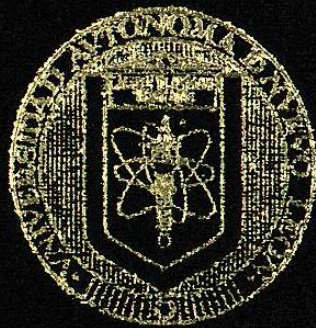


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ANALISIS Y REDISEÑO DE UNA PRENSA PARA  
LA FABRICACION DE TORTILLAS POR EL  
METODO DEL ELEMENTO FINITO

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA  
CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO

QUE PRESENTA:

ING. JUAN ANTONIO MARTINEZ MOYA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.  
NOVIEMBRE DE 1993



TM

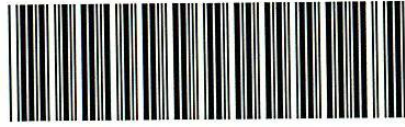
Z5853

.M2

FIME

1993

M3



1020074474

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ANALISIS Y REDISEÑO DE UNA PRENSA PARA  
LA FABRICACION DE TORTILLAS POR EL  
METODO DEL ELEMENTO FINITO

**T E S I S**

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA  
CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO

QUE PRESENTA:

ING. JUAN ANTONIO MARTINEZ MOYA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA N. L.

NOVIEMBRE DE 1993

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ANALISIS Y REDISEÑO DE UNA PRENSA  
PARA LA FABRICACION DE TORTILLAS  
POR EL METODO DEL ELEMENTO FINITO**

**T E S I S**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO**

**QUE PRESENTA**

**ING. JUAN ANTONIO MARTINEZ MOYA**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L., NOVIEMBRE DE 1993**

TH  
ZS853  
.M2  
FIME  
1993  
M3



FONDO TESIS

32622

## DEDICATORIA

Dedico ésta tesis a mis padres, Hermenegildo y Guadalupe por guiarme por el camino de la verdad y la honradez, por respetar a los demás, por enseñarme que el estudio es muy importante para sobresalir en la vida.

A mi esposa Marianela, por apoyarme a lo largo de la maestría y con su entusiasmo, comprensión y cariño me motivaron para seguir adelante y terminar felizmente mi post-grado.

A mis hijos, Juan Antonio, Patricia y Luis Manuel, por comprender, que el tiempo que no les dedique, fué para una causa muy importante para todos, porque el estudiar una maestría, es para estar mejor preparado, para el futuro que nos espera.

A mis hermanos y demás familiares que de alguna manera me apoyaron para seguir adelante y terminar mi maestría.

## RECONOCIMIENTO

Hago un reconocimiento al Ing. Ezequiel Montemayor por motivarme a comenzar la maestría.

Al Ing. Alberto de la Vega † *QEPD*, por impulsar todo lo referente a la capacitación del personal que labora en la empresa que presto mis servicios, y por haberme apoyado para seguir con mi maestría.

Al Ing. Manuel Rubio por dar la aprobación para tomar como tema una máquina patentada por la empresa en que laboro.

Al Ing. Ramiro Montelongo por su aportación de datos técnicos de la "prensa" que utilicé como base para la realización de la tesis.

Al Dr. Roberto Contreras por concederme el tiempo necesario para terminar la maestría.

A la empresa que presto mis servicios profesionales, y a mis compañeros de trabajo que me apoyaron en todo momento para la realización de la tesis.

Al Ing. Rodolfo Ayala M.en C. asesor de la tesis, y lo Coasesores Ing. Noe Hinojosa M.en C. e Ing. David Oliva M.en C. por su ayuda incondicional que me brindaron para la elaboración de la tesis.

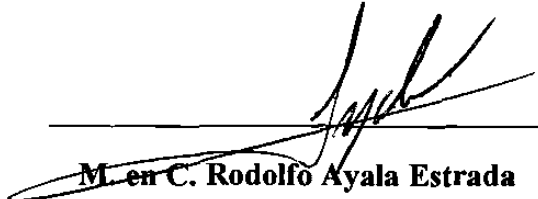
Al Ing. Marco A. Mendez M.en C. y a todo el personal de post.grado de FIME, por su labor que realizan para elevar el nivel académico de la Universidad Autónoma de Nuevo León.



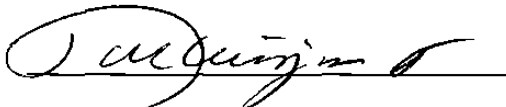
**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Los miembros del comite de tesis, recomendamos que la presente tesis realizada por el **Ing. Juan Antonio Martínez Moya** sea aceptada como opción para obtener el grado de **Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con Especialidad en Diseño.**

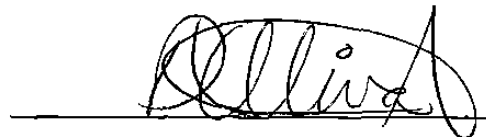
Comite de Tesis



**M. en C. Rodolfo Ayala Estrada**  
Asesor



**M. en C. Noé Hinojosa Treviño**  
Coasesor



**M. en C. David A. Oliva Alvarez**  
Coasesor

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L., NOVIEMBRE DE 1993

## SINTESIS

El objetivo de esta tesis es rediseñar un equipo electromecánico que esta en funcionamiento actualmente y se desea modificar para aumentar su capacidad.

Para el análisis, solo tomaremos la parte estructural, y como cuenta con una numerosa cantidad de partes, evaluaremos solo las piezas mas importantes y, de las que son iguales o similares escogeremos solamente una.

Al rediseñar el equipo se procurará seguir con la misma forma y los mismos principios que el diseño original, de tal manera que solo se modificará en dimensiones, materiales y propiedades.

El análisis de las partes se hará básicamente para flexión de vigas y placas, y nos apoyaremos para esto en un software (paquete de computación) llamado "Libra", el cual usa el método de elemento finito y nos proporciona datos de desplazamiento, momento, deflexión y esfuerzo de los puntos nodales de la pieza a rediseñar.

Los datos que resulten del paquete "Libra" los analizaremos para evaluar las piezas y ver si resisten al esfuerzo generado por las cargas aplicadas, en caso contrario cambiaremos la forma de las piezas, del material, dimensiones y/o sus apoyos para que resistan estas cargas, y nuevamente corremos el paquete "Libra" para comprobar que los cambios que se hicieron fueron los correctos.

Por último recomendaremos algun paquete nuevo de computación que trabaje en una "PC" (computadora personal) que use el método de elemento finito y nos facilite, aun más, el análisis de deformación-esfuerzo de piezas estructurales.

## PROLOGO

El desarrollo de máquinas en la industria alimenticia, a crecido rápidamente, para cumplir con los requerimientos de calidad y productividad. Existen corporaciones que dedican un alto presupuesto a la Investigación y Desarrollo de nuevos productos, y que para esta tesis tomaremos como base una empresa de la localidad que fabrica máquinas para producir tortillas de maíz y de trigo, de la cual estudiaremos una prensa.

Esta empresa se encuentra en el municipio de Guadalupe, su inicio en la fabricación de máquinas data de los años '70s; fabrica un gran número de máquinas para la elaboración de tortillas de maíz y trigo; la prensa TT1200 es solo una de estas máquinas, la cual produce 1200 docenas de tortillas de trigo por hora y de la cual partiremos para nuestro estudio.

El objetivo de la tesis es incrementar la capacidad de la prensa, y para lograr esto, es necesario resolver problemas de resistencia de materiales, tipo de material, potencia, peso, estética, funcionalidad, etc..

Para nuestro estudio tomaremos algunos miembros estructurales de la máquina, que por su forma es conveniente analizarlos por el método de "Elementos Finitos", aunque lo explicaremos con métodos convencionales para corroborar resultados.

Explicaremos la mecánica del método de análisis de elementos finitos en forma analítica y obtendremos resultados de un paquete

de computación (software) que maneja este método y que corre en una "PC".

Para manejar éste método, se requiere estar familiarizado con la teoría de la elasticidad y con el análisis estructural matricial, esto implica una exposición de ecuaciones diferenciales parciales, ecuaciones de alto orden, y la teoría de análisis estructurales.

## INDICE

PROLOGO

INTRODUCCION AL EQUIPO A REDISEÑAR	1	
Cap.1	Introducción básica del método de análisis de elemento finito	4
1.1	Historia	4
1.2	Tipos de elementos	5
1.3	Método de análisis de elemento finito	7
Cap.2	Análisis de las piezas a rediseñar	13
2.1	Modelación	13
2.2	Procedimiento analítico	14
2.3	Cálculo por análisis de elemento finito	16
2.4	Número de nodos para la precisión de la pieza (bastidor superior)	17
Cap.3	Rediseño del bastidor principal por el método de elemento finito	28
Cap.4	Análisis de la placa superior	37
Cap.5	Resultados	47
BIBLIOGRAFIA		50
APENDICE 1		A1-1
APENDICE 2		A2-44
APENDICE 3		A3-87



## INTRODUCCION AL EQUIPO A REDISEÑAR

Se diseñó un máquina para la fabricación de tortillas de trigo, de proceso continuo, pensando en alta producción, eficiencia, segura, y en forma estética.

El principio del proceso se basa en extender el testal (bolita de masa de trigo) con presión, y mantener su forma redonda sin contracción por medio de calor para formar una tortilla cruda. La tortilla cruda deberá tener un peso constante, forma redonda, espesor uniforme, sin áreas con burbujas y sin pellejo (película delgada que se forma en el exterior).

Después de formada la tortilla se cocina en un horno continuo formado por tabletas (comal angosto) y cadenas, que forman un paso de cocimiento. El horno consta de tres pasos de cocimiento, en los cuales la tortilla cruda permanece por un tiempo determinado.

Luego de un estudio minucioso se creó una máquina que reúne las características mencionadas, cuya forma y capacidad se describen en la Fig. I.1.

El bastidor y la placa superior tienen un movimiento vertical por medio de un pistón, su función es dejar un claro (distancia entre las dos placas) para que pase una banda con los testales y luego baje y le de la presión suficiente para que se extienda y de la forma redonda y el tamaño requerido. La estructura superior soporta al bastidor y placa superior y éste a la vez es soportado por el bastidor inferior. La placa y bastidor

inferior reciben la presión de la placa y bastidor superior, y entre las dos placas se extienden los testales.

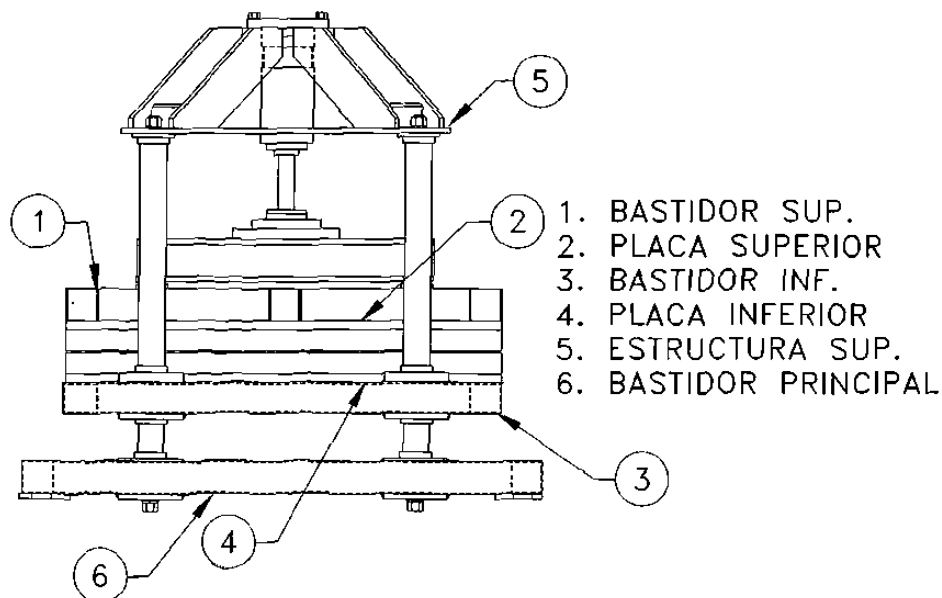


Fig. I.1 Prensa para tortillas de trigo

Debido a que es un proceso continuo, se cuenta con una banda que transporta los testales que después de ser presionados son extendidas para transformarse en tortillas crudas, además sirve para evitar meter la mano para sacar los testales, esto es, para hacerla segura en su operación.

La prensa cuenta con un pistón que sirve para presionar 12 testales a la vez, aplicando una presión suficiente para extenderlos.

La estructura superior está fabricada en placa y solera de acero al carbón AISI 1020, los bastidores de "PTR" comercial y las placas en material de aluminio. Se pretende rediseñar la prensa para aumentar su capacidad en un 66%, y se ha pensado en

diseñar una prensa con los mismos principios pero con dos conjuntos en lugar de uno y montados en un solo bastidor.

Para este rediseño se pretende colocar dos pistones, uno para cada sección para aplicar una presión sobre los testales, empleando los mismos tipos de material, a reserva de cambiarlos de ser necesario después de analizarlo.

Para nuestro estudio se analizarán solamente los bastidores y estructuras, y emplearemos los métodos convencionales para la flexión en vigas y por el método de análisis de elemento finito, con ayuda de una "P.C.". Además daremos una introducción al método de elementos finitos en forma analítica .

Tomando en cuenta las recomendaciones y políticas de la compañía, y pensando en cuidar y proteger el diseño de la prensa, daremos datos supuestos, cuidando siempre, estar lo más posible apegado a la realidad.