MASTER #3 INTERNACIONAL EN DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS

Programa académico integral

80 horas de formación | 54 encuentros | 20 ejercicios prácticos | 2 modelos principales

Fecha de incio: 16 de febrero de 2026

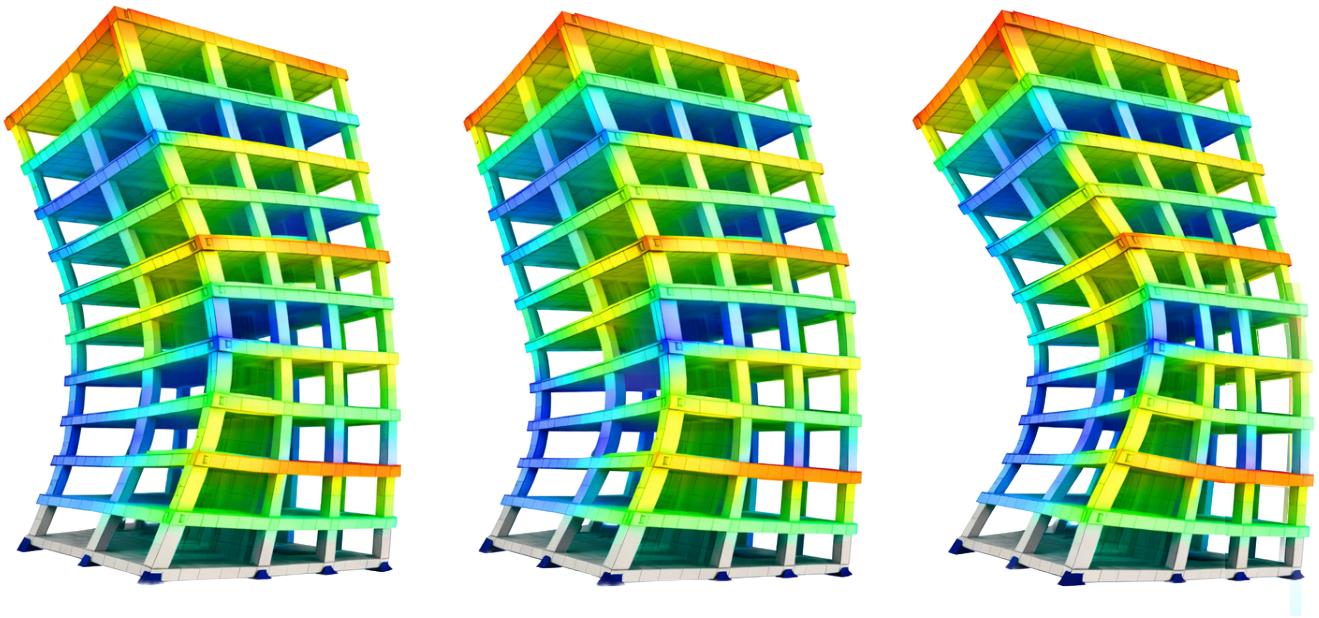


INDICE

Programa académico 2

1. Fundamentación y enfoque académico 2
2. Objetivo general 2
3. Alcance y metodología 3
4. Distribución aproximada de horas y encuentros 4
5. Programa por módulos 5
6. Cronograma detallado de los 54 encuentros 7
7. Catálogo de ejercicios 16
8. Evaluación y resultados del aprendizaje 16

Programa académico integral



1. Fundamentación y enfoque académico

El **Master #3** propone una **formación avanzada** centrada en uno de los aspectos más importantes del ejercicio de la ingeniería estructural: **desarrollar el criterio profesional necesario para interpretar resultados, evaluar alternativas y tomar decisiones fundamentadas**.

A lo largo del programa, los participantes trabajarán sobre problemas estructurales comunes, modelando, analizando y verificando su comportamiento en paralelo mediante tres programas de cálculo estructural: **uno español, uno americano y uno alemán.**

El propósito no es enseñar a utilizar tres programas ni recorrer sus herramientas y comandos. La propuesta va mucho más allá: ***utilizar el software como un medio para comprender el comportamiento de las estructuras, cuestionar las hipótesis de cálculo, identificar las limitaciones de cada modelo y evaluar críticamente los resultados obtenidos.***

Trabajar sobre un mismo problema desde diferentes entornos permite contrastar procedimientos, reconocer diferencias de formulación y, sobre todo, *comprender por qué los resultados pueden variar y cómo determinar si son técnicamente aceptables.*

El software calcula; el ingeniero interpreta, verifica y decide.

Este principio atraviesa toda la propuesta académica y define la manera en que se desarrollará cada encuentro..

2. Objetivo general

El objetivo del Master #3 es profundizar las competencias profesionales necesarias para abordar el modelado, análisis y verificación de **estructuras de hormigón armado y acero,** con especial atención al comportamiento de edificios y a la interpretación de sus respuestas frente a distintas condiciones de carga.

Durante la formación se trabajará con *métodos de análisis estático, dinámico y no lineal*, avanzando progresivamente desde la formulación de los modelos hasta la evaluación de sus resultados.

Se buscará que cada participante pueda reconocer las hipótesis que intervienen en un análisis, comprender cómo influyen en la respuesta estructural, identificar posibles inconsistencias y ***justificar sus decisiones a partir de criterios técnicos, verificaciones y comparaciones entre diferentes métodos y herramientas de cálculo***.

3. Alcance y metodología

El desarrollo del Master #3 estará organizado alrededor de dos modelos estructurales principales, que servirán como referencia para abordar los distintos contenidos del programa.

El primero será un edificio de hormigón armado de diez niveles, al que se incorporarán sectores de mampostería para estudiar su influencia en el comportamiento estructural. El segundo corresponderá a un edificio de acero, cuya geometría y sistema resistente se definirán de manera que permitan desarrollar análisis y comparaciones técnicamente pertinentes.

Ambos modelos evolucionarán a medida que avance la formación. Se incorporarán nuevas condiciones, hipótesis y procedimientos de cálculo, de modo que los participantes puedan observar cómo cambia la respuesta estructural y comprender las razones de esas variaciones.

El programa incluirá **20 ejercicios prácticos**, distribuidos progresivamente entre los diferentes módulos. Algunos se resolverán de manera guiada durante las clases, mientras que otros estarán destinados al trabajo y análisis de los participantes.

Una misma estructura, tres entornos de análisis

Cada encuentro partirá de un problema concreto de ingeniería. Sobre esa base, el instructor desarrollará el modelado y el análisis en paralelo *utilizando los tres entornos computacionales.*

La comparación no buscará demostrar qué programa es mejor ni cuál entrega el resultado más conveniente. El objetivo será comprender qué se está calculando, bajo qué condiciones y con qué hipótesis, para ***establecer cuándo los resultados son comparables y qué conclusiones pueden extraerse de ellos.***

En aquellos procedimientos donde existan diferencias de formulación, implementación o alcance, estas se analizarán expresamente. **No se forzarán equivalencias entre métodos que respondan a criterios diferentes**.

Para aprovechar mejor el tiempo de clase, se trabajará con archivos base previamente preparados. Esto permitirá concentrar la atención en las decisiones de modelado, el comportamiento estructural y la interpretación de resultados, evitando que la formación quede limitada a la operación de las interfaces.

Organización de los encuentros

Las clases tendrán una **duración aproximada de 90 minutos**, serán en vivo pero quedarán grabadas para poder visualizarlas posteriormente en la plataforma de capacitación, con una dinámica que combinará explicación, desarrollo práctico y discusión técnica.

Como referencia, cada encuentro se organizará en tres momentos:

Planteamiento del problema: definición del objetivo, formulación del modelo, hipótesis de cálculo y comportamiento esperado.

Desarrollo y análisis comparativo: modelado, experimentación y evaluación de la respuesta estructural en los tres entornos, según las posibilidades de cada procedimiento.

Verificación y discusión: revisión crítica de resultados, identificación de diferencias, interpretación del comportamiento y conclusiones técnicas.

Esta distribución será flexible y podrá modificarse según la complejidad del tema o las necesidades de cada ejercicio.

La intención es que cada clase deje algo más que un modelo resuelto: **una comprensión más profunda del problema estructural y de los criterios necesarios para abordarlo con solvencia profesional.**



4. Distribución aproximada de horas y encuentros

Módulo	Horas	Encuentros
1. Fundamentos, materiales y criterios de modelado	6	4
2. Modelado de edificios de hormigón armado	10,5	7
3. Acciones, cargas y combinaciones	7,5	5
4. Análisis estructural, resultados y estabilidad	10,5	7
5. Diseño y dimensionamiento de hormigón armado	7,5	5
6. Modelado, análisis y diseño de edificios de acero	10,5	7
7. Análisis dinámico y evaluación sísmica	10,5	7
8. Mampostería y análisis no lineal	6	4
9. Análisis pushover y time history	7,5	5
10. Comparación integral y evaluación final	3,5	3
TOTAL	**80**	**54**

53 encuentros de 90 minutos y 1 encuentro final de 30 minutos. La carga total es exactamente 80 horas. Las actividades de evaluación están incluidas.

Estructura aproximada de cada clase

Encuentro estándar de 90 minutos



Introducción
15 minutos
Conceptos y objetivos

Desarrollo
50 minutos
Modelado y análisis práctico

Verificación
25 minutos
Resultados y conclusiones

Esta distribución es orientativa. En clases dedicadas a ejercicios complejos puede destinarse más tiempo a la resolución práctica.

5. Programa por módulos

Módulo 1. Fundamentos, materiales y criterios de modelado

Duración: **6 horas**	Encuentros: **4**
Objetivos	Establecer hipótesis físicas y numéricas equivalentes y criterios de verificación para modelos comparativos.
Contenidos y alcance	Idealización; barras y superficies; grados de libertad; propiedades mecánicas; ejes locales; rigidez y conectividad; criterios de comparación.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

Módulo 2. Modelado de edificios de hormigón armado

Duración: **10,5 horas**	Encuentros: **7**
Objetivos	Construir y validar un edificio de hormigón armado de diez niveles en tres entornos, con hipótesis comparables.
Contenidos y alcance	Ejes y niveles; vigas, columnas y losas; superficies; diafragmas; excentricidades; conectividad; mallas; control de masa y rigidez.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

Módulo 3. Acciones, cargas y combinaciones

Duración: **7,5 horas**	Encuentros: **5**
Objetivos	Implementar acciones y combinaciones consistentes, verificando equilibrio y transferencia de cargas.
Contenidos y alcance	Peso propio; permanentes; uso; viento; acciones laterales; distribución; combinaciones; comprobación de reacciones.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

Módulo 4. Análisis estructural, resultados y estabilidad

Duración: **10,5 horas**	Encuentros: **7**
Objetivos	Interpretar esfuerzos, desplazamientos y estabilidad; identificar efectos de segundo orden y sensibilidad del modelo.
Contenidos y alcance	Axiles, cortantes, flexión y torsión; equilibrio; deformadas; P-Delta; imperfecciones; pandeo por autovalores; limitaciones.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

5. Programa por módulos

Módulo 5. Diseño y dimensionamiento de hormigón armado

Duración: **7,5 horas**	Encuentros: **5**
Objetivos	Verificar vigas y columnas y explicar diferencias entre resultados de diseño a partir de hipótesis normativas comunes.
Contenidos y alcance	Flexión, corte, flexocompresión; cuantías; interacción; servicio; armaduras; controles manuales.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

Módulo 6. Modelado, análisis y diseño de edificios de acero

Duración: **10,5 horas**	Encuentros: **7**
Objetivos	Construir un edificio de acero, analizar sistemas resistentes y verificar elementos críticos comparativamente.
Contenidos y alcance	Perfiles; pórticos; arriostramientos; liberaciones; imperfecciones; segundo orden; resistencia y estabilidad de barras.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

Módulo 7. Análisis dinámico y evaluación sísmica

Duración: **10,5 horas**	Encuentros: **7**
Objetivos	Caracterizar propiedades dinámicas y comparar respuestas sísmicas con hipótesis de masa y rigidez controladas.
Contenidos y alcance	Masa; amortiguamiento; modos; períodos; participación modal; espectros; combinación modal; cortante basal; derivas; torsión.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

Módulo 8. Mampostería y análisis no lineal

Duración: **6 horas**	Encuentros: **4**
Objetivos	Evaluar la influencia de cerramientos de mampostería y comprender la formulación de modelos no lineales simplificados.
Contenidos y alcance	Puntal diagonal equivalente; irregularidad; rigidez lateral; efectos torsionales; no linealidad geométrica y material; limitaciones.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

5. Programa por módulos

Módulo 9. Análisis pushover y time history

Duración: **7,5 horas**	Encuentros: **5**
Objetivos	Aplicar procedimientos no lineales guiados sobre modelos representativos y evaluar críticamente resultados y limitaciones.
Contenidos y alcance	Plasticidad; patrones laterales; curva de capacidad; historia temporal; registros; integración; amortiguamiento; convergencia.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

Módulo 10. Comparación integral y evaluación final

Duración: **3,5 horas**	Encuentros: **3**
Objetivos	Integrar resultados, justificar diferencias y comunicar conclusiones técnicamente defendibles.
Contenidos y alcance	Matrices comparativas; equivalencia de hipótesis; verificación; informe y defensa.
Práctica y evidencia	Desarrollo paralelo con hipótesis documentadas, comprobaciones independientes y conclusiones técnicas sobre los ejercicios asociados.

6. Cronograma detallado de los 54 encuentros

Módulo 1 — Fundamentos, materiales y criterios de modelado

Clase 01 · Pórtico plano: formulación del problema, geometría y condiciones de borde

Duración: 90 minutos.

Objetivo: pórtico plano: formulación del problema, geometría y condiciones de borde, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E1: definir hipótesis comunes y modelo inicial. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 02 · Materiales, secciones, ejes locales y parámetros de rigidez

Duración: 90 minutos.

Objetivo: materiales, secciones, ejes locales y parámetros de rigidez, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E1: analizar reacciones, esfuerzos y desplazamientos en paralelo. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 03 · Condiciones de apoyo y sensibilidad de la respuesta

Duración: 90 minutos.

Objetivo: condiciones de apoyo y sensibilidad de la respuesta, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E2: modificar vínculos y contrastar cambios. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 04 · Elementos finitos, mallas y protocolo de comparación

Duración: 90 minutos.

Objetivo: elementos finitos, mallas y protocolo de comparación, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E2: concluir y documentar diferencias. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 2 — Modelado de edificios de hormigón armado

Clase 05 · Edificio principal de hormigón: geometría y sistema resistente

Duración: 90 minutos.

Objetivo: edificio principal de hormigón: geometría y sistema resistente, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E3: definir el edificio de referencia. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 06 · Niveles, columnas, vigas y secciones

Duración: 90 minutos.

Objetivo: niveles, columnas, vigas y secciones, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E3: desarrollar estructura portante en paralelo. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 07 · Losas, superficies y transmisión de cargas

Duración: 90 minutos.

Objetivo: losas, superficies y transmisión de cargas, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E3: completar elementos horizontales. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 08 · Conectividad, offsets y condiciones de borde

Duración: 90 minutos.

Objetivo: conectividad, offsets y condiciones de borde, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E3: revisar coherencia geométrica. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 09 · Diafragmas rígidos y semirrígidos

Duración: 90 minutos.

Objetivo: diafragmas rígidos y semirrígidos, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E4: comparar hipótesis de diafragma. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 10 · Mallas y sensibilidad de discretización

Duración: 90 minutos.

Objetivo: mallas y sensibilidad de discretización, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E5: estudiar convergencia de variables seleccionadas. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 11 · Auditoría del modelo de hormigón

Duración: 90 minutos.

Objetivo: auditoría del modelo de hormigón, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E3–E5: validar y registrar modelo base. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 3 — Acciones, cargas y combinaciones

Clase 12 · Peso propio y cargas permanentes

Duración: 90 minutos.

Objetivo: peso propio y cargas permanentes, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E6: configurar y comprobar peso total. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 13 · Sobrecargas de uso y transferencia hacia apoyos

Duración: 90 minutos.

Objetivo: sobrecargas de uso y transferencia hacia apoyos, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E6: verificar recorrido y equilibrio. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 14 · Viento: hipótesis, distribución y aplicación

Duración: 90 minutos.

Objetivo: viento: hipótesis, distribución y aplicación, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E7: implementar cargas laterales. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 15 · Combinaciones de servicio y resistencia

Duración: 90 minutos.

Objetivo: combinaciones de servicio y resistencia, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E7: construir combinaciones equivalentes. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 16 · Auditoría de acciones y resultados iniciales

Duración: 90 minutos.

Objetivo: auditoría de acciones y resultados iniciales, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E6–E7: comparar reacciones y envolventes. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 4 — Análisis estructural, resultados y estabilidad

Clase 17 · Esfuerzos internos y convenciones de signos

Duración: 90 minutos.

Objetivo: esfuerzos internos y convenciones de signos, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E8: comparar N, V, M y torsión. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 18 · Deformaciones, desplazamientos y derivas

Duración: 90 minutos.

Objetivo: deformaciones, desplazamientos y derivas, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E8: comparar respuesta global. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 19 · Recorrido de cargas y verificación del equilibrio

Duración: 90 minutos.

Objetivo: recorrido de cargas y verificación del equilibrio, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E8: diagnosticar diferencias. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 20 · Segundo orden: hipótesis P-Delta y P-delta

Duración: 90 minutos.

Objetivo: segundo orden: hipótesis P-Delta y P-delta, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E9: configurar análisis comparables. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 21 · Amplificación y sensibilidad a rigidez lateral

Duración: 90 minutos.

Objetivo: amplificación y sensibilidad a rigidez lateral, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E9: contrastar primer y segundo orden. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 22 · Estabilidad por autovalores y modos críticos

Duración: 90 minutos.

Objetivo: estabilidad por autovalores y modos críticos, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E10: interpretar factores y modos. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 23 · Imperfecciones y cierre de diagnóstico

Duración: 90 minutos.

Objetivo: imperfecciones y cierre de diagnóstico, identi-

ficando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E10: evaluar limitaciones y elaborar informe. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 5 — Diseño y dimensionamiento de hormigón armado

Clase 24 · Criterios normativos y parámetros de diseño

Duración: 90 minutos.

Objetivo: criterios normativos y parámetros de diseño, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E11: establecer hipótesis de verificación. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 25 · Vigas: flexión y armaduras longitudinales

Duración: 90 minutos.

Objetivo: vigas: flexión y armaduras longitudinales, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E11: dimensionar y verificar una viga. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 26 · Vigas: corte, servicio y detallado

Duración: 90 minutos.

Objetivo: vigas: corte, servicio y detallado, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E11: revisar resultados y límites. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 27 · Columnas: flexocompresión y diagramas de interacción

Duración: 90 minutos.

Objetivo: columnas: flexocompresión y diagramas de interacción, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E12: verificar una columna. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 28 · Comparación de diseño y comprobaciones independientes

Duración: 90 minutos.

Objetivo: comparación de diseño y comprobaciones independientes, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E12: documentar diferencias y conclusiones. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 6 — Modelado, análisis y diseño de edificios de acero

Clase 29 · Edificio principal de acero: geometría y sistema resistente

Duración: 90 minutos.

Objetivo: edificio principal de acero: geometría y sistema resistente, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E13: definir segundo modelo de referencia. El problema se examina comparativamente en los tres en-

tornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 30 · Perfiles, materiales y elementos estructurales

Duración: 90 minutos.

Objetivo: perfiles, materiales y elementos estructurales, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E13: construir modelos paralelos. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 31 · Liberaciones, excentricidades y uniones idealizadas

Duración: 90 minutos.

Objetivo: liberaciones, excentricidades y uniones idealizadas, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E13: validar conectividad y vínculos. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 32 · Acciones y análisis de respuesta lateral

Duración: 90 minutos.

Objetivo: acciones y análisis de respuesta lateral, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E14: configurar alternativas resistentes. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 33 · Arriostramientos y sensibilidad de derivas

Duración: 90 minutos.

Objetivo: arriostramientos y sensibilidad de derivas, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E14: comparar configuraciones. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 34 · Segundo orden y estabilidad en acero

Duración: 90 minutos.

Objetivo: segundo orden y estabilidad en acero, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E15: identificar elementos críticos. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 35 · Verificación de perfiles y diagnóstico

Duración: 90 minutos.

Objetivo: verificación de perfiles y diagnóstico, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E15: comparar demanda/capacidad. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 7 — Análisis dinámico y evaluación sísmica

Clase 36 · Masa sísmica, rigidez y amortiguamiento

Duración: 90 minutos.

Objetivo: masa sísmica, rigidez y amortiguamiento, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E16: definir fuentes de masa. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 37 · Modos propios y períodos naturales

Duración: 90 minutos.

Objetivo: modos propios y períodos naturales, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E16: ejecutar análisis modal paralelo. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 38 · Participación modal y modos torsionales

Duración: 90 minutos.

Objetivo: participación modal y modos torsionales, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E16: interpretar y verificar modos. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 39 · Espectro de respuesta y parámetros sísmicos

Duración: 90 minutos.

Objetivo: espectro de respuesta y parámetros sísmicos, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E17: preparar análisis espectral. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 40 · Combinación modal y resultados de respuesta

Duración: 90 minutos.

Objetivo: combinación modal y resultados de respuesta, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E17: ejecutar y comparar resultados. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 41 · Cortante basal, derivas y efectos torsionales

Duración: 90 minutos.

Objetivo: cortante basal, derivas y efectos torsionales, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E17: realizar controles normativos. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 42 · Comparación dinámica de ambos edificios

Duración: 90 minutos.

Objetivo: comparación dinámica de ambos edificios,

identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E16–E17: elaborar conclusiones. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 8 — Mampostería y análisis no lineal

Clase 43 · Interacción pórtico–mampostería e hipótesis

Duración: 90 minutos.

Objetivo: interacción pórtico–mampostería e hipótesis, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E18: definir sector con mampostería. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 44 · Modelos de puntal equivalente y parámetros

Duración: 90 minutos.

Objetivo: modelos de puntal equivalente y parámetros, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E18: implementar idealizaciones. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 45 · Comparación con y sin mampostería

Duración: 90 minutos.

Objetivo: comparación con y sin mampostería, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E18: comparar períodos, derivas y esfuerzos. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 46 · No linealidad material, mecanismos y convergencia

Duración: 90 minutos.

Objetivo: no linealidad material, mecanismos y convergencia, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E18: registrar límites de validez. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 9 — Análisis pushover y time history

Clase 47 · Pushover: formulación y propiedades no lineales

Duración: 90 minutos.

Objetivo: pushover: formulación y propiedades no lineales, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E19: preparar pórtico representativo. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 48 · Pushover: aplicación y curva de capacidad

Duración: 90 minutos.

Objetivo: pushover: aplicación y curva de capacidad, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E19: ejecutar y analizar mecanismos. El problema se examina comparativamente en los tres entor-

nos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 49 · Pushover: interpretación y limitaciones

Duración: 90 minutos.

Objetivo: pushover: interpretación y limitaciones, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E19: contrastar hipótesis y resultados. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 50 · Time history: registros, paso temporal y amortiguamiento

Duración: 90 minutos.

Objetivo: time history: registros, paso temporal y amortiguamiento, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E20: preparar modelo reducido. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 51 · Time history: respuesta y comparación con espectral

Duración: 90 minutos.

Objetivo: time history: respuesta y comparación con espectral, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: E20: interpretar desplazamientos y aceleraciones. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Módulo 10 — Comparación integral y evaluación final

Clase 52 · Protocolo integral de comparación y auditoría

Duración: 90 minutos.

Objetivo: protocolo integral de comparación y auditoría, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: Evaluación: consolidar evidencia de los dos edificios. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 53 · Presentación y defensa de conclusiones

Duración: 90 minutos.

Objetivo: presentación y defensa de conclusiones, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: Evaluación: discutir hipótesis, discrepancias y límites. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

Clase 54 · Cierre y devolución académica

Duración: 30 minutos.

Objetivo: cierre y devolución académica, identificando hipótesis, resultados relevantes y verificaciones aplicables.

Actividad: Evaluación: síntesis y retroalimentación; encuentro de 30 min. El problema se examina comparativamente en los tres entornos cuando sea técnicamente pertinente; se registran equivalencias y discrepancias.

Evidencia: modelo, tabla de resultados, comprobación o conclusión breve, según el avance del ejercicio.

7. Catálogo de ejercicios

N.º	Ejercicio	Modalidad
1	Pórtico plano en tres entornos	Guiado y comparativo
2	Sensibilidad de rigidez y apoyos	Resolución del alumno
3	Construcción del edificio de hormigón	Guiado y comparativo
4	Comparación de diafragmas	Guiado y comparativo
5	Discretización y rigidez	Resolución del alumno
6	Cargas gravitacionales y equilibrio	Guiado y comparativo
7	Acciones laterales y combinaciones	Resolución del alumno
8	Esfuerzos y deformaciones	Guiado y comparativo
9	Efectos de segundo orden	Guiado y comparativo
10	Estabilidad y factores críticos	Resolución del alumno
11	Diseño de viga de hormigón	Guiado y comparativo
12	Diseño de columna de hormigón	Resolución del alumno
13	Construcción del edificio de acero	Guiado y comparativo
14	Sistemas de arriostramiento	Resolución del alumno
15	Verificación de perfiles y estabilidad	Guiado y comparativo
16	Análisis modal	Guiado y comparativo
17	Análisis espectral	Resolución del alumno
18	Mampostería en sector del edificio	Resolución del alumno
19	Pushover en pórtico representativo	Guiado y comparativo
20	Time history en modelo reducido	Guiado y comparativo

8. Evaluación y resultados de aprendizaje

8.1. Sistema de evaluación

La evaluación del **Master #3 MIDEE** estará orientada a comprobar la capacidad del participante para desarrollar modelos estructurales equivalentes en **tres programas de cálculo**, interpretar sus resultados, identificar discrepancias y fundamentar técnicamente las diferencias encontradas.

El sistema de evaluación contempla dos instancias obligatorias:

1. Resolución de tres ejercicios prácticos integradores

Los participantes deberán **resolver tres ejercicios propuestos por el instructor,** desarrollando cada uno en los tres programas utilizados durante el Master.

En cada ejercicio deberán:

- Establecer hipótesis equivalentes de geometría, materiales, cargas, condiciones de vinculación y procedimientos de análisis.
- Ejecutar los modelos y obtener resultados comparables.
- Identificar diferencias en los resultados generales y en los elementos estructurales seleccionados.
- Investigar las causas de las discrepancias, considerando las hipótesis de modelado, configuraciones, formulaciones y métodos de cálculo.
- Introducir las modificaciones técnicamente justificadas que permitan aproximar o igualar los resultados, cuando corresponda.

- Documentar las diferencias logradas y no logradas, explicando sus causas y las limitaciones identificadas.

La aprobación de los tres ejercicios requerirá **demostrar consistencia en el modelado, capacidad de interpretación y justificación técnica de los resultados.**

2. Examen final de conocimientos

El participante deberá **realizar un examen final** compuesto por 100 preguntas de opción múltiple, que evaluará los conceptos técnicos, las metodologías de análisis y los criterios de interpretación y verificación desarrollados durante el Master.

Para su aprobación se requerirá **más del 75%** de respuestas correctas, conforme a las condiciones establecidas por **MIDEE**.

El examen se realizará tres meses después de finalizado el Master.

En caso de no aprobar, se dispondrá de una instancia semanal de consultas durante un período de hasta tres meses, destinada a reforzar los contenidos necesarios para alcanzar los criterios de aprobación.

8.2. Resultados del proceso académico — MIDEE LNL

Como parte de la metodología de enseñanza se desarrollará el documento **MIDEE LNL — Diferencias Logradas y No Logradas**, que reunirá los resultados del proceso de modelado, análisis y comparación de los tres modelos computacionales de un mismo edificio.

Este documento permitirá sistematizar las coincidencias y discrepancias identificadas durante las actividades académicas, así como los procedimientos utilizados para investigar sus causas.

La comparación comprenderá:

1. **Resultados generales:** desplazamientos máximos, esfuerzos internos, tensiones, reacciones, propiedades dinámicas y otros parámetros relevantes del comportamiento global.
2. **Cimentaciones:** comparación de reacciones, esfuerzos y resultados asociados a los elementos de fundación, según las características de los modelos desarrollados.
3. **Columnas:** comparación de esfuerzos, deformaciones y resultados de diseño en elementos representativos.
4. **Vigas:** comparación de solicitaciones, deformaciones y resultados de dimensionamiento.
5. **Losas:** comparación de esfuerzos, deformaciones y resultados de análisis en sectores seleccionados.
6. **Procedimientos de cálculo:** comparación de tiempos de procesamiento bajo condiciones de análisis y discretización equivalentes, cuando resulte técnicamente posible.

Para cada diferencia identificada se documentarán las hipótesis consideradas, las verificaciones realizadas, las modificaciones implementadas y los resultados obtenidos.

Las diferencias se clasificarán como:

- **Diferencias logradas:** discrepancias cuya causa pudo identificarse y cuyos resultados pudieron aproximarse o igualarse mediante ajustes técnicamente justificados.
- **Diferencias no logradas:** discrepancias que permanecen después del proceso de revisión, indicando las posibles causas, las limitaciones de los modelos o las diferencias metodológicas que impiden alcanzar resultados equivalentes.

El objetivo del documento **MIDEE LNL** no será establecer una clasificación de programas, sino construir una referencia académica sobre el comportamiento de los modelos, sus hipótesis y las condiciones necesarias para interpretar correctamente sus resultados.

El resumen de los resultados y las diferencias documentadas quedará disponible para los participantes como material de consulta y referencia técnica.

8.3. Resultados de aprendizaje

Al finalizar y aprobar el Master, el participante deberá demostrar capacidad para:

1. Desarrollar modelos estructurales de edificios de hormigón armado y acero en tres entornos computacionales, estableciendo hipótesis consistentes.
2. Aplicar procedimientos de análisis estático, dinámico, de segundo orden y no lineal, reconociendo sus fundamentos y limitaciones.
3. Interpretar desplazamientos, esfuerzos internos, reacciones, propiedades dinámicas y resultados de dimensionamiento.
4. Comparar los resultados obtenidos mediante dife-

rentes modelos computacionales de una misma estructura.

5. Identificar las causas de las discrepancias y determinar qué modificaciones permiten alcanzar resultados equivalentes.
6. Reconocer las diferencias que no pueden resolverse mediante ajustes de configuración y explicar sus posibles fundamentos técnicos.
7. Evaluar críticamente los resultados de análisis avanzados, incluyendo pushover e historia temporal.
8. Documentar verificaciones, resultados y conclusiones mediante informes técnicos estructurados.
9. Fundamentar decisiones profesionales a partir del comportamiento estructural y no exclusivamente de los resultados automáticos de un programa.

8.4. Certificación

Los participantes que cumplan con los requisitos de aprobación establecidos por MIDEE recibirán la certificación correspondiente, emitida mediante la plataforma **Accredible** y con la firma del instructor o de los instructores responsables.

La certificación acreditará el cumplimiento de las actividades académicas y evaluaciones previstas en el programa.