

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica

Profesor Patrocinante
Dr. Emilio Dufeu Delarze

**ESTIMACIÓN DEL ERROR DE LA SOLUCIÓN ELEMENTOS
FINITOS PARA MODELOS BIDIMENSIONALES**

PAULA ANDREA JELVES ARÉVALO

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil Mecánico

Septiembre de 1998

SUMARIO

El objetivo de este trabajo es estudiar los métodos de estimación del error de la solución elementos finitos, restringido a las siguientes condiciones:

- Modelos cinemáticamente admisibles, con comportamiento estático lineal.
- Análisis bidimensional, donde la aproximación del campo de desplazamientos sea de grado 1.

La metodología de trabajo utilizada para alcanzar dicho objetivo es la siguiente:

- Se hace una revisión bibliográfica de los distintos métodos existentes de estimación del error de la solución elementos finitos, basados en los defectos de la solución obtenida: Discontinuidad del campo de esfuerzos y Defectos de equilibrio.
- Se analizan en detalle los métodos de alisamiento del campo de esfuerzos, y se hace una implementación en ambiente Matlab del Método de Recuperación de Esfuerzos por Superconvergencia (MRES).
- Se estudia el comportamiento del MRES, el cual fue aplicado a las diferentes formas de definir el dominio, dicho dominio se llama *región*.
- Se utilizan problemas clásicos, cuya solución analítica y error exacto son conocidos, para así medir la fiabilidad del estimador aplicado a los tres tipos de regiones implementadas.

Se puede concluir que los tres estimadores de error de la solución elementos finitos están dentro del rango de fiabilidad considerado.

El estimador para la región elemental 2 es el que permite resolver la mayor gama de problemas, desde el punto de vista de las restricciones impuestas por el mallado.

ÍNDICE

SUMARIO.....	1
ÍNDICE.....	3
NOMENCLATURA.....	6
CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	
1.1 INTRODUCCIÓN.....	9
1.2 ESQUEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3 MEDICIÓN DEL ERROR.....	15
1.3.1 ESTIMACIÓN GLOBAL DEL ERROR.....	17
1.3.2 ESTIMACIÓN DEL ERROR A NIVEL ELEMENTAL.....	17
1.3.3 FIABILIDAD DE LA ESTIMACIÓN.....	20
CAPÍTULO 2: ESTIMADORES DE ERROR BASADOS EN LOS DEFECTOS DE EQUILIBRIO.	
2.1 INTRODUCCIÓN.....	21
2.2 MÉTODOS EXISTENTES.....	21
2.2.1 CONCLUSIONES GENERALES PARA EL CASO UNIDIMENSIONAL.....	24
2.2.2 CONCLUSIONES GENERALES PARA EL CASO BIDIMENSIONAL.....	24
CAPÍTULO 3: ESTIMADORES DE ERROR BASADOS EN LA DISCONTINUIDAD DEL CAMPO DE ESFUERZOS	
3.1 INTRODUCCIÓN.....	26
3.2 DEFINICIÓN DE CAMPOS.....	28
3.3 DEFINICIÓN DE REGIONES.....	29
3.3.1 REGIONES LIGADAS A UNA DISTANCIA.....	29
3.3.2 REGIONES LIGADAS AL MALLADO.....	30

3.3.2.1 REGIONES NODALES.....	30
3.3.2.2 REGIONES ELEMENTALES.....	31
3.4 FUNCIONES DE INTERPOLACIÓN.....	32
3.4.1 FUNCIONES POLINOMIALES.....	32
3.4.2 NORMALIZACIÓN DEL SISTEMA DE COORDENADAS.....	33
3.5 CONDICIONES QUE DEFINEN LOS CAMPOS.....	34
3.5.1 PROYECCIÓN POR SUPERCONVERGENCIA.....	35
CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DEL CAMPO DE TENSIONES POR ELEMENTO	
4.1 INTRODUCCIÓN.....	41
4.2 CAMPO CONTINUO.....	42
4.2.1 MÉTODOS GLOBALES.....	43
4.2.2 MÉTODOS LOCALES.....	46
4.2.2.1 MÉTODOS LOCALES ELEMENTALES.....	46
4.2.2.2 MÉTODOS LOCALES NODALES.....	47
4.2.3 MÉTODOS DE RECUPERACIÓN.....	48
4.2.3.1 REGIONES NODALES.....	48
4.2.3.2 REGIONES ELEMENTALES.....	50
4.2.3.3 REGIONES COMBINADAS.....	51
CAPÍTULO 5: APLICACIÓN DE LOS ESTIMADORES	
5.1 INTRODUCCIÓN.....	52
5.2 REGIONES UTILIZADAS PARA LA RECUPERACIÓN.....	52
5.2.1 REGIONES ELEMENTALES 1.....	52
5.2.2 REGIONES ELEMENTALES 2.....	53
5.2.3 REGIONES NODALES.....	54
5.3 EVALUACIÓN DE LOS ESTIMADORES.....	54
5.3.1 VIGA EMPOTRADA SOMETIDA A FLEXIÓN.....	54
5.3.2 PLACA INFINITA CON UN AGUJERO CIRCULAR.....	57
5.3.3 FLEXIÓN DE UNA VIGA CURVA.....	61

5.4 FIABILIDAD DEL ESTIMADOR.....	65
CONCLUSIONES	
CONCLUSIONES.....	67
PERSPECTIVAS DEL TRABAJO.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS	
ANEXO 1.....	72
ANEXO 1.1.....	74
ANEXO 1.2.....	75
ANEXO 1.3.....	76