puede producir flexiones secundarias, que con frecuencia se desprecian, lo mismo que las que resultarían de una consideración rigurosa del pandeo, con las consiguientes excentricidades situadas fuera del plano principal de flexión. Un caso específico sería las columnas de los puentes las cuales

usualmente están sometidas a esfuerzos transversales y longitudinales. (Montoya, 2000)

- Las columnas esquineras de edificios donde las vigas principales y las secundarias llegan hasta estas columnas en las direcciones de los dos muros y transfieren sus momentos extremos a la columna en dos planos perpendiculares. Situaciones similares de carga pueden ocurrir en columnas interiores en particular si la planta de columna es irregular. (Nilson, 1999)

Hipótesis básicas. Método de los Estados Límites.

El Método de los Estados Límites (MEL) se fundamenta en la obtención de un diseño donde las cargas y las tensiones a las que está sometido el material que se emplee en el elemento a diseñar, así como las deformaciones y desplazamientos que en ella se originan, tanto en el período de construcción como durante su vida útil, estén cerca de los límites permisibles para cada caso, sin llegar a sobrepasarlos. Se denominan Estados Límites a aquellas situaciones tales que, al ser rebasadas, colocan a la estructura fuera de servicio.

Los estados límites pueden clasificarse en:

- Estados límites últimos: Estado en que se diseña para lograr la resistencia y estabilidad de la estructura, con los valores de cálculo de todas las variables que intervienen (cargas y resistencias).
- Estados límites de utilización: Estado que garantiza el servicio y utilización de la estructura, comprobándose variables como la deformación y la fisuración para los valores característicos, tanto de las cargas como de las resistencias de los materiales. Coeficientes de mayoración para las cargas.

El ACI introduce el Método de Estados Límites pasado un tiempo después de que se diera a conocer, pero lo hizo bajo el nombre de Diseño por Resistencia, en un inicio como método alternativo dentro del Reglamento.

El factor de reducción de la resistencia ϕ toma en cuenta la probabilidad de que la resistencia de un elemento sea menor que la supuesta debido a las variaciones en la resistencia de los materiales, de sus dimensiones, de las imprecisiones de las ecuaciones de diseño, del grado de ductilidad y la confiabilidad requerida del elemento cargado, y la importancia que tenga el elemento dentro de la estructura. (Pérez., 2016)

La resistencia nominal de un elemento o sección transversal se determina usando las hipótesis y ecuaciones de resistencia del Método de Diseño por Resistencia, antes de aplicar

cualquier factor de reducción de la resistencia. La resistencia mínima requerida o sollicitación de cálculo se determina al mayorar las cargas o sollicitaciones de servicio, aplicando los factores de carga tabulados anteriormente. Los factores de carga incrementan la magnitud de las cargas normalizadas para considerar la probable variación de sus magnitudes respecto de sus valores característicos o de servicio. Las sollicitaciones de Servicio obtienen a partir de las cargas especificadas por el código de construcción correspondiente. (Pérez, 2016)

Toda estructura debe reunir las condiciones adecuadas de seguridad, funcionabilidad y durabilidad con el objetivo de que pueda cumplir satisfactoriamente el servicio para el que ha sido proyectada. En este trabajo el diseño y revisión de los elementos columnas sometidos a cargas de FCB será realizado mediante el Método de los Estados Límites Últimos.

Geometría de la sección.

h: Altura de la sección (cm).

b: Ancho de la cara en compresión del miembro(cm). (Institute, 2015)

d's: Distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo longitudinal en compresión(cm). (Institute, 2015)

d': Peralto efectivo. $d'=h-d's$

ds: Recubrimiento mecánico a tracción (cm).

d0: Recubrimiento lateral de la sección (cm).

Acero de refuerzo

La baja resistencia del hormigón a tracción es una de las principales causas que limita el empleo del hormigón en masa, y para dotar a los elementos estructurales de suficiente capacidad resistente a esfuerzos de tracción directa o inducida, es que se emplean fundamentalmente las armaduras de acero. (Santana and Caneiro, 2012)

Independientemente de que este pueda ser el principal encargo del refuerzo en el hormigón, otra función llega a desempeñar. Basta señalar las siguientes:

- Incrementar la capacidad de carga a compresión (columnas, vigas de peralto restringido)
- Resistir los esfuerzos de tracción diagonal originados por el cortante.

- Reducir la esbeltez de otras barras de acero sometidas a compresión, mediante el empleo de cercos.
- Para la distribución de cargas.
- Para resistir tensiones de tracción originadas por la retracción, fluencia, variación de la temperatura, etc.

Diagrama tensión – deformación del acero de refuerzo.

El diagrama tensión-deformación de cualquier acero se determina mediante el ensayo hasta la rotura de probetas provenientes del lote que se desea estudiar. En el caso del acero el ensayo más generalizado es el de tracción y existen fundamentalmente dos razones que justifican esta aseveración. En primer lugar, mediante un ensayo a tracción se evade la posible pérdida de estabilidad de la probeta durante el ensayo, antes que se alcance la rotura, y en segundo lugar ha podido comprobarse que las curvas cargas-desplazamiento (P vs Δl), o mejor aún tensión – deformación (f_s vs ϵ_s) que resultan de los ensayos a tracción y a compresión, en el caso del acero, son sensiblemente iguales, lo que ratifica la conveniencia de estandarizar el ensayo a tracción. Habitualmente las probetas que se ensayan se toman de barras cuyo diámetro (inicial) es $d_0=10\text{ mm}$, y de una longitud inicial efectiva igual a (n) el diámetro, es decir, (nd_0), encontrándose n entre 5 y 10, aunque puede considerarse otro diámetro $d_0 \neq 10\text{ mm}$. La cualidad de las curvas de comportamiento del acero, es decir, sus leyes tensión-deformación, varía con el tipo de acero. (Santana and Caneiro, 2012)

Se define la resistencia o carga unitaria de rotura (f_{su}) a la máxima tensión que es capaz de soportar la barra ensayada. Se le llama unitaria ya que al reducirse la sección transversal de la barra por el efecto de Poisson (estricción), los valores que se registran durante el ensayo se refieren a la sección inicial de la barra y no a la reducida. (Santana and Caneiro, 2012)

Por su parte el límite elástico (f_y), que también se refiere a la sección inicial, corresponde a la tensión que puede soportar el material sin que se produzcan deformaciones plásticas diferidas representativas. Existen aceros en los que esta tensión se aprecia con nitidez durante su ensayo como sucede en los aceros con escalón de fluencia, llamados comúnmente aceros naturales, y en ellos el ensayo descubre con transparencia un escalón en el que se registra un incremento progresivo de la deformación bajo tensión sostenida, precisamente el escalón de fluencia. La máxima tensión que soporta el material sin que

tengan lugar deformaciones plásticas, coincidente en estos aceros con la tensión a la cual se inicia la fluencia es, precisamente, su límite elástico aparente. Habitualmente las barras de refuerzo se comercializan mediante esta cualidad. (Santana and Caneiro, 2012)

Sección de hormigón.

Resistencia característica del hormigón ($f'c$).

Representa su cualidad más distintiva, y a su vez el reflejo más directo de su calidad, es precisamente su resistencia a compresión; de hecho, es el parámetro por el que se le comercializa generalmente, con la ventaja adicional de que la mayoría de las expresiones que cuantifican el resto de las propiedades mecánicas del material se expresan a partir de esta cualidad. En realidad, los Reglamentos actuales refieren, para el diseño estructural de los elementos, su valor característico, es decir, el estadígrafo que presenta un grado de confianza predefinido, o de que los valores individuales de resistencia de las probetas ensayadas estén por encima de dicho valor con una probabilidad prefijada, siendo representada generalmente como ($f'c$). (Cotti-Cometti, 2003)

Aporte de los elementos constituyentes de la sección.

Aporte del hormigón (Cc).

Para su evaluación se emplea el diagrama rectangular que define el reglamento con el fin de estimar la contribución del hormigón a compresión en el agotamiento. Pueden presentarse cuatro tipologías diferentes para la zona comprimida del hormigón, en función de la magnitud y posición de la carga, y el análisis se reduce a obtener el área comprimida A' y la posición de su centroide (x) y (y), en cada caso.

Aspectos a tener en cuenta en el diseño

Coefficiente reductor Φ .

La resistencia de diseño proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión, deben tomarse como la resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones de este reglamento, multiplicada por los factores ϕ de reducción de resistencia. (Institute, 2015)

La resistencia de diseño de un elemento es la resistencia nominal calculada de acuerdo con las disposiciones y suposiciones establecidas en este reglamento, multiplicada por un factor de reducción de resistencia Φ que siempre es menor que uno.

La ACI 318-05 plantea como propósitos del factor de reducción de resistencia Φ los siguientes:

- Tomar en consideración la probabilidad de la existencia de elementos con una menor resistencia, debida a variación en la resistencia de los materiales y las dimensiones
- Tomar en consideración las inexactitudes de las ecuaciones de diseño
- Reflejar el grado de ductilidad y la confiabilidad requerida para el elemento bajo los efectos de la carga bajo consideración
- Reflejar la importancia del elemento en la estructura

La ACI-318-05 define que el coeficiente Φ toma diferentes valores que van desde 0,65 hasta 0,9, los que se adoptan en dependencia de la situación en la que se encuentra la zona analizada: para las zonas que se encuentran en compresión controlada toma un valor fijo de 0,65(para otros elementos reforzados) y de 0,7(elementos con refuerzo en espiral), de aquí pasa a tomar valores entre 0,65 y 0,9 que pertenecen a una zona de transición hasta llegar a un valor fijo de 0,9 para la tracción controlada.

Procedimiento para la Flexocompresión Biaxial.

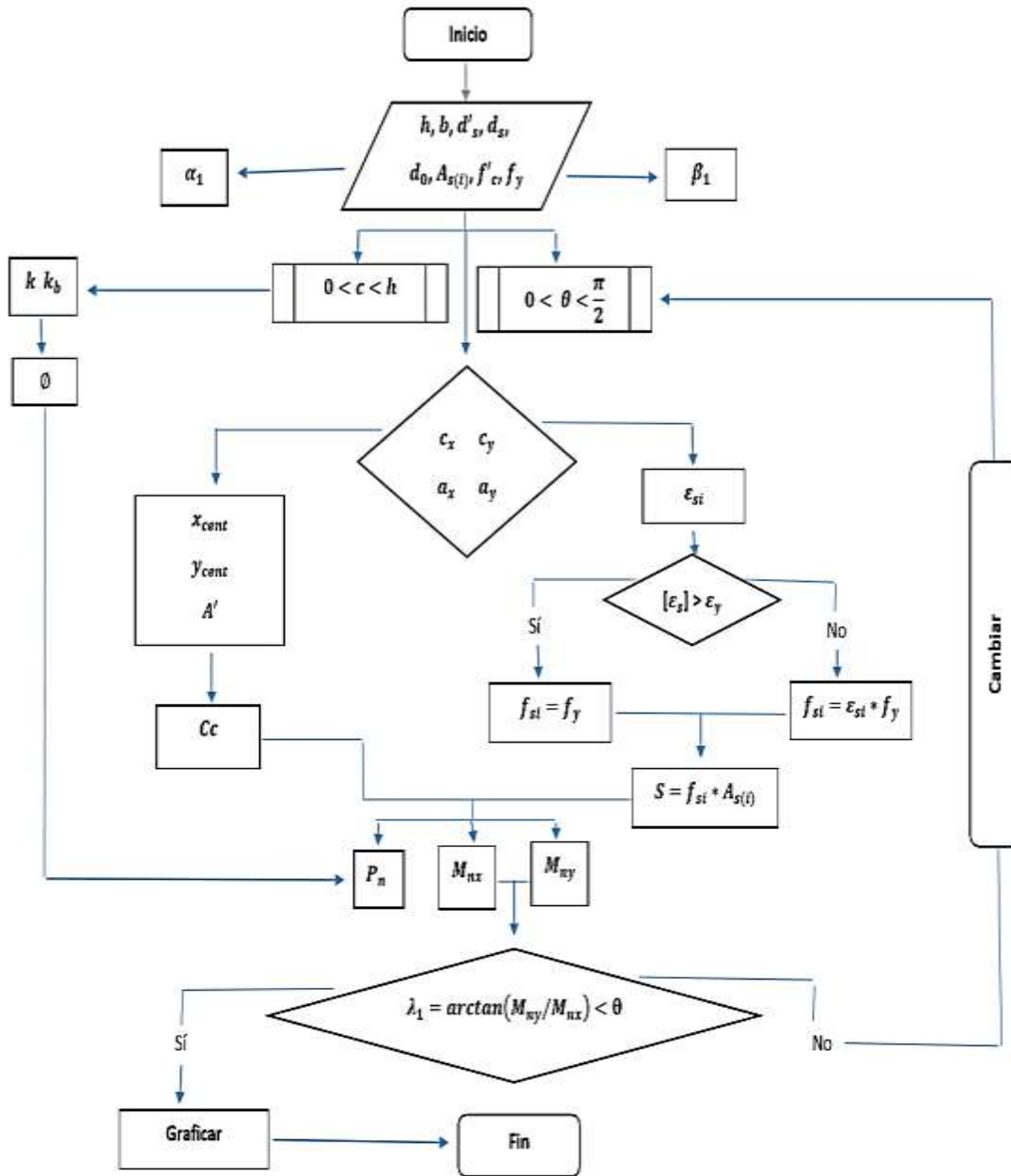


Figura 1: Procedimiento a llevar a cabo para realizar la programación de elementos sometidos a flexocompresión biaxial.

Método comparativo

Debido a que se necesita analizar una inmensa cantidad de datos para realizar los diagramas de interacción se propone comparar los resultados obtenidos para similares ángulos de rotación y profundidades del bloque de compresión.

A modo de validación se pretende comparar los resultados del algoritmo desarrollado con un procedimiento ejemplificado en el libro HORMIGÓN ESTRUCTURAL Diseño por

Estados Límites Parte II, con resultados arrojados por *SE: Comumn software* y *Cubecut C2SBeton software*.

Con los resultados arrojados se demuestra que la programación realizada es aceptable pues los valores obtenidos tanto de momentos como de carga axial, tienen una variación promedio de $\pm 3\%$ para diferentes valores de la profundidad de la línea neutra. Con lo anterior expuesto queda demostrado que la programación realizada fue satisfactoria, por lo que puede ser empleada en pos de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, cambiando así el método habitual de este y dándoles la posibilidad de autoaprendizaje.

CONCLUSIONES

La incorporación de nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) era solo cuestión de tiempo en la educación. Estas permiten emplear metodologías diferentes y estrategias ante los estudiantes diferentes para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje, haciéndolo más dinámico y provechoso, convirtiendo al estudiante en el creador de su conocimiento.

Las columnas que presentan flexocompresión biaxial son elementos que están sometidos a innumerables combinaciones de momento y carga axial, debido a que el conjunto de variables que incluye el análisis y diseño de estos elementos transforma el trabajo del ingeniero en un proceso extenso y con características iterativas demasiado complejas para ser realizado de forma manual se hace necesario el empleo de una programación que se encargue de realizar el mismo sin margen de error y en un corto período de tiempo.

Se elaboró una programación en *Matlab* que permite la obtención de diagramas de interacción para una amplia variedad de columnas rectangulares simétricas con la entrada de datos variables como: área de acero, resistencia a compresión del hormigón, recubrimiento, dimensiones variables en cuanto a la sección transversal con las que se determinan los aportes de la resistencia de los materiales constituyentes y posteriormente las solicitaciones resistentes por las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz M., Barrere R., Sokil J. (2017): Las universidades lideran la I+D en América Latina. En el estado de la ciencia. Principales indicadores de Ciencia y tecnología Iberoamericanos/Interamericanos. Editorial Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología-Iberoamericanas e Interamericana (RICYT). Buenos Aires, pp. 31-44.

- Cotti-Cometti, S. S. C. (2003). *Apuntes de Hormigón Armado* [Online]. ConstruaPrende.com.
- González García, M.; López Cerezo, J.A., y Luján, J.L. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*, Madrid, Tecnos.
- Institute, A. C. (2015). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14)*.
- MONTOYA, P. J. (2000). Capítulo 7. In: GILI, N. G. (ed.) *Hormigón Armado*. Me.
- Morgado Bernal, I. (2018): *Aportaciones científicas para una educación de calidad*. Ediciones El País S. L. Publicidad Aviso Legal política cookies RSS PRISA
- Nilson, A. (1999). *Diseño de estructuras de concreto*.
- Partido Comunista de Cuba. (2011): *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución*. La Habana
- Pérez., C. S. (2016). *Ayudas de cálculo para columnas de hormigón armado bajo Flexión Compuesta Biaxial*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Quintero Cano C. A. (2010): *Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia*. En *Zona Próxima*. Revista del Instituto de Estudios en Educación. Universidad del Norte. N. 12, enero-junio de 2010, pp. 222-239.
- Santana, J. J. H. & Caneiro, J. A. H. (2012). *Hormigón Estructural. Diseño por Estados Límites*
- Sutton, B. (2013). *The Effects of Technology in Society and Education*.

INFLUENCIA DE LA CIENCIA – TECNOLOGÍA EN LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL INGENIERO CIVIL DESDE EL CURRÍCULO BASE.

Autores: Liset León Consuegra⁷⁴, Carlos Rodríguez García⁷⁵

RESUMEN

En las condiciones actuales que vive Cuba es necesario la formación de profesionales integrales donde los planes de estudio son determinantes. La carrera Ingeniería Civil ha transitado por varios planes de estudio y en estos momentos está en implementación los planes D y E. El plan E apuesta por la formación de perfil amplio a partir de una formación con un tronco común, incluyendo el perfil hidráulico y ambiental. Está integrado por 16

⁷⁴ Profesora departamento docente de Ingeniería Civil Universidad de Matanzas, Cuba. liset.leon@umcc.cu

⁷⁵ Jefe Departamento Técnico Unidad Básica de Servicios Hormigón, Profesor departamento docente de Ingeniería Civil Universidad de Matanzas, Cuba. crodriguez@ehv.cu