**Formación en Hormigón Estructural del ingeniero civil.**

Ing. Maribí Martínez Frías1, Dr. Ing. Juan J. Hernández Santana2,

Dr. José Manuel Perdomo Vázquez3*.*

1- Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba. [mmfrias@uclv.cu](mailto:mmfrias@uclv.cu)

2-Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba. [jjhernandez@uclv.edu.cu](mailto:jjhernandez@uclv.edu.cu)

3-Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba. [perdomo@uclv.edu.cu](mailto:perdomo@uclv.edu.cu)

En el contexto de la era de la información y las telecomunicaciones es imperante la implementación de metodologías de innovación educativa centradas en el aprendizaje activo y autogestionado por el estudiante, que le permitan adquirir y desarrollar las competencias necesarias para insertarse en el mundo profesional de manera más efectiva, esto implica la elaboración de una propuesta metodológica que permita configurar un proceso de enseñanza aprendizaje innovador en la Educación Superior centrado en el correcto uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En el presente trabajo se expone una concepción integral que garantiza la consecución de los objetivos de pregrado y una articulación de los mismos hasta el postgrado, y cuyo eje principal gire en torno al rol formativo de las ayudas de cálculo y del Sitio Web: “Diseño Estructural” en el proceso de formación en Diseño de Hormigón Estructural del ingeniero civil, a partir de los problemas profesionales a resolver identificados en el modelo del Plan de Estudio E y en el programa de la Maestría de Estructuras. Se realiza una propuesta para cada curso o asignaturas de los objetivos, contenidos a impartir y el sistema de tareas a resolver.

**Palabras Clave:** Asignaturas; Cursos; Objetivos; Contenidos; Tareas; Diseño estructural.

***Abstract:***

*In the context of the information and telecommunications era, the implementation of educational innovation methodologies centered on active learning and self-managed by the student is imperative, which will allow them to acquire and develop the necessary skills to be inserted in the professional world in a more effective, this implies the elaboration of a methodological proposal that allows to configure an innovative teaching-learning process in Higher Education focused on the correct use of Information and Communication Technologies (ICT). In the present work an integral conception is exposed that guarantees the attainment of the objectives of undergraduate and an articulation of the same ones until the postgraduate, and whose main axis turns around the formative roll of the helps of calculation and of the Website: "Design Structural "in the process of formation in Structural Concrete Design of the civil engineer, from the professional problems to be solved identified in the model of the Study Plan E and in the program of the Master of Structures. A proposal is made for each course or subjects of the objectives, content to be taught and the system of tasks to be solved.*

***Keywords:*** *Subjects; Courses; Goals; Contents Chores; Structural design.*

**1. Introducción**

En la actualidad la utilización de software profesional para realizar tareas como el análisis y diseño de estructuras, se convierte en una habilidad exigida por las empresas y bien valorada por los profesionales dedicados a estas tareas ya que permite emplear modelos de las estructuras y métodos de diseño más cercanos a la realidad, libres de simplificaciones, que permiten soluciones más racionales, confiables y en menor tiempo lo que posibilita a su vez que los proyectistas evalúen un mayor número de variantes y mejoren las condiciones en las que éstas tareas se realizan.

Esta situación enmarca la necesidad de que los proyectistas dispongan de ayudas de cálculo electrónicas, que les permitan verificar a partir del conocimiento teórico adquirido durante su formación universitaria, los resultados obtenidos al emplear los software profesionales de manera que sea posible incrementar la eficiencia del diseño de los elementos de hormigón estructural, lo cual se advierte en la propia literatura relacionada con este tema como lo plantean Hernández y otros al sostener que “una preocupación latente a nivel mundial es el frecuente uso inapropiado de estas herramientas debido al desconocimiento de sus características y de su sustento teórico, por la incapacidad que demuestran la mayoría de los profesionales para suministrar la información base de forma correcta y por la incompleta y en ocasiones errónea interpretación de los resultados arrojados por los diferentes software que se emplean.” (Hernández Santana, Chagoyén Méndez, & Caballero Díaz),

El escenario propicio para lograr erradicar las preocupaciones existentes relacionadas con el uso inadecuado de los software profesionales por los proyectistas estructurales, es la Universidad, que constituye un espacio formativo claramente estratégico, siendo un entorno que ha de adaptarse en todo momento a las nuevas necesidades y expectativas sociales y a la evolución de los conocimientos científicos, ofreciendo respuestas coherentes estructuradas y efectivas acordes al contexto de la era de la información y las telecomunicaciones .

La implementación de metodologías de innovación educativa centradas en el aprendizaje activo y autogestionado por el estudiante constituye un reto actualmente para el claustro universitario, que le permitan adquirir y desarrollar a los estudiantes las competencias necesarias para insertarse en el mundo profesional de manera más efectiva, esto implica la elaboración de una propuesta metodológica que permita configurar un proceso de enseñanza aprendizaje innovador en la Educación Superior centrado en el correcto uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En el presente trabajo se expone una concepción integral que garantiza la consecución de los objetivos de pregrado y una articulación de los mismos hasta el postgrado, y cuyo eje principal gire en torno al rol formativo de las ayudas de cálculo y del Sitio Web: “Diseño Estructural” en el proceso de formación en Diseño de Hormigón Estructural del ingeniero civil, a partir de los problemas profesionales a resolver identificados en el modelo del Plan de Estudio E y en el programa de la Maestría de Estructuras. Se realiza una propuesta para cada curso o asignaturas de los objetivos, contenidos a impartir y el sistema de tareas a resolver.

**2. Metodología**

**2.1 Detección de los problemas profesionales planteados en el plan de estudio E y el programa de la Maestría**

Para lograr la implementación demetodologías de innovación educativa centradas en el aprendizaje activo y autogestionado por el estudiante es preciso identificar de los problemas profesionales**[[1]](#footnote-1)** planteados en el plan de estudio E y el programa de la Maestría

**2.1.1 Plan E**

**Problemas Profesionales que se RESUELVEN:**

* Análisis, **diseño**, ejecución, dirección y mantenimiento de:
* Naves industriales y agropecuarias de hormigón armado y acero
* Edificaciones de hasta cinco plantas de hormigón armado y acero con soluciones técnicas usuales en condiciones geotécnicas normales y favorables.
* Diseño geotécnico y **estructural** incluyendo la elaboración de la Documentación Técnica correspondiente de **elementos estructurales aislados de hormigón armado**, mampostería y acero, pavimentos rígidos y flexibles de carreteras y objetos de obra de edificaciones de poca complejidad.

**Problemas Profesionales en cuya solución PARTICIPA:**

* Análisis, diseño, ejecución, dirección y conservación de:
* Obras industriales y agropecuarias de hormigón armado y acero.
* Edificaciones de viviendas y obras sociales de más de cinco plantas de hormigón armado y acero.

**Problemas Profesionales que CONOCE:**

* Las tendencias contemporáneas reconocidas a través de las investigaciones y trabajos científico - técnicos en las áreas del conocimiento relacionadas con proyectos de construcción, en cuanto a:
* Tipologías de estructuras especiales: estructuras laminares, estéreo-celosías, puentes, edificios altos y torres.

**OBJETIVOS GENERALES DE LA CARRERA**

* Analizar, **diseñar**, planificar, ejecutar, dirigir y conservar obras civiles (**estructurales** y viales) declaradas en el nivel Resuelve.

**2.1.2 MAESTRÍA DE ESTRUCTURAS**

**OBJETIVO GENERAL**.

Contribuir a la formación de un profesional que intervenga protagónicamente en la elevación de la calidad, racionalidad y eficacia del análisis y diseño estructural de edificaciones utilizando los instrumentos que brindan a este las matemáticas superiores y la computación.

**OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

* Solucionar problemas de diseño estructural con el empleo de hormigón armado y pretensado, estructuras metálicas y otros materiales compuestos con enfoques de racionalidad y economía y siguiendo teorías de avanzada.

**2.2 Definición de los objetivos generales, específicos y conocimientos a adquirir en las distintas asignaturas a fines al diseño estructural.**

Partiendo de los problemas anteriormente definidos en el apartado 2.1 se desglosan los objetivos generales y específicos, así como los conocimientos y habilidades a desarrollar por los alumnos, información extraída del Plan E para las asignaturas de pregrado:

**2.1 HORMIGÓN ARMADO:**

**2.1.1 Objetivos generales:**

* Aplicación de normas de diseño estructural.
* Diseño y revisión de elementos estructurales de edificaciones, estructuras de contención, vías férreas y pavimentos.
* Representación gráfica de las soluciones técnicas que se ofrezcan, respetando el código de comunicación por medio de esquemas, gráficos, planos, etc.
* Elaboración de memorias descriptivas e informes técnicos.
* Revisar el diseño estructural de elementos estructurales.
* Aplicar herramientas informáticas de análisis y diseño.
* Desarrollar algoritmos de procedimientos de diseño de ingeniería mediante el empleo de paquetes utilitarios y asistentes matemáticos existentes para estos fines.

**2.1.2 Objetivos específicos:**

1. Conocer las propiedades físico mecánicas del hormigón y del acero estructural, y cómo estas se modifican o complementan en el trabajo conjunto hormigón-acero.
2. Obtener las curvas de comportamiento de elementos estructurales de hormigón armado y sometidos a solicitaciones normales de tracción, compresión y flexión simple, para de ellas derivar las hipótesis básicas que presuponen los modelos de diseño.
3. Aplicar las ecuaciones de campo (equilibrio, de compatibilidad de deformaciones y las ecuaciones físicas o constitutivas del hormigón y el acero), como invariantes del proceso de cálculo de secciones sometidas a solicitaciones normales y tangenciales.
4. Verificar los estados límites de servicio en elementos de hormigón armado, para decidir su efectiva serviciabilidad.
5. Aplicar las disposiciones en el diseño y construcción de los elementos estructurales de hormigón armado.
6. Representar gráficamente e interpretar los planos de estructuras de hormigón armado.
7. Reconocer las debilidades y fortalezas de los sistemas estructurales verticales y horizontales que se requieren durante la estructuración de una edificación.
8. Cuantificar las diferentes acciones o cargas que pueden actuar sobre las estructuras, haciendo especial énfasis en las cargas ecológicas de viento, sismo, tráfico y variación de temperatura.

**2.1.3 Conocimientos (contenidos)**

* *El hormigón Estructural. Propiedades y uso*. Propiedades del hormigón y el acero de refuerzo. Propiedades del hormigón estructural. Cambios volumétricos dependiente del tiempo. Desarrollo histórico del hormigón y el hormigón armado como materiales estructurales.
* *Comportamiento de los elementos estructurales.* Principios de cálculo. Criterios de fallos. Hipótesis derivadas del comportamiento.
* *La seguridad estructural*. Criterios diversos de la seguridad. Factores de incertidumbre. Métodos para medir la seguridad. Método de los estados límites. Principios generales. Valores característicos y de cálculo. Solicitaciones. Combinaciones pésimas o críticas. Bases de cálculo.
* *Flexión simple.* Hipótesis. Diagrama de dominios. Formas de fallos. Coeficiente reductor de la capacidad resistente. Ecuaciones de compatibilidad de las deformaciones en cada dominio. La viga de hormigón armado. Conceptos básicos. Ecuaciones de Equilibrio para la sección rectangular Estudio del fallo balanceado. Estudio del fallo en tracción controlada. Flexión simple en secciones rectangulares y T con y sin refuerzo en la zona comprimida: diseño y revisión. Cuantías mínimas.
* *Esfuerzo cortante.* Análisis de la etapa elástica. Comportamiento de un elemento de hormigón sin refuerzo en el alma. Comportamiento de un elemento de hormigón con refuerzo en el alma. Formas de fallos. Resistencia del hormigón a la fuerza cortante. Resistencia de la armadura. Cálculo de la armadura transversal. Especificaciones y recomendaciones. Cuantías mínimas. Disposiciones constructivas.
* *Torsión.* Comportamiento de secciones de hormigón armado a torsión. Resistencia del hormigón y el acero a esfuerzos tangenciales de Torsión. Cuantías mínimas. Disposiciones constructivas.
* *Estados Límites de Utilización.* Análisis elástico de vigas. La fisuración en hormigón armado. Tipos de fisuras. Factores que influyen en la fisuración. Modelo para la verificación del estado límite de fisuración a partir de la separación libre entre barras. La deformación lineal en hormigón armado. Generalidades sobre el cálculo de flechas. Casos en los que es necesario comprobar las deformaciones. Evaluación de la rigidez a partir de la inercia efectiva. Cálculo de flechas en elementos de hormigón armado sometidos a flexión bajo cargas de Corta y Larga duración.
* *Disposiciones Constructivas.* Separación y recubrimiento de las barras. Grupo de barras en contacto. Mecanismo de transferencia de la adherencia. Longitud de anclaje. Anclajes con ganchos. Cortes de barras y longitud de anclaje para elementos en flexión. Cálculo de los puntos de corte de las barras. Empalmes de barras de refuerzo. Especificaciones y recomendaciones de proyecto y construcción. Representación e interpretación de planos.
* *Flexión Combinada.* La columna de hormigón armado. Generalidades. Diagrama de Interacción para columnas de hormigón con refuerzo simétrico. Esbeltez en flexo-compresión. Contribuciones del acero y el hormigón a la resistencia de la columna. La Flexo Compresión en secciones rectangulares. Fórmulas generales de equilibrio. Flexo-compresión en secciones rectangulares con refuerzo simétrico y asimétrico. Metodología analítica para el diseño de secciones rectangulares con refuerzo cercano a los bordes. Columnas cargadas biaxialmente. Generalidades. Análisis y diseño de secciones rectangulares sometidas a Flexo-tracción. Cuantías mínimas. Disposiciones constructivas.
* *Losas.* Generalidades. Formas de trabajo de las losas: en una y dos direcciones. Estudio de las losas en dos direcciones. Análisis elástico de losas. Resistencia a cortante de losas en dos direcciones. Métodos para el cálculo de las solicitaciones en losas en dos direcciones. Método de Diseño Directo. Método del Pórtico equivalente. Diseño de refuerzo. Flechas en losas. Disposiciones constructivas.
* *Escaleras.* Función y características de las escaleras. Tipos. Comportamiento estructural. Revisión y diseño de escaleras simples. Disposiciones constructivas.
* *Depósitos cilíndricos y rectangulares apoyados en el suelo*. Clasificación. Usos. Diseño estructural. Disposiciones constructivas.

**2.1.4 Habilidades principales a dominar**

* Cálculo y dimensionamiento de estructuras.
* Trabajo en grupos multidisciplinarios para ofrecer soluciones integrales a los problemas de ingeniería civil.
* Representación gráfica de soluciones estructurales.
* Modelación de sistemas estructurales.
* Concepción de sistemas estructurales descritos en el Modelo del Profesional.
* Aplicación, como invariantes de los procesos de cálculo, de las ecuaciones de equilibrio, físicas y de compatibilidad de deformaciones para el diseño y revisión de secciones de hormigón estructural sometidas a solicitaciones normales y tangenciales.
* Obtención de los gráficos de comportamiento de secciones con tipologías más complejas a la rectangular, aplicando las ecuaciones de equilibrio, de compatibilidad y constitutivas de los materiales.
* Diseño del refuerzo longitudinal de piezas de hormigón armado sometidas a solicitaciones normales de flexión recta, cuando se trata de secciones transversales de tipología rectangular o T.
* Diseño del refuerzo transversal y longitudinal de piezas de hormigón armado sometidas a solicitaciones tangenciales de corte y/o torsión.
* Verificación de los estados límites de servicio de piezas de hormigón armado diseñadas para las condiciones límites de resistencia.
* Disposición correcta del refuerzo longitudinal y transversal calculado de manera que se satisfagan las exigencias de los reglamentos normativos, y a la vez las recomendaciones de proyecto y construcción.
* Diseño del refuerzo principal de piezas de hormigón armado sometidas a solicitaciones normales de flexión combinada (flexo compresión recta y flexo tracción recta), cuando se trata de secciones transversales de tipología rectangular.
* Diseño de losas de hormigón armado cuya planta o condiciones de apoyo la hagan trabajar en dos direcciones, de manera que se cumplan las exigencias de refuerzo mínimo.
* Empleo de las normas de cálculo estructural vigentes en Cuba para el diseño y revisión de elementos de hormigón armado y sometidos a diferentes solicitaciones, distinguiendo las prescripciones que tales reglamentos establecen para los estados límites de resistencia y de servicio.

**2.2 Estructuras de hormigón y mampostería**

**2.2.1 Objetivos generales**

* Aplicación de normas de diseño estructural.
* Diseño y revisión de elementos estructurales de edificaciones.
* Representación gráfica de las soluciones técnicas que se ofrezcan, respetando el código de comunicación por medio de esquemas, gráficos, planos, etc.
* Elaboración de memorias descriptivas e informes técnicos.
* Revisar el diseño estructural de elementos estructurales.
* Aplicar herramientas informáticas de análisis y diseño.
* Desarrollar algoritmos de procedimientos de diseño de ingeniería mediante el empleo de paquetes utilitarios y asistentes matemáticos existentes para estos fines.

**2.2.2 Objetivos específicos**

1. Aplicar las ecuaciones de campo (equilibrio, de compatibilidad de deformaciones y las ecuaciones físicas o constitutivas del hormigón y el acero), como invariantes del proceso de cálculo de secciones sometidas a solicitaciones normales y tangenciales.
2. Verificar los estados límites de servicio en elementos de hormigón armado, metálicos y el suelo como material de soporte para decidir su efectiva serviciabilidad.
3. Aplicar las disposiciones en el diseño y construcción de los elementos estructurales de hormigón armado y mampostería.
4. Representar gráficamente e interpretar los planos de estructuras de hormigón armado y mampostería
5. Reconocer las debilidades y fortalezas de los sistemas estructurales verticales y horizontales que se requieren durante la estructuración de una edificación.
6. Cuantificar las diferentes acciones o cargas que pueden actuar sobre las estructuras, haciendo especial énfasis en las cargas ecológicas de viento, sismo, tráfico y variación de temperatura.
7. Aplicar las ventajas de la fluencia plástica del hormigón y aprovechar su reserva en la redistribución plástica que puede realizarse durante el cálculo de estructuras construidas con este material.
8. Diseñar y revisar muros de mampostería, simples, macizados y reforzados, ante la acción de solicitaciones normales.
9. Describir el comportamiento estructural de escaleras y depósitos cilíndricos y rectangulares apoyados en el suelo.

**2.2.3 Conocimientos (contenidos)**

* ***La estructura real y su modelo para el análisis.*** El proyecto estructural y su relación con otras especialidades. La construcción in situ y la prefabricada. Estado del arte en ambas variantes. Obtención constructiva de diferentes tipos de uniones.
* ***Las cargas*.** Tecnológicas, reológicas y de ejecución.
* ***La fluencia plástica en el hormigón armado.*** Ventajas y limitaciones de la redistribución de tensiones. La articulación plástica. Vigas continuas. Esquemas de Análisis. La redistribución plástica en estructuras continúas de hormigón armado. El Método de los Coeficientes Redistribuidos. Determinación de las solicitaciones de Servicio y de Diseño (momentos y cortantes). Obtención de los gráficos Envolventes.
* ***El edificio industrial y el no industrial***. Sus semejanzas y diferencias. Relación entre la solución estructural y la tecnología. Los elementos estructurales del edificio industrial. La losa de cubierta ligera y pesada. Diferentes tipos. El elemento principal de cubierta: Viga, armadura, y arco. El elemento soporte: La columna principal y el muro. La columna de viento. La viga soporte del puente-grúa. El elemento de arriostramiento horizontal y vertical. La junta: de retracción de dilatación, de construcción y de asentamiento. Nociones de diseño de tímpanos y entrepisos como disco rígido en edificios no industriales.
* ***Estructuras de mampostería.*** Resistencia de un muro. Esbeltez. Caso de carga concentrada. Rigidez de un muro: flexión y cortante. Mampostería simple, macizada y reforzada. Mampostería confinada.

**2.2.4 Habilidades principales a dominar**

* Cálculo y dimensionamiento de estructuras.
* Trabajo en grupos multidisciplinarios para ofrecer soluciones integrales a los problemas de ingeniería civil.
* Representación gráfica de soluciones estructurales.
* Modelación de sistemas estructurales.
* Concepción de sistemas estructurales descritos en el Modelo del Profesional.
* Diseño del refuerzo longitudinal de piezas de hormigón armado sometidas a solicitaciones normales de flexión recta, cuando se trata de secciones transversales de tipología rectangular o T.
* Diseño del refuerzo transversal y longitudinal de piezas de hormigón armado sometidas a solicitaciones tangenciales de corte y/o torsión.
* Verificación de los estados límites de servicio de piezas de hormigón armado diseñadas para las condiciones límites de resistencia.
* Disposición correcta del refuerzo longitudinal y transversal calculado de manera que se satisfagan las exigencias de los reglamentos normativos, y a la vez las recomendaciones de proyecto y construcción.
* Diseño del refuerzo principal de piezas de hormigón armado sometidas a solicitaciones normales de flexión combinada (flexo compresión recta y flexo tracción recta), cuando se trata de secciones transversales de tipología rectangular.
* Empleo de las normas de cálculo estructural vigentes en Cuba para el diseño y revisión de elementos de hormigón armado y sometidos a diferentes solicitaciones, distinguiendo las prescripciones que tales reglamentos establecen para los estados límites de resistencia y de servicio.
* Diseño, tanto con método elástico como plástico, de los pórticos que conforman las naves industriales de una planta, así como de las uniones entre los diferentes elementos que componen un pórtico simple.
* Obtención de las envolventes de las solicitaciones actuantes para las condiciones pésimas de carga tanto en la superestructura como en la subestructura de acuerdo a los métodos más avanzados de cálculo aplicando herramientas computacionales.
* Realización de redistribuciones plásticas en elementos continuos de hormigón.
* Diseño de muros de mampostería, simples y reforzados, ante la acción de solicitaciones normales y de flexión.

**2.3 Perfeccionamiento de las guías metodológicas para el desarrollo de las tareas extraclases de las distintas asignaturas a fines al diseño estructural**

En las distintas asignaturas a fines al diseño estructural de elementos de hormigón se desarrollan tareas extraclases, cada una de ellas acorde al cumplimiento de los objetivos generales y específicos anteriormente señalados y que buscan el desarrollo de las habilidades a adquirir por los estudiantes y la consolidación de los principales conocimientos referentes al diseño que deben dominar los futuros ingenieros civiles para poder dar solución a los principales problemas profesionales señalados en el apartado 2.1.

El desarrollo de dichas tareas por parte de los estudiantes de pregrado, demuestran la necesidad de realizar el perfeccionamiento de las mismas debido fundamentalmente a que los resultados alcanzados no son del todo satisfactorios, dicho perfeccionamiento va enfocado fundamentalmente a erradicar la deficiencia siguiente:

* Las guías metodológicas y los materiales auxiliares que disponen para el desarrollo de las tareas, estructuradas en tres talleres, si orientan al estudiante para garantizar el cumplimiento del objetivo para el cual fueron diseñadas, pero no especifican el procedimiento a seguir para darle solución de manera correcta a cada uno de los problemas con el desarrollo de los talleres, lo que hace necesario un proceso de perfeccionamiento de dicha guía y materiales auxiliares , en el cual se esclarezcan los pasos a seguir y se brinden a los estudiantes los recursos necesarios para elaborar de manera exitosa las tareas correspondientes de cada asignatura.

Los materiales auxiliares de los que se disponían eran las plantillas (hojas de cálculo de Mathcad) contenidas en el Sitio Web “Diseño Estructural”, y presentaciones en PowerPoint, actualmente se desarrollan cinco trabajos de diplomas cuyo objetivo fundamental es culminar el proceso de perfeccionamiento de dichas tareas para obtener guías y materiales que superen los existentes , para ello se realizan tutoriales como medios didácticos que sirvan para el esclarecimiento de los procedimientos y consolidación de los conocimientos.

**3. Resultados y discusión**

El uso de estas hojas como medio de enseñanza en el proceso de enseñanza aprendizaje ha permitido la recopilación de experiencias positivas en la solución por parte de los alumnos de las tareas extraclases: “Diseño de las comunas del primer y segundo nivel de un pórtico plano” y “Diseño de una losa plana en dos direcciones”, en la asignatura Hormigón Estructural II que se imparte en el tercer año de la carrera.

En el desarrollo de la tarea: “Diseño de las comunas del primer y segundo nivel de un pórtico plano” los estudiantes bajo la orientación y guía del profesor diseñan las columnas de un pórtico interior de una edificación de cinco niveles de altura y cuatro intercolumnios mediante la realización de tres talleres, realizando en una etapa inicial la modelación de los materiales, las cargas y la geometría de las secciones, posteriormente en el otro taller usando el software profesional SAP2000 crean dos modelos de la edificación uno correspondiente al análisis de primer orden y el otro al análisis PΔ, haciendo un análisis comparativo de los resultados obtenidos, enfatizando en las causas que provocan el efecto de pandeo y su comportamiento respecto al aumento o disminución de las cargas de viento extremo. Finalmente, en el último taller con las solicitaciones obtenidas para las distintas combinaciones de carga, en el software profesional y empleando las hojas de cálculo “Diagrama de Interacción de Secciones Rectangulares con refuerzo simétrico” y “Diagrama de Interacción de Secciones Rectangulares con refuerzo perimetral” seleccionan la combinación pésima con la que posteriormente realizan el diseño empleando la hoja de cálculo de Mathcad: “Diseño a flexo compresión de secciones rectangulares con refuerzo simétrico”.

Se crean un conjunto de tutoriales que demuestran el procedimiento para el cálculo de las cargas y el correcto pre dimensionamiento de los elementos estructurales haciendo énfasis en los documentos a revisar para la correcta comprensión del procedimiento demostrado en los mismos, así como una guía mejor estructurada, para cada taller con la estructura siguiente:

* Contenido.
* Preparación previa
* Documentos a revisar
* Procedimiento a seguir.
* Estructura de la memoria descriptiva a entregar.

De igual modo se desarrolla la tarea extraclases: “Diseño de una losa plana en dos direcciones”, en este caso se emplean las hojas de cálculo: “Diseño de losas en dos direcciones apoyadas sobre vigas” y “Diseño de losas en dos direcciones apoyadas sobre columnas” ambas emplean el método del pórtico equivalente para la obtención de las solicitaciones y posibilitan que los alumnos calculen el peralto, las solicitaciones y obtengan el refuerzo de la losa.

Estas experiencias han permitido que nuestros estudiantes se familiaricen con el uso de estas herramientas computacionales y puedan discernir si el resultado del diseño que arroja el software es absoluto o si pueden buscar una solución más eficiente que se ajuste a nuestras condiciones económicas y normativas vigentes en nuestro país con el empleo de las HC.

Actualmente se emplean en la realización del proyecto integrador de cuarto año un compendio de HC que diseñan los distintos elementos estructurales que conforman las edificaciones: cimientos aislados y corridos, columnas, vigas y losas, exigiendo a los estudiantes que realicen la modelación de las estructuras y el diseño empleando un software profesional ya sea STAAD. Pro 2006, o SAP2000 o SAFE y que posteriormente con las solicitaciones obtenidas para los distintos elementos realicen el diseño usando las HC para arribar a conclusiones en cuanto a la eficiencia y racionalidad de los diseños obtenidos por ambos métodos.

De igual modo en la asignatura Estructuras de Hormigón y Mampostería que se imparte en el cuarto año de la carrera se utilizan dichas hojas para la realización de una tarea extraclases cuya complejidad es muy similar a la del proyecto como forma de preparación previa para garantizar el desarrollo del mismo con la calidad requerida, en este caso la tarea consiste en el diseño de todos los elementos estructurales que conforman una edificación industrial de hormigón armado fundido in situ o empelando elementos prefabricados.

**4. Conclusiones**

* El perfeccionamiento de las guías y materiales auxiliares constituyen un proceso estratégico para lograr un aprendizaje activo y autogestionado por el estudiante, permitiéndoles con el correcto desarrollo de las tareas adquirir y desarrollar las competencias necesarias para insertarse en el mundo profesional de manera más efectiva.
* Las tareas extraclases y proyecto de curso son el escenario propicio para lograr la articulación entre los objetivos generales y específicos, las habilidades y conocimientos a adquirir esto implica la elaboración rigurosa de las guías metodológicas y materiales auxiliares de las mismas, que permite configurar un proceso de enseñanza aprendizaje innovador en la Educación Superior centrado en el correcto uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).
* Al realizar una comparación de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes en cursos anteriores en los cuales no se empelaban estas ayudas de cálculo electrónicas, se observa un salto en cuanto a la calidad de la preparación de los alumnos que se evidencia en las notas obtenidas y en la exposición de estas tareas extraclases y proyectos.
* Los alumnos al concluir las asignaturas exhiben una preparación superior y una facilidad mayor a la hora de integrar vertical y horizontalmente los conocimientos adquiridos en las restantes asignaturas afines al diseño estructural, disponiendo de estas HC para su futura labor como proyectistas estructurales.

**5. Referencias bibliográficas**

American Society of Civil Engineers, 2010. *La visión para la Ingeniería Civil en 2025.* s.l.:s.n.

D´paola Puche, E. H., 2014. Nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería civil: BIM y realidad virtual. p. 28.

Hernández Santana, J. J., 2015. Las ayudas de cálculo en el diseño de hormigón estructural*,* herramientas imprescindibles para el proyectista moderno*.,* Guardalavaca: s.n.

Hernández Santana, J. J. & Caballero Díaz, O., 2012. *Herramientas de avanzada en el diseño estructural.* s.l.:s.n.

Hernández Santana, J. J., Chagoyén Méndez, E. & Caballero Díaz, s.f. Las Hojas de Cálculo en la enseñanza de la disciplina de Hormigón Estructural.

Mayorga Fernández, M. J. & Madrid Vivar, D., 2010. Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior.. *Tendencias pedagógicas,* 1(15).

Menéndez, L., Valdés , V. & Valdés, M., 2001. *Metodología de desarrollo de una aplicación hipermedios. Memorias del X SIE 2001.* UCLV: s.n.

Parametric Technology Corporation, 2006. *Mathcad Software de cálculos de ingeniería.* Massachusetts: s.n.

Parametric Technology Corporation, 2015. *Mathcad 15.0 Upgrade. Feature Comparison Chart,* s.l.: s.n.

1. **Problema profesional:** es un conjunto integrado y definido de exigencias y situaciones inherentes al objeto de trabajo de cada profesión, que posee, como “célula primaria” dentro de su cultura profesional, una identidad, con significado propio, que lo diferencia y distingue de otros conjuntos similares, y que requiere para su solución de una acción diferenciada y específica de miembros de esa comunidad profesional. [↑](#footnote-ref-1)