

DESARROLLO DEL SOFTWARE COLFLEX

Donini, Hugo Juan^a; Belcaro, Franco^b

^a Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, hugo.donini@gmail.com

^a Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, francobelcaro@hotmail.com

Palabras clave: software, columnas, hormigón armado

RESUMEN

El presente artículo busca difundir el trabajo llevado a cabo para desarrollar el software ColFlex para el cálculo de armaduras de columnas de pórticos de hormigón armado según el Reglamento CIRSOC 201-05. El software ColFlex es parte de un proyecto de investigación de varios años de duración que inició con el desarrollo de diagramas de interacción a flexión compuesta recta y oblicua en condiciones últimas, que resulta capaz de calcular las armaduras para columnas sometidas a estos esfuerzos. Asimismo, desarrolla los cálculos y verificaciones de longitudes de anclaje y empalme, genera la exportación de los resultados a procesador de texto, el detalle y despiece de armaduras en planilla de cálculo, y la representación en vista, cortes y despieces con formato .dxf, validando condiciones geométricas, estructurales y las solicitudes ingresadas por el/la usuario/a.

ABSTRACT

This article seeks to disseminate the work carried out to develop the ColFlex software for calculating reinforcement in reinforced concrete frame columns according to the CIRSOC 201-05 Regulations. The ColFlex software is part of a multi-year research project that began with the development of interaction diagrams for straight and oblique combined bending under ultimate conditions. This software is capable of calculating the reinforcement for columns subjected to these stresses. It also performs calculations and verifications of anchorage and splice lengths, exports the results to a word processor, generates reinforcement details and layouts in a spreadsheet, and provides views, sections, and layouts in .dxf format, validating geometric and structural conditions and the loads entered by the user.

A partir de investigaciones y publicaciones desarrolladas en el período 2021-2023 (Donini, H. y Orler, R., 2022 y 2024) se obtuvieron 1044 diagramas de interacción a flexión compuesta oblicua y 252 diagramas a flexión compuesta recta en condición nominal y última. Los diagramas de flexión compuesta recta se verificaron con la publicación SP-17 del ACI 340 y con diagramas según Reglamento 201-05, y en todos los casos se obtuvieron resultados coincidentes. Se adjuntan a modo de referencia, algunos de los nomogramas obtenidos (Figura 1 a Figura 4). A partir de tales desarrollos, se concretó el software ColFlex con la redacción más de 9800 (nueve mil ochocientas) líneas de código en lenguaje Visual Basic.net.

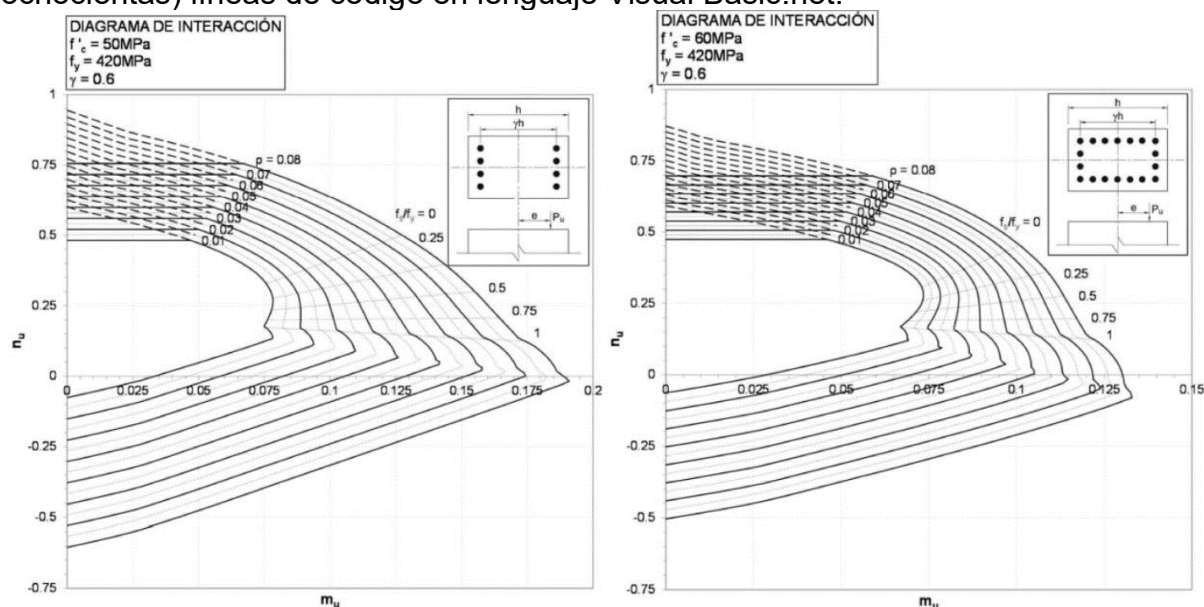


Figura 1: Diagramas de interacción en condición última a flexión compuesta recta de una sección rectangular con armaduras en dos caras, hormigón H-50 y $\gamma = 0,6$ (izq.) y con armaduras en todas las caras, hormigón H-60 y $\gamma = 0,6$ (der.)

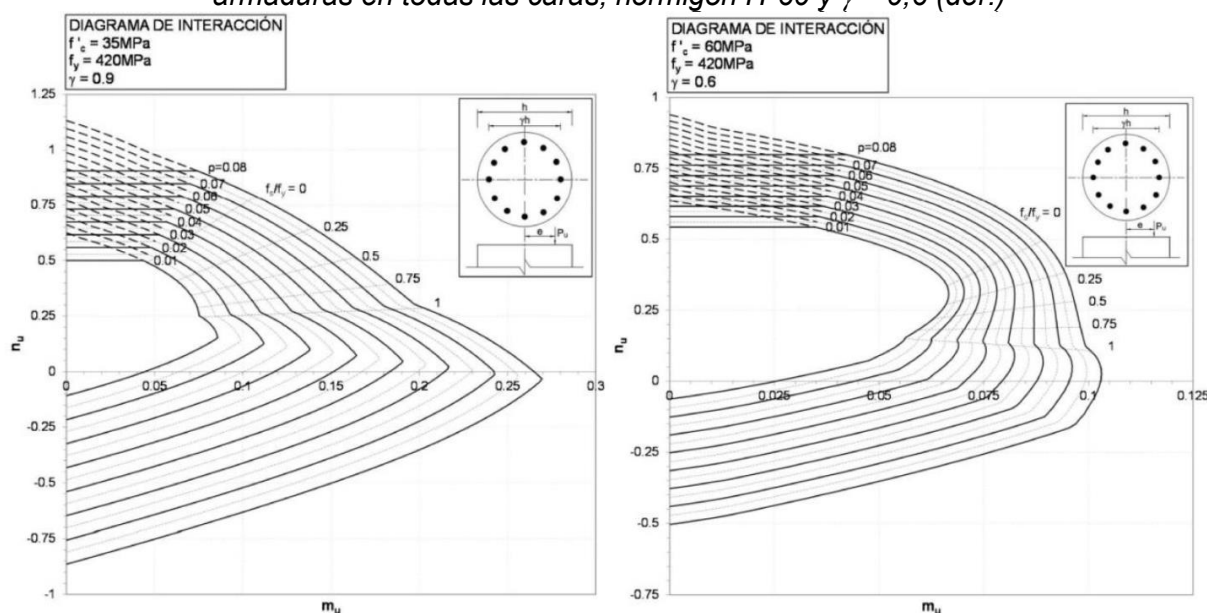


Figura 2: Diagramas de interacción en condición última a flexión compuesta recta de una sección circular simple, hormigón H-35 y $\gamma = 0,9$ (izq.) y de una sección circular zunchada, hormigón H-60 y $\gamma = 0,6$ (der.)

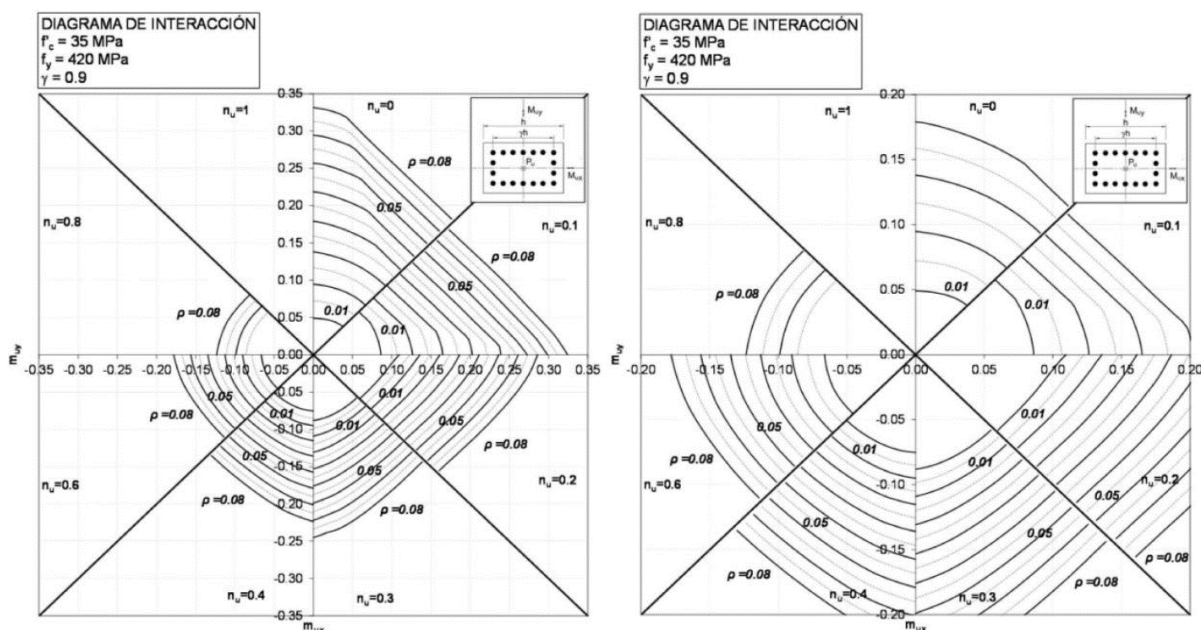


Figura 3: Diagrama de interacción en condición última a flexión compuesta oblicua de una sección rectangular (izq.) y su ampliación (der.), hormigón H-35 y $\gamma = 0,9$

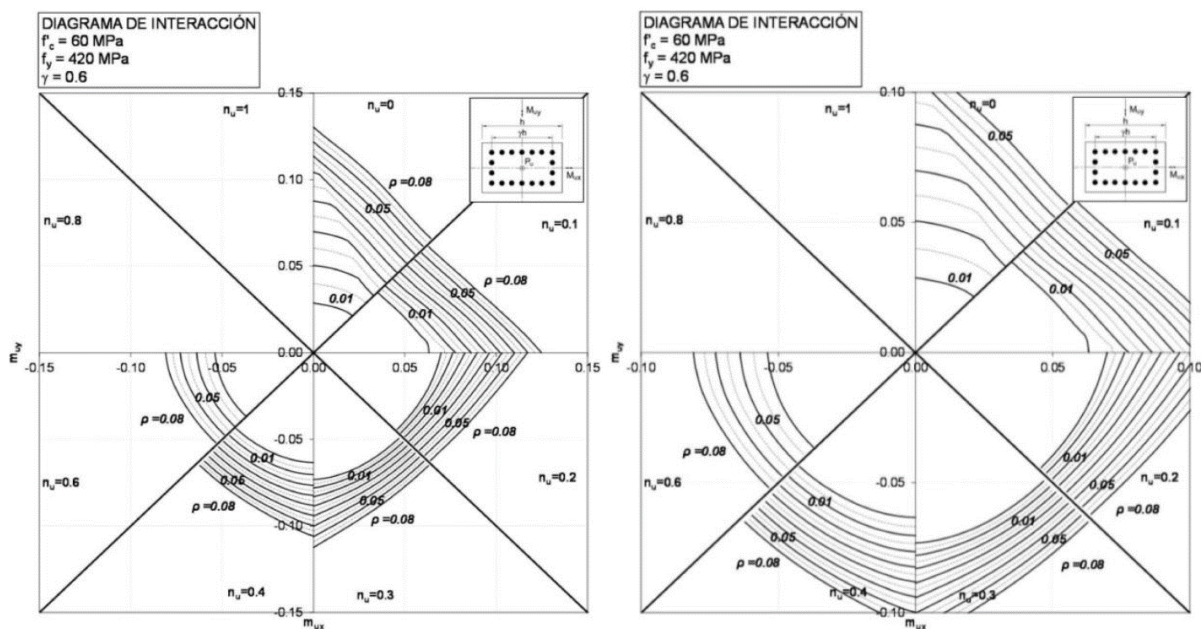


Figura 4: Diagrama de interacción en condición última a flexión compuesta oblicua de una sección rectangular (izq.) y su ampliación (der.), hormigón H-60 y $\gamma = 0,6$

CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE COLFLEX

Requisitos mínimos

El programa ha sido testado en varios equipos con distintas características generacionales de procesadores, capacidad de memoria RAM, entre otros. De dichas evaluaciones se puede concluir que éste resulta versátil a partir de equipos con los siguientes componentes o sus equivalentes.

Organiza:

Requisitos de hardware

- Procesador: Intel i5 segunda generación o posterior.
- Memoria RAM: 4GB o superior.
- Placa de video: Intel HD Graphics 3000 o posterior.

Requisitos de software

- Sistema operativo: Windows 7 y posteriores.
- .NET Framework: 4.5.1.
- Microsoft Office 2016 y posteriores (Microsoft Word, Excel y Access previamente instalados).
- Programa de lectura de archivos .dxf.

ÁREA DE TRABAJO

Pantalla de bienvenida

Cuando se ejecuta ColFlex aparece la pantalla de bienvenida (Figura 5) dando comienzo a la inicialización de variables, el ingreso de datos y la validación de su licencia gratuita con claves exclusivas para cada usuario/a.

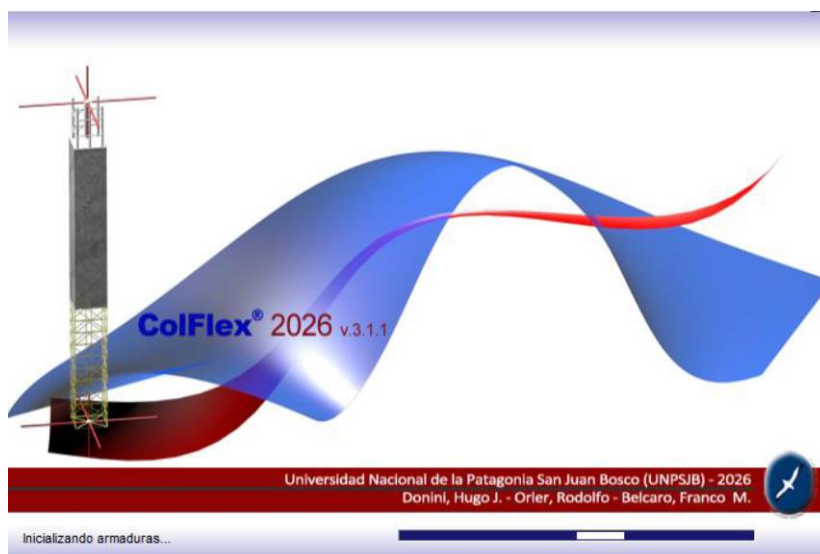


Figura 5: Pantalla de bienvenida del software ColFlex

Introducción al entorno y menú del programa

Como se muestra en la Figura 6 y en la Figura 7, el programa cuenta con un menú organizado en función de las tareas a realizar, desde crear un proyecto nuevo hasta editar, guardar y exportar los cálculos realizados en los formatos correspondientes. Además, ColFlex cuenta con un control de barra de herramientas para el rápido acceso a las tareas relacionadas al diseño de columnas. Su interfaz permite un trabajo guiado y fluido. Los accesos del menú son: Archivo, Ingresar, Calcular, Editar, Formato, Herramientas y Ayuda.

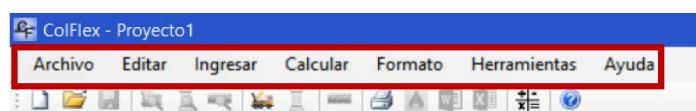


Figura 6: Menú del software

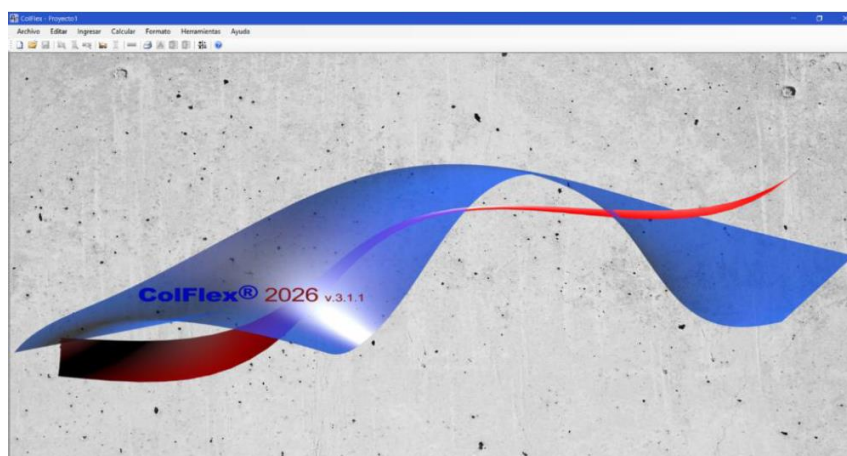


Figura 7: Área de trabajo

Archivo

En el submenú Archivo (Figura 8) se encuentran presentes las opciones:

- Nuevo proyecto: permite la creación de un proyecto nuevo, descartando cualquier cambio realizado anteriormente. Por defecto, en cada inicio del programa, se crea un Proyecto 1. Conforme se crean nuevos proyectos el nombre de éstos se genera en orden secuencial y se reinicia al cerrar el programa.
- Abrir: permite abrir proyectos guardados en disco.
- Guardar y Guardar como...: escriben en disco el diseño de las columnas en cualquier instancia de ingreso de datos.
- Exportar a archivo gráfico: permite hacer capturas de pantalla en cualquier instancia de diseño del programa.
- Exportar en los formatos .docx, .xlsx y .dxf.: lleva a cabo la exportación de los proyectos finalizados a un formato de memoria de cálculo, planillas de armado y/o planos estructurales.
- Salir: opción de salida del programa.

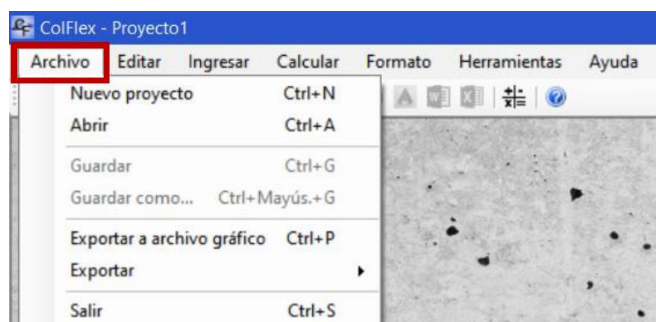


Figura 8: Submenú Archivo

Ingresar

Este submenú permite realizar los primeros ingresos de datos de diseño (Figura 9).

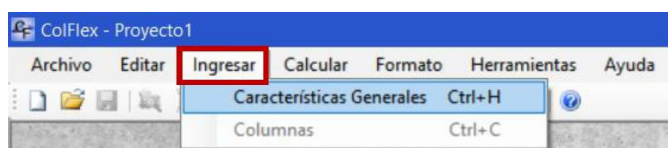


Figura 9: Submenú Ingresar

Los elementos del submenú Ingresar son:

- Características Generales: permite al usuario definir los rasgos más genéricos del proyecto como las características generales de las columnas (calidad del hormigón, tipo de exposición, cantidad de columnas a diseñar, tipo de columna, armadura tentativa, entre otros).
- Columnas: en la selección de esta opción se despliega la ventana correspondiente a la geometría, tipo de esfuerzos, distribución de barras, entre otros presentes en los elementos estructurales bajo análisis.

Calcular

En el submenú Calcular (Figura 10) se muestra la opción de Armaduras. En esta instancia se efectúa un análisis del tipo de flexión a la cual están sometidas las columnas, muestra en pantalla los diagramas correspondientes (flexión compuesta recta u oblicua), realiza el cálculo de las armaduras necesarias, permite al usuario/a elegir como armarlas y finalmente verifica el diseño elegido.

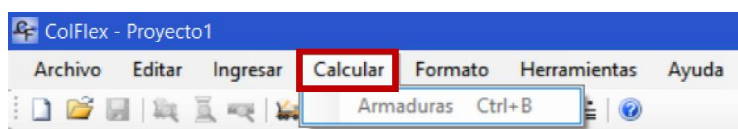


Figura 10: Submenú Calcular

Editar

Conforme se ingresan los datos correspondientes a cada instancia de diseño (Características generales, Columnas, etc.), en el submenú Editar se habilita la posibilidad de modificar cualquier parámetro de entrada elegido por el usuario/a. Cabe destacar que, frente a una modificación existente en los formularios de ingreso precedentes, los sucesivos volverán a valores predeterminados y definidos por el programa por cuestiones de análisis geométrico y/o estructural. En el submenú Editar (Figura 11), se encuentran las siguientes opciones:

- Características Generales.
- Columnas.
- Armaduras.

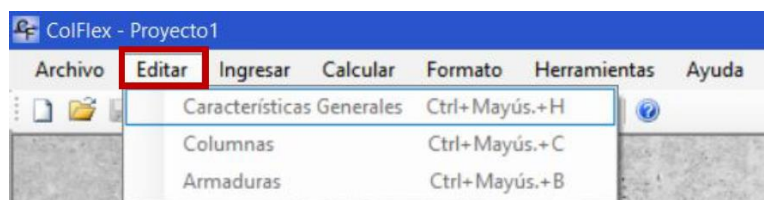


Figura 11: Submenú Editar

Formato

En éste menú se despliegan las opciones vinculadas a la exportación en formato CAD (Figura 12).

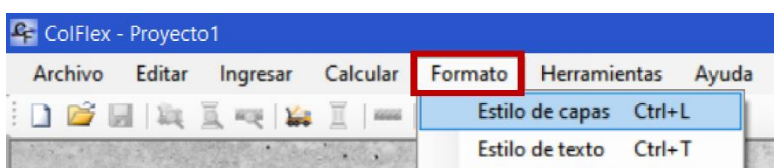


Figura 12: Submenú Formato

- Estilo de capas: permite al usuario/a establecer y/o predeterminar las características

más importantes de las capas (nombre de la capa y su color) que quedarán definidas en los archivos de exportación en formato .dxf.

- Estilo de texto: al elegir esta opción por primera vez, el programa pedirá, al usuario/a, la ubicación de la carpeta Fuentes (Fonts) del software utilizado para abrir los archivos .dxf creados. Esta tarea sólo será solicitada una vez, siempre y cuando el proceso de carga haya finalizado con éxito. Aún así, ColFlex tomará por defecto la fuente predeterminada romans.shx. Los estilos de texto seleccionados, al igual que los de las capas, podrán ser predeterminados por el usuario/a.

Herramientas

Este menú permite acceder a la calculadora del sistema operativo (Figura 13).

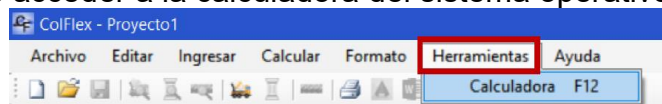


Figura 13: Submenú Herramientas

Ayuda

El submenú ayuda (Figura 14), cuenta con:

Ayuda de ColFlex: inicializa el manual de ayuda relacionada a los alcances del programa, su uso, marco teórico, guía y ejemplo de aplicación.

Acerca de ColFlex: indica la versión, los creadores, clave y registro del producto.

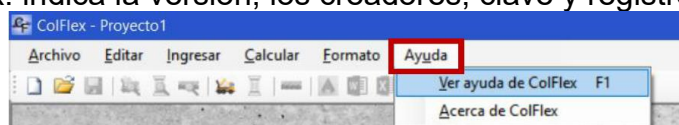


Figura 14: Submenú Ayuda

ToolStrip o barra de herramientas

En la parte inferior del menú se encuentra un Toolstrip (Figura 15) que cuenta con accesos rápidos correspondientes a cada una de las opciones desarrolladas en el software.

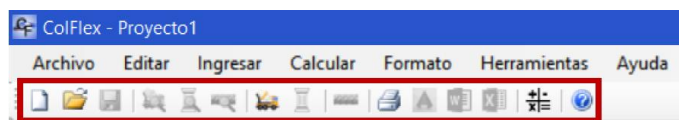


Figura 15: Toolstrip de accesos rápidos

Esta barra herramientas (Figura 16) está dividida de acuerdo a las instancias de diseño correspondientes:

- A: manejo del proyecto (abrir, guardar, nuevo proyecto).
- B: edición de los datos ingresados (características generales, diseño de columnas y armado).
- C: ingreso y cálculo (características generales, diseño de columnas y armado).
- D: opciones de exportación del proyecto.
- E: acceso a la calculadora.

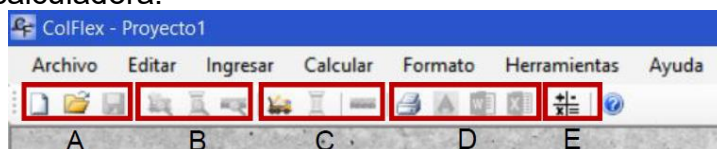


Figura 16: Opciones del Toolstrip

Ejemplo de aplicación (primeros pasos para la creación de un proyecto nuevo)

Para la creación de un proyecto nuevo se selecciona la opción Nuevo proyecto presente en el Menú/Archivo (Figura 17).

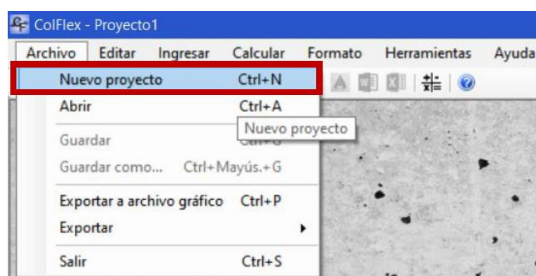


Figura 17: Creación de un proyecto nuevo

Ingresar Características generales

Al crear el proyecto, se deberán elegir las Características generales del mismo. En la Figura 18 se pueden observar los distintos valores de ingreso referentes a:

- Exposición ambiental: clasificación del entorno en el que se ubicará la estructura para determinar las exigencias de durabilidad del hormigón. Esta clasificación, establecida con códigos, define los parámetros de diseño para garantizar que éste mantenga sus propiedades a lo largo del tiempo frente a factores como la carbonatación, la acción de cloruros o el proceso de hielo-deshielo.

Figura 18: Ampliación del formulario de ingreso de Características generales

ColFlex, en su entorno de ingreso, cuenta con dos botones (Exposición ambiental y Resistencias de hormigón según Reglamento CIRSOC 201-05), a partir de los cuales se despliegan dos ventanas flotantes con los contenidos relacionados de acuerdo a lo establecido por el Reglamento CIRSOC 201-05. Se prevé una actualización de las referencias de acuerdo al Reglamento CIRSOC 200-24.

- Calidad del hormigón: establecida a partir de la resistencia del material.

- Calidad del acero: establecida a partir de la resistencia del material.
- Tipo de columna: diseño de columna como medianera izquierda, intermedia o derecha.
- Cantidad de columnas a diseñar: se establecen, como parámetros límites, un mínimo de una columna y un máximo de diez.
- Recubrimiento: fundamental para la durabilidad de la estructura y protección frente a los agentes ambientales.
- Diámetro tentativo de barras longitudinales: diámetro de barras longitudinales a elección en el prediseño del elemento estructural, presente como cuadro combinado desplegable.
- Diámetro tentativo de barras transversales: diámetro de barras transversales a elección en el prediseño del elemento estructural, presente como cuadro combinado desplegable.

Cada una de las variables a ingresar tiene la validación correspondiente, establecida en función de los respectivos parámetros límites asociados. Dicha validación se realiza no sólo en el ingreso individual sino también en la instancia dada al seleccionar el botón Aceptar. En el caso en el que uno o varios datos sean incorrectos, el programa indicará, mediante un símbolo, el o los valores que no son válidos. En el caso particular de cancelar la acción de ingreso, se descartarán los valores previamente asignados en los controles presentes. En relación al grupo de controles denominado Tipo de sucesión y con el fin de permitir una interfaz amigable, el/la usuario/a podrá optar el tipo de columna a diseñar (medianera izquierda, intermedia o derecha) no sólo por medio de la selección del botón de opción correspondiente, sino también al hacer un clic en las imágenes representativas de las mismas. En la Figura 18 se indica el ingreso de dos columnas a modo de ejemplo a desarrollar en el transcurso del presente texto. Al validar y posteriormente ingresar los valores, el programa permitirá acceder tanto al ingreso de las características geométricas de la/s columna/s a diseñar, como de sus esfuerzos y el tipo de distribución de armaduras (Figura 19 y Figura 20).

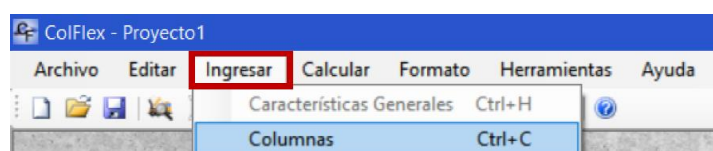


Figura 19: Acceso al ingreso de características específicas de cada columna

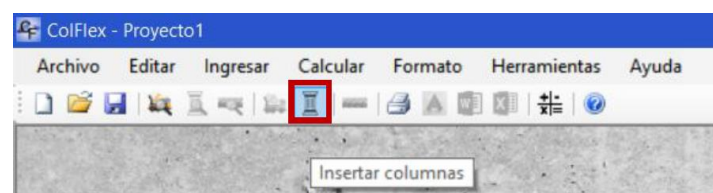


Figura 20: Ingreso de columnas en la barra de herramientas

Guardar proyecto

Una vez ingresadas las características generales deseadas, quedará habilitada la opción de guardado del proyecto en cualquier instancia de diseño.

Ingreso de columnas

Elementos y esquema de entrada en el ingreso de la/s columna/s a dimensionar:

- Características geométricas: contempla no sólo la geometría del elemento estructural (ancho, espesor, etc.) sino también la nomenclatura relacionada con éste, para posteriormente ser utilizada en la exportación de los resultados obtenidos en los formatos anteriormente indicados.
- Esfuerzos: se podrán ingresar esfuerzos de compresión simple, flexión compuesta recta (con o sin carga a compresión) y flexión compuesta oblicua (con o sin carga a compresión). En ésta última instancia, debido al tipo de sollicitación, sólo se permitirá una distribución de armadura en todas las caras de la columna.
- Distribución de armaduras: establecida por el/la usuario/a o, como se indicó previamente, asignada en forma automática, cuando los esfuerzos sean los convenientes.
- Estructura del entorno de ingreso: la ventana de ingreso de columnas (Figura 21), se encuentra agrupada en la selección de las columnas a diseñar (panel A) y los datos correspondientes a las mismas (panel B).

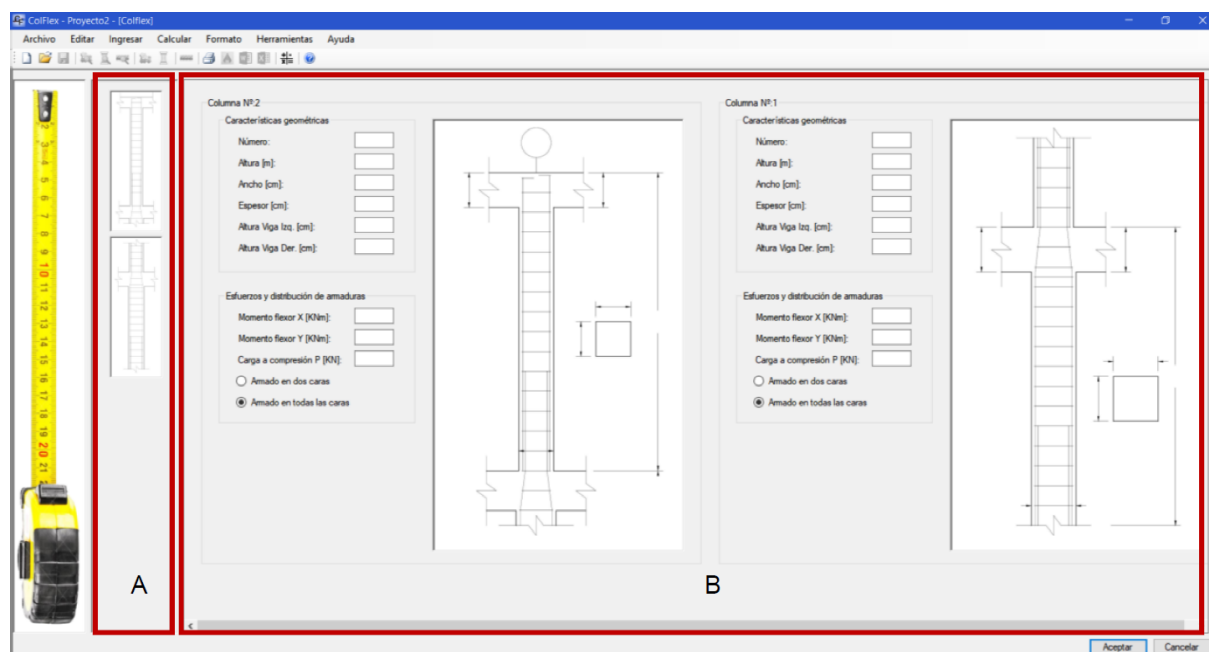


Figura 21: Distribución de la ventana correspondiente al ingreso de columnas

En la figura anterior se observan las opciones de inserción de las características de las columnas y el ingreso de los esfuerzos y distribución de las armaduras. El formulario cuenta con la validación de cada uno de los datos elegidos por el/la usuario/a, ya sea en forma individual como grupal, es decir, verifica los límites de cada parámetro de ingreso como así también la asociación de cada uno de ellos en los elementos a diseñar. (Figura 22, Figura 23, Figura 24 y Figura 25). Para el presente ejemplo se han considerado los valores expuestos en la Figura 22.

Columna Nº:2	Columna Nº:1
Características geométricas	Características geométricas
Número: 200	Número: 100
Altura [m]: 3	Altura [m]: 4
Ancho [cm]: 35	Ancho [cm]: 40
Espesor [cm]: 35	Espesor [cm]: 40
Altura Viga Izq. [cm]: 30	Altura Viga Izq. [cm]: 30
Altura Viga Der. [cm]: 30	Altura Viga Der. [cm]: 30
Esfuerzos y distribución de armaduras	Esfuerzos y distribución de armaduras
Momento flexor X [KNm]: 20	Momento flexor X [KNm]: 245
Momento flexor Y [KNm]: 0	Momento flexor Y [KNm]: 0
Carga a compresión P [KN]: 150	Carga a compresión P [KN]: 840
☒ Armado en dos caras ☐ Armado en todas las caras	☒ Armado en dos caras ☐ Armado en todas las caras

Figura 22: Datos del ejemplo de aplicación

La ventana de ingreso de las columnas cuenta con una actualización de datos en pantalla (Figura 23), esto es, a partir de la asignación y correspondiente validación de los valores geométricos, los mismos son representados, en imagen, en sus respectivas posiciones (actualización de cotas y número de columna en tiempo de ejecución).

Figura 23: Formulario completo del ingreso de las columnas

Como se indicó en párrafos anteriores, al hacer clic en Aceptar, se validará la totalidad de datos (Figura 24 y Figura 25).

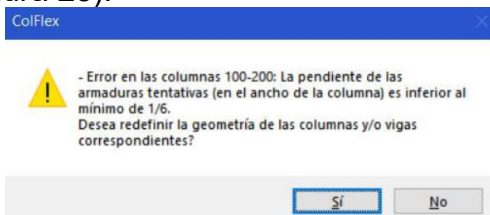


Figura 24: Validación según el Reglamento CIRSOC 201-05

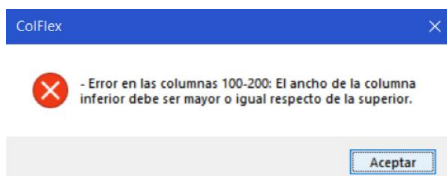


Figura 25: Verificación de compatibilidad geométrica/estructural entre columnas

Calcular armaduras

Al finalizar el diseño geométrico y de solicitación, quedará habilitado el cálculo de armaduras, tanto en el menú como en las herramientas de acceso rápido (Figura 26 y Figura 27).

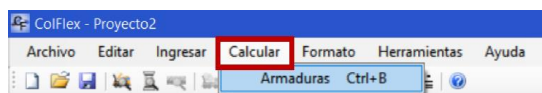


Figura 26: Habilitación en el menú del cálculo de armaduras

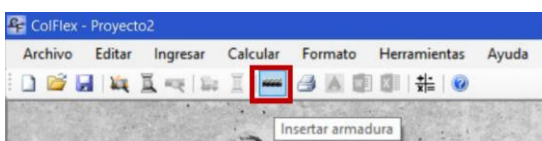


Figura 27: Habilitación del ingreso de armaduras en la barra de accesos rápidos

Seleccionada cualquiera de las opciones de acceso, se mostrará la ventana del armado de columnas (Figura 28). Con el fin de aumentar la rapidez en el diseño, el formulario presenta, a la izquierda, un panel que permite recorrer y seleccionar la columna a dimensionar. Por su parte, a la derecha, se muestran los datos a establecer para proyectar las armaduras necesarias para el correcto funcionamiento del elemento estructural.

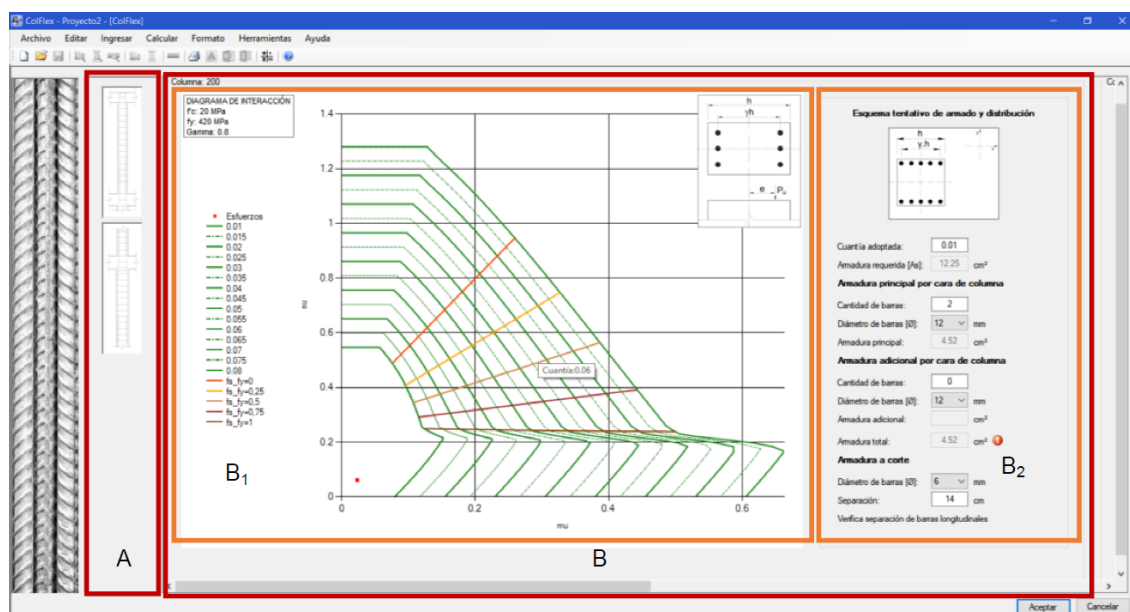


Figura 28: Entorno de la ventana de cálculo de armaduras

Esquema del formulario de Armaduras

- A: panel de navegación y selección de columnas. Éste presenta, de ser necesario,

su barra de desplazamiento y en cada imagen, representativa del elemento, se detalla el nombre con el que se ingresó el mismo en la ventana de diseño de la geometría/esfuerzos.

- B: panel de ingreso de armaduras para cada columna a diseñar. En éste se muestra:
- B₁: área correspondiente al diagrama de interacción, definido por la calidad del hormigón, del acero, entre otros parámetros geométricos. Se indica, además, el tipo de distribución de armaduras y el tipo de flexión a la cual está sometida la columna bajo análisis.
- B₂: panel que presenta la orientación de las armaduras, la cuantía mínima admisible y la armadura requerida. Así mismo, éste permite el ingreso de armaduras longitudinales (principales y/o adicionales), transversales y verifica, según Reglamento CIRSOC 201-05, la separación de cada una de ellas.

A continuación, la Figura 29 y la Figura 30 muestran los valores que por defecto son arrojados en el ejemplo bajo estudio.

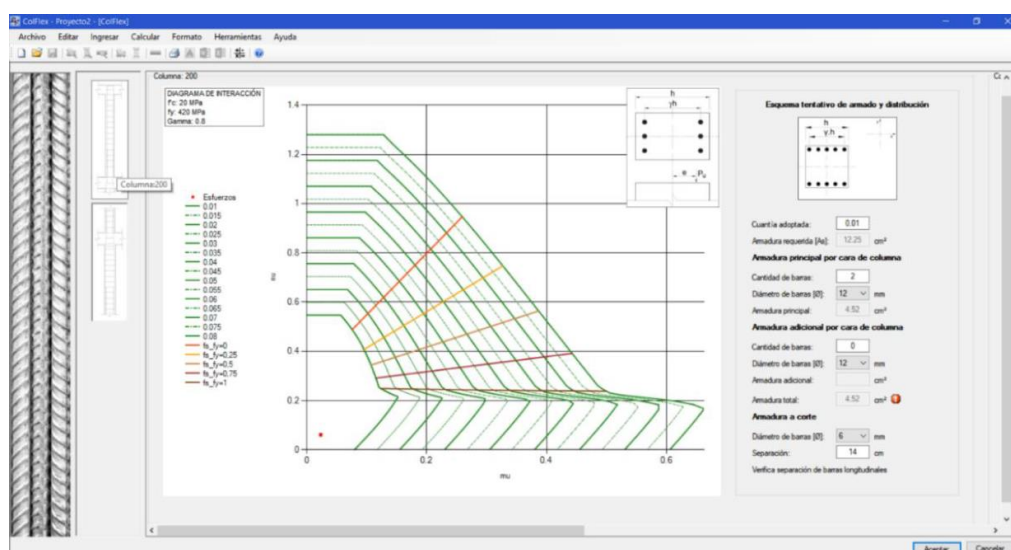


Figura 29: Ventana emergente para el cálculo de armaduras de la columna superior

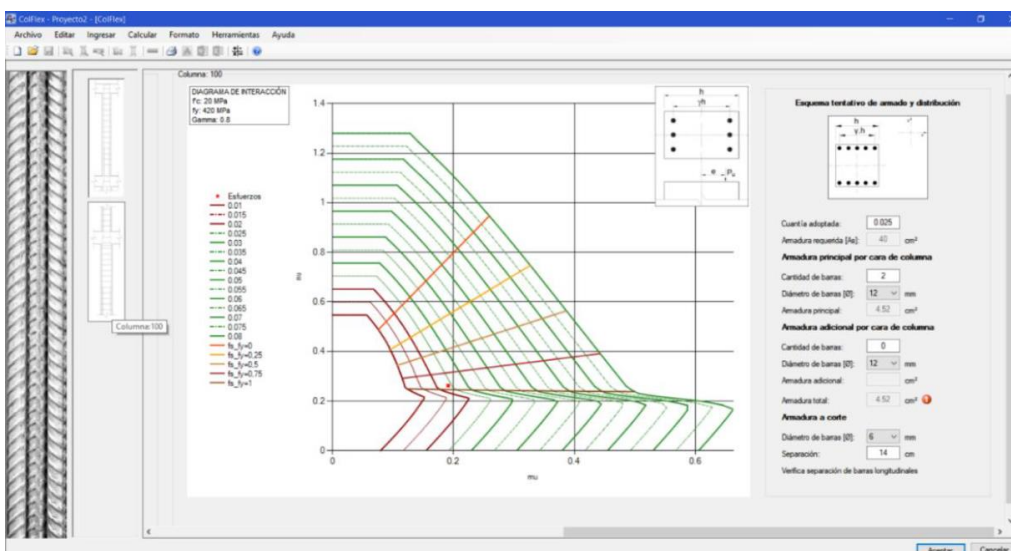


Figura 30: Ventana emergente para el cálculo de armaduras de la columna inferior

En la Figura 30 se pueden observar, en color rojo, las cuantías que no son admisibles en el dimensionamiento del elemento. Planteo del tipo de armado, a flexión compuesta recta, de las columnas presentes en el desarrollo de nuestro ejemplo (Figura 31 y Figura 32).

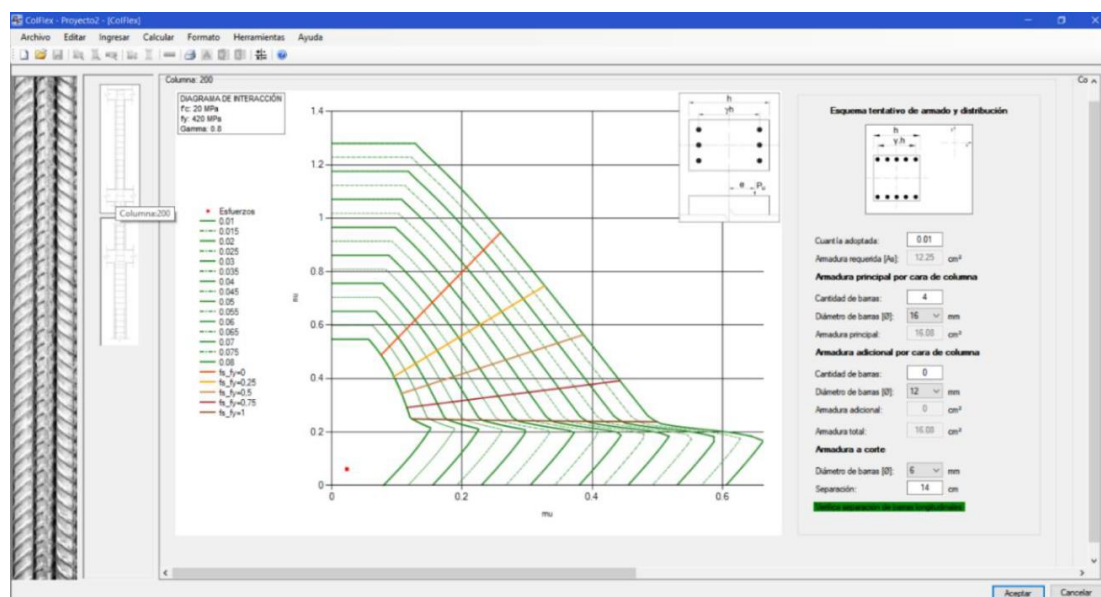


Figura 31: Esquema del tipo de armado de la columna superior

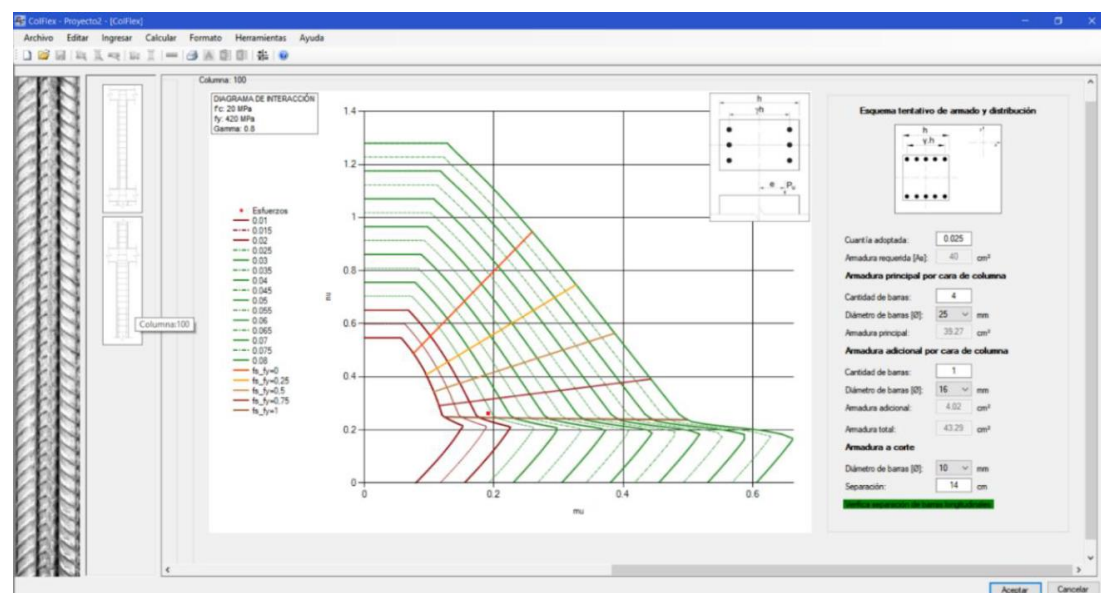


Figura 32: Esquema del tipo de armado de la columna inferior

Como se indicó anteriormente, para el caso bajo estudio, los diagramas presentes corresponden a compuesta recta. Para columnas sometidas a flexión compuesta oblicua, los diagramas se presentan de la forma indicada en la Figura 33.

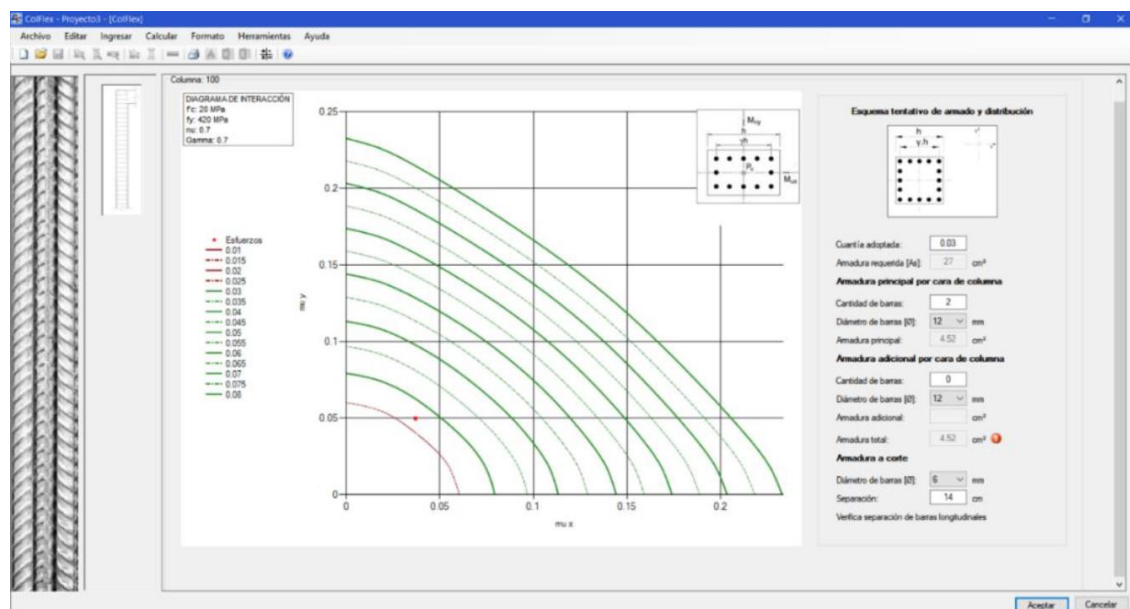


Figura 33: Diagrama de interacción y controles de ingreso para una columna sometida a flexión compuesta oblicua

A partir de los esfuerzos, ColFlex descarta las cuantías que no cumplen con las condiciones mínimas de cálculo y por este motivo no pueden ser elegidas para el dimensionamiento (cuantías indicadas en rojo). Con el fin de mejorar la interfase, el software cuenta con la posibilidad de elegir la cuantía (representadas en color verde) desde la gráfica de los diagramas, cambiando, asimismo el formato del puntero del mouse por uno específico de selección (puntero de mano o simplemente mano). Como se observa en la Figura 34, cada parámetro cuenta con su respectiva validación y un mensaje emergente indicando el error cometido en el ingreso de éste. Además, se verifican tanto las separaciones de las armaduras como su distribución.

Parámetro	Valor (0.01)	Valor (0.025)
Cuantía adoptada	0.01	0.025
Armadura requerida [A _s]	12.25 cm²	40 cm²
Armadura principal por cara de columna		
Cantidad de barras	4	4
Diámetro de barras [Ø]	16 mm	25 mm
Armadura principal	16.08 cm²	39.27 cm²
Armadura adicional por cara de columna		
Cantidad de barras	0	1
Diámetro de barras [Ø]	12 mm	16 mm
Armadura adicional	0 cm²	4.02 cm²
Armadura total	16.08 cm²	43.29 cm²
Armadura a corte		
Diámetro de barras [Ø]	6 mm	10 mm
Separación	14 cm	14 cm

Figura 34: Valores ingresados para el ejemplo de aplicación

Introducidos y validados los valores de armadura solicitados en el formulario, el/la usuario/a deberá hacer clic en Aceptar. En esta instancia se verificará la distribución de las barras existentes en toda la sucesión de columnas del pie del pórtico. Dicha verificación contempla que, tanto la cantidad como los diámetros de barras presentes en las plantas superiores deberán ser iguales o menores a las existentes en plantas inferiores. Asimismo, se comprueba el tipo de armado (en dos caras o en la totalidad de las caras de la columna) que se da en dicha sucesión de elementos. Al validarse los datos, el programa habilitará al/la usuario/a a realizar las exportaciones del proyecto a los formatos .xlsx, .docx y .dxf (Figura 35).

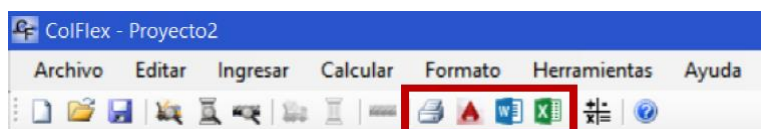


Figura 35: Opciones de exportaciones de la barra de herramientas habilitadas

ELECCIÓN DEL FORMATO DE CAPAS Y TEXTO PARA LA EXPORTACIÓN A FORMATO CAD

Estilo de capas

En esta instancia, como se detalló en Formato, el/la usuario/a podrá editar/predeterminar los nombres y el tipo de color asignado a las capas pertenecientes al archivo de exportación .dxf.

Estilo de fuentes

Al iniciar, por primera vez la ventana de estilo de fuentes, ColFlex pedirá al/la usuario/a la dirección de la carpeta fuentes (Fonts) para que sean cargadas por defecto.

Edición de un proyecto

En cada instancia de finalización del ingreso de los formularios detallados anteriormente, en el menú se irán habilitando al/la usuario/a, la edición de cada uno de ellos.

EXPORTACIÓN DE PROYECTOS

Exportación a formato de procesador de texto

Al seleccionarse la opción, se exporta en formato .docx los datos de ingreso generados por el/la usuario/a, el diagrama de interacción correspondiente para el diseño de las armaduras y dentro del mismo, en color rojo, el punto que representa la combinación de los esfuerzos reducidos que solicitan al elemento estructural. Finalmente se indican el armado longitudinal y transversal de la columna que surgen del programa y que pueden ser modificados y editados por el/la usuario/a.

Exportación a formato de planilla de armaduras

La exportación a planilla de armaduras se realiza en formato .xlsx con una ventana emergente según se señala en la Figura 36.

		ColFlex 2026 v3.1.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
---	--	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Figura 36: Formato de exportación de la planilla de armaduras de las columnas

Exportación a formato de plano estructural

Luego de seleccionar esta opción, se puede realizar la exportación del armado de la columna a formato .dxf (Figura 37).

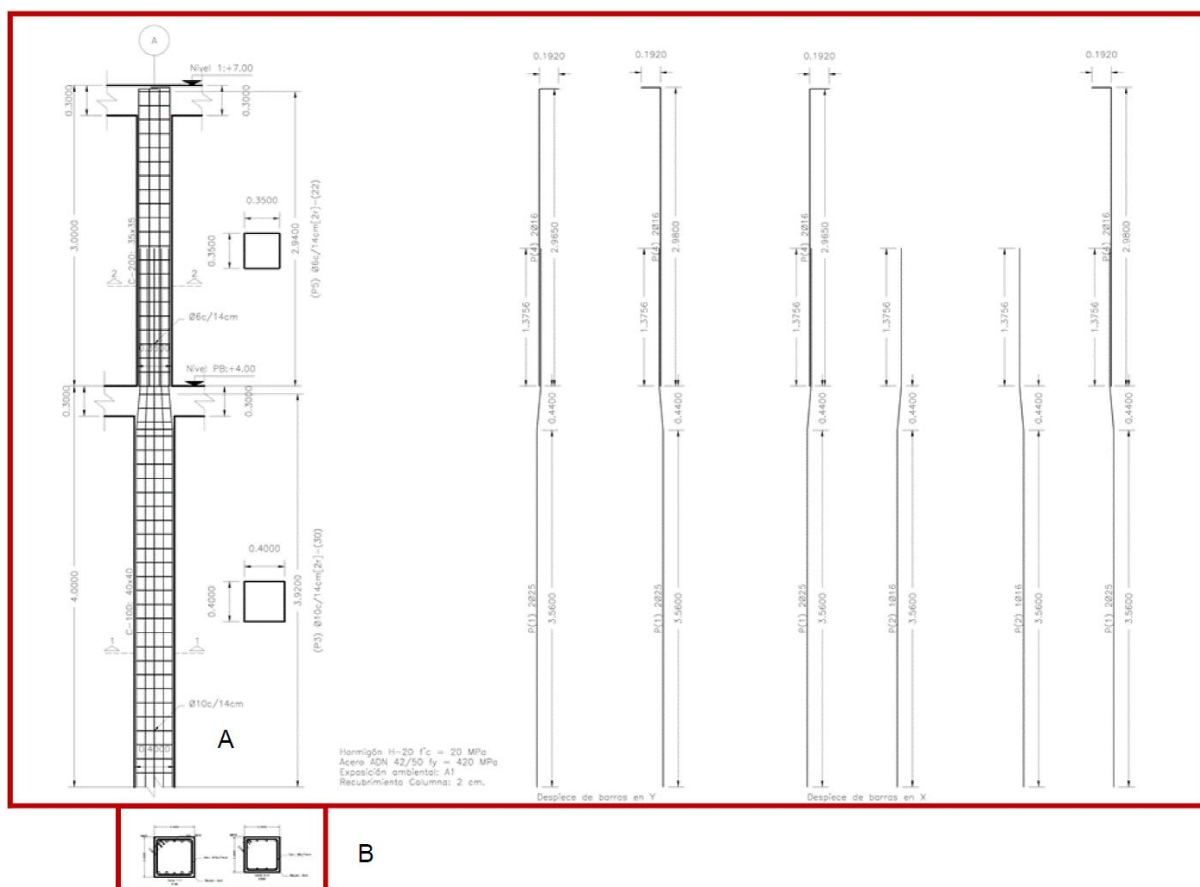


Figura 37: Formato de exportación del plano de armado

Como se muestra en la Figura 37, parte de la exportación (sección A), corresponde al corte longitudinal de la sucesión de columnas, con el correspondiente despiece de barras a la derecha. Por su lado, en la parte inferior (sección B), se presenta el detalle del corte transversal de cada elemento estructural diseñado (Figura 38).

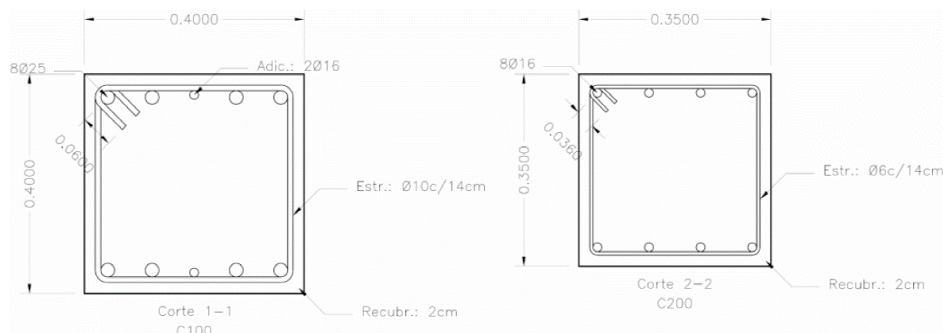


Figura 38: Sección transversal de las columnas analizadas

ACTIVIDADES EN DESARROLLO

En la actualidad se encuentra en elaboración un módulo de verificación de armado de columnas a flexión compuesta recta y oblicua con un nuevo menú de herramientas provisto de cintas de opciones, la representación tridimensional de los diagramas resistentes de las columnas a flexión compuesta oblicua y de los mapas de M_u y N_u (Figura 39 a Figura 42).

Figura 39: Ingreso de datos de la columna a verificar

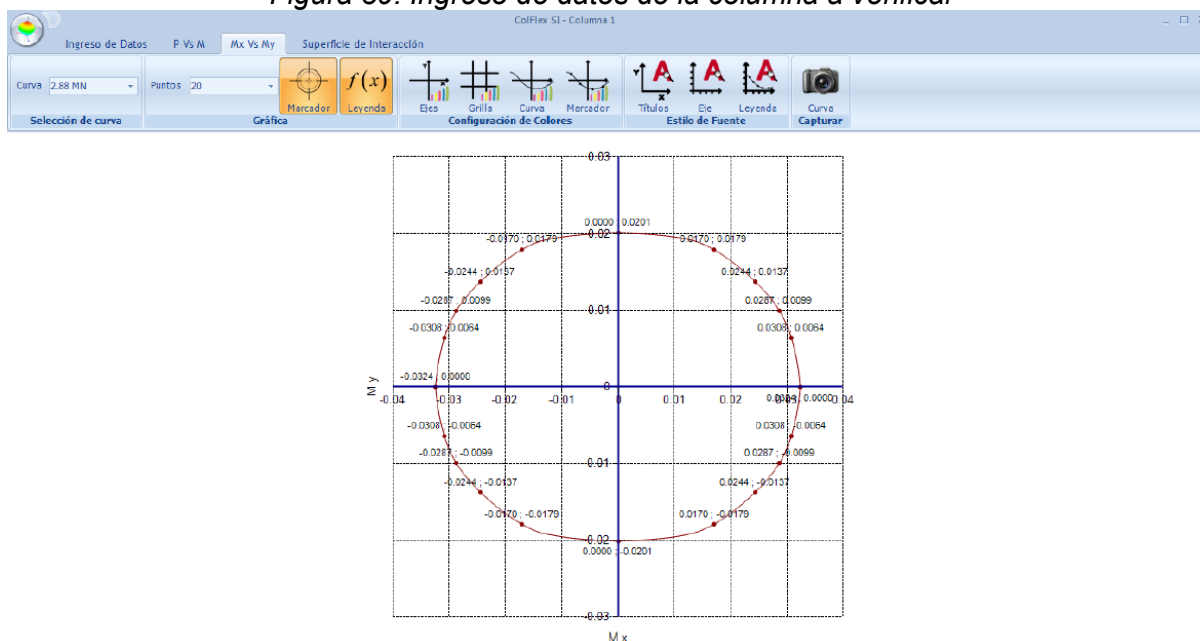


Figura 40: Curvas de interacción M_x y M_y

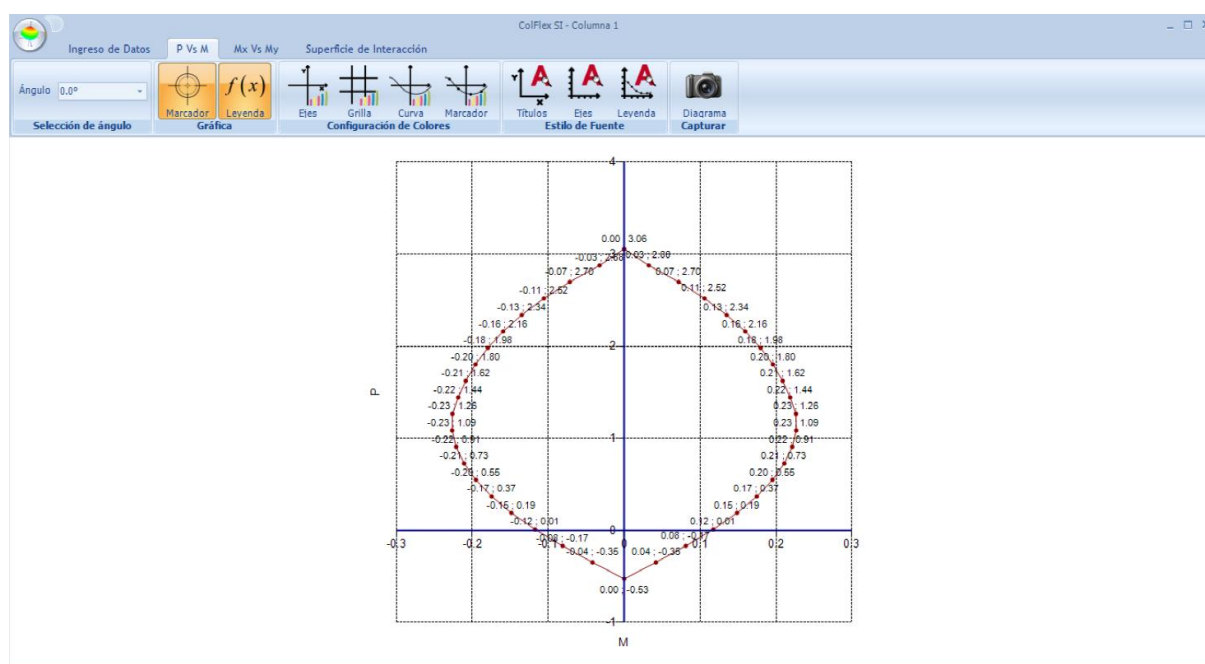


Figura 41: Curvas de interacción P y M

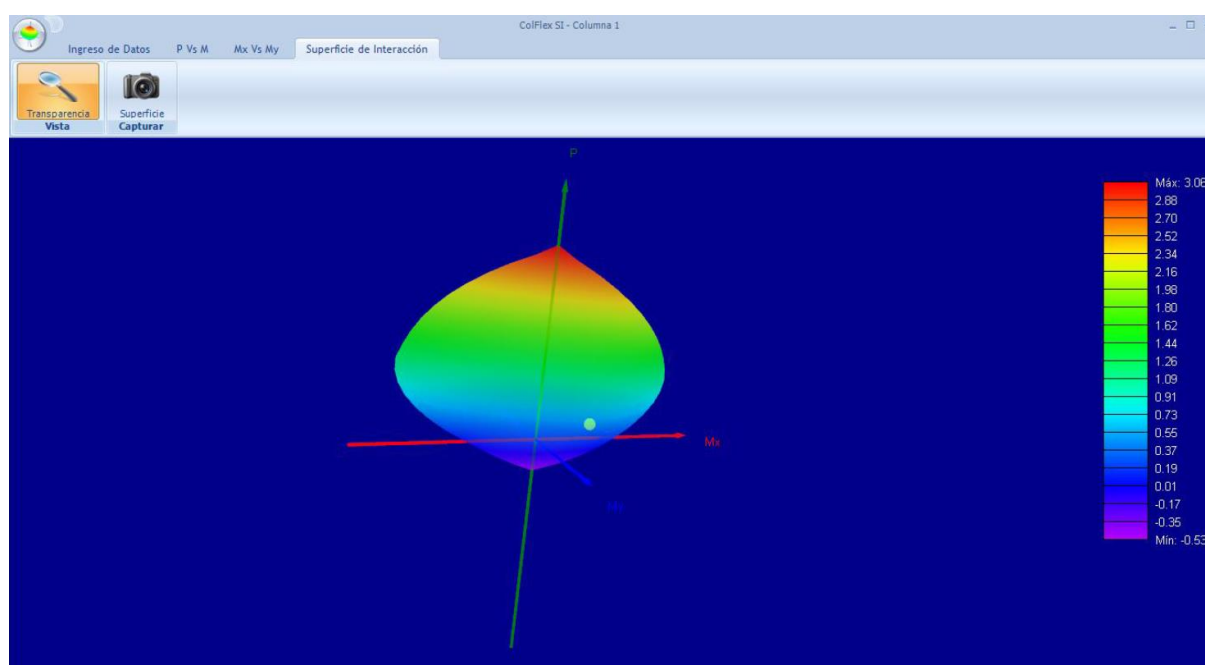


Figura 42: Superficie resistente 3D y punto representando la combinación de esfuerzos externos

CONCLUSIONES

Con objeto del desarrollo del presente software se generaron los códigos de programación en Microsoft Visual Studio versión 2013, en lenguaje Visual .net como elementos ejecutables que desarrollan el entorno de ingreso de datos del software. El lenguaje de programación interactúa con programas de procesador de texto y planilla de cálculo, así como aquellos entornos con formatos .dxf para la obtención de la representación gráfica de los resultados. Los productos finales se pueden visualizar

Organiza:

con procesadores de texto (.doc ó .docx) y planillas de cálculo (.xls ó .xlsx). Se redactaron más de 9800 (nueve mil ochocientas) líneas de código en lenguaje Visual Basic .net. El programa ha sido testeado en varios equipos con distintas características generacionales de procesadores, capacidad de memoria RAM, entre otros. De dichas evaluaciones se puede concluir que éste resulta versátil a partir de equipos con los componentes indicados o sus equivalentes. Se prevé compartir de manera libre y gratuita el software a profesionales del área de la construcción para que evalúen su alcance y resultados, recibiendo sus comentarios y sugerencias a la dirección de correo electrónico hormigonestructural@gmail.com.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI 318-25. 2025. Building Code Requirements For Structural Concrete with Design Applications. American Concrete Institute.
- ACI 318-19. 2019. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. American Concrete Institute.
- ACI Committee 340. 1997. SP-17 Design of Structural Reinforced Concrete Elements in Accordance with the Strength Design Method of ACI 318-95. ACI Design Handbook.
- CIRSOC 200-24. 2024. Reglamento Argentino de Tecnología del Hormigón. INTI-CIRSOC.
- CIRSOC 201-05. 2005. Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón. INTI-CIRSOC.
- CIRSOC 201-25. 2025. Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón. INTI-CIRSOC.
- Donini, H.; Orler, R. y Donini, L. 2022. Diagramas de interacción para flexión compuesta recta y oblicua en columnas de hormigón armado según reglamento CIRSOC 201-05. 27° Jornadas de Ingeniería Estructural. Asociación de Ingenieros Estructurales.
- Donini, H. y Orler, R. 2024. Actualización de los diagramas de interacción para flexión compuesta recta y oblicua en columnas de hormigón armado según el Reglamento CIRSOC 201-05 en condiciones últimas. 28° Jornadas de Ingeniería Estructural. Asociación de Ingenieros Estructurales.
- Nilson, A., Darwin, D. y Dolan, C. 2004. Design of Concrete Structures. 14° Edición. ISBN 978-0-07-329349-3. Ed. Mc Graw Hill. 795 págs.
- Orler R. y Donini H. 2026. Introducción al Cálculo de Hormigón Estructural. 5° Edición. Editorial Diseño. Ed. Diseño. 3 tomos. ISBN completo 979-8-90151-006-3. 1600 páginas.