

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



“CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL”

(A código abierto en Visual Basic con entorno Excel)

Realizado por:

EDUARDO DANIEL FARFÁN DURÁN

Julio de 2012.

TARIJA - BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL”

(A código abierto en Visual Basic con entorno Excel)

Realizado por:

EDUARDO DANIEL FARFÁN DURÁN

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Gestión académica I/S 2012

TARIJA – BOLIVIA

HOJA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN CONTINUA:

Fecha de presentación:

Calificación numeral:

Calificación literal:

.....

Ing. Arturo Dubravcic A.

Docente de la materia CIV-502

EVALUACIÓN FINAL:

Fecha de presentación y defensa:

Calificación numeral:

Calificación literal:

APROBADO POR EL TRIBUNAL:

.....

Ing. Oscar Chávez V.

.....

Ing. Richard Sivila R.

.....

Ing. Ernesto Álvarez G.

V°B°

El docente y tribunal evaluador del presente Proyecto de Ingeniería Civil, no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del actual trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

El presente trabajo está dedicado exclusivamente a mis padres, Eduardo Farfán Tejerina y Primitiva Durán y a las personas que estuvieron a mi lado alentándome, por su amor, apoyo y amistad que me brindan en todo momento, y por ser parte importante en el logro de mis metas profesionales.

Un sincero agradecimiento:

A Dios, por su fidelidad en todo momento, por darme la fe y la fortaleza necesaria para concluir este trabajo.

A mi Profesor Ing. Ms.C: Fabian Cabrera Exeni por su brillante apoyo y dedicación en el desarrollo de este trabajo de investigación y al Ing. Manuel Ochoa Castillo por proporcionarme todos sus conocimientos para mi formación académica.

Pensamiento:

“Todo debe hacerse tan simple como sea posible,
pero sin excederse en ello.”

Albert Einstein.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
NOTACIÓN.....	4
1. ANTECEDENTES.....	7
1.1 El problema.....	7
1.2 Objetivos.....	8
1.3 Justificación.....	8
1.4 Marco de referencia.....	9
2. ESTADO DEL ARTE.....	11
2.1 Concepto de mecánica del medio continuo.....	11
2.2 Elemento finito triangular.....	12
2.3 Ley generalizada de Hooke.....	24
2.4 Relación entre el módulo elástico transversal y el módulo elástico longitudinal.....	28
2.5 Matriz de tensiones $[T]$ del sólido elástico.....	31
2.6 Descripción del movimiento y la deformación.....	37
2.7 Matriz de deformaciones $[\epsilon]$ del sólido elástico.....	40
2.8 Modelo constitutivo de un material elástico lineal.....	45
2.9 Matriz constitutiva $[D]$ del sólido elástico.....	48
2.10 Condición plana de esfuerzos.....	53
2.11 Condición plana de deformaciones.....	56
2.12 Formato matricial del elemento finito.....	58
2.13 Condiciones de carga.....	61
2.14 Matriz de rigidez del elemento finito triangular lineal.....	67
2.15 Planteamiento general del problema elástico.....	71
2.16 Formulación del problema elástico en desplazamientos.....	79
2.17 Formulación del problema elástico en tensiones.....	82
2.18 Método de los elementos finitos aplicado a la teoría de la elasticidad, partiendo de la teoría de los trabajos virtuales.....	84

3. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.....	90
3.1 Características técnicas del programa.....	90
3.2 Estructura y manejo del programa.....	91
3.3 Tipos de datos, formatos y matrices.....	95
3.4 Instrucciones de edición de matrices.....	104
3.5 Instrucciones de operaciones matriciales básicas.....	109
3.6 Instrucciones para crear la matriz de derivadas de funciones de forma.....	112
3.7 Instrucciones para crear la matriz de rigidez.....	113
3.8 Instrucciones para crear el vector de fuerzas.....	114
3.9 Instrucciones para crear la matriz de constantes elásticas.....	116
3.10 Instrucciones para numerar los grados de libertad.....	117
3.11 Instrucciones para ensamblar y extraer matrices.....	118
3.12 Instrucciones de organización de matrices.....	119
4. EJERCICIOS DE APLICACIÓN.....	121
4.1 Ejercicio N°1 (Elemento no prismático).....	121
4.2 Ejercicio N°2 (Distribución de esfuerzos de Boussinesq).....	157
4.3 Validación de los ejercicios de aplicación en el programa, con la ecuación de Boussinesq.....	182
5. LIMITACIONES, USOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	188
5.1 Limitaciones.....	188
5.2 Usos.....	188
5.3 Conclusiones.....	189
5.4 Recomendaciones.....	189
6. BIBLIOGRAFÍA.....	191
7. ANEXOS.....	192
7.1 Distribución de Esfuerzos.....	193