

Maestría en Ingeniería

Diseño Mecánico

LA FOTOGRAFÍA COMO HERRAMIENTA DE
DISEÑO. CASO DE APLICACIÓN:
MÁQUINA PARA ELABORAR TACOS

Presentado por:

Ing. Carlos Eduardo Hernández Valle

Tutor :
Dr. Leopoldo Adrián González González

UNAM
POSGRADO

Jurado Asignado:

PRESIDENTE	Dr. Jesús Manuel Dorador González
SECRETARIO	Dr. Alejandro C. Ramírez Reivich
VOCAL	Dr. Leopoldo Adrián González González
SUPLENTE	Dr. Adrián Espinosa Bautista
SUPLENTE	M. en I. Gustavo Olivares Guajardo

Tutor

Dr. Leopoldo Adrián González González

Agradecimientos

Agradezco a la Facultad de Ingeniería de la UNAM por toda la formación que me ha dado desde la Licenciatura hasta ahora la Maestría.

A mi tutor, profesor y jefe Leopoldo por todos los consejos y apoyo que me ha brindado desde que inicié desde la licenciatura hasta el momento.

A Alejandro Reivich por las asesorías que me brindó sobre mi máquina y el impulso para que mezclara la pasión por el diseño mecánico con mi hobby de la fotografía.

A mi familia materna por todo el apoyo moral que me han dado, pero en especial a mi tío José Alfredo, mi madre Silvia y a mi hermano José Francisco.

A mi “hermano” Martín y mis amigos: Israel, Claudia, Arianna, Abril, Carlos, Fernanda, Armando, Jussen, Paty, Rebeca y Erika, por estar siempre en los buenos y malos momentos de mi vida.

A Ulises Jiménez por todo el apoyo durante mi tratamiento en la Clínica de Trastornos del sueño. Sin su ayuda desde el 2004 no estaría tan despierto.

A mi familia de AMPAG que me motivaron para seguir adelante y me abrieron los ojos de quién soy y de todas mis capacidades.

A Pompeyo Bello por sus asesorías respecto a la manufactura y a Luis Munguía por su mano de obra y consejos para la construcción de la máquina.

A Becas DGEP por brindarme ayuda del segundo al cuarto semestre de mi maestría.

Índice

Resumen	3
Objetivo General	3
Introducción.....	4
Capítulo 1. Antecedentes de la tortilla.....	7
Capítulo 2. Método para diseñar con fotografía	8
2.1 Análisis fotográfico de procesos	8
2.2 Análisis de un elemento a rediseñar	11
2.3 Dimensionar a través de la fotografía.....	14
2.4 Presentaciones rápidas y precisas	15
2.5 Rediseñar en una fotografía	17
2.6 La Fotografía para comenzar a dibujar en CAD	18
2.7 Fotografía como registro	19
Capítulo 3. Análisis fotográfico de máquina Dalia	21
3.2. Máquina “Dalia”	21
3.2. Propuesta de Automatización de máquina “Dalia”	25
Capítulo 4. Análisis fotográfico de máquina para elaborar burritos	29
Capítulo 5. Proceso de elaboración de tacos (Análisis fotográfico)	34
Caso 1. Enrollamiento completo apoyado en superficie plana y rígida	36
Caso 2. Enrollamiento completo apoyado en superficie flexible	38
Caso 3. Semi-enrollamiento partiendo de la mitad apoyado en superficie plana y rígida	39
Caso 4. Semi-enrollamiento partiendo de la mitad apoyado en una superficie flexible	40
Caso 5. Semi-enrollamiento en dos dobleces apoyado en una superficie flexible	41
Caso 6. Semi-enrollamiento partiendo de la mitad, tomando la comida con la tortilla sujeta por la mano	42
Capítulo 6. Documentación de los modelos realizados	45
6.1. Modelo de pluma de cilindros concéntricos	45
6.2. Enrollador de pinzas con giro excéntrico	46
6.3. Enrollador doble (cortador)	48
6.4 Enrollador de garra con banda de costillas	50
Capítulo 7. Principios básicos para el enrollamiento de la tortilla	53

Capítulo 8. Descripción de la máquina para elaborar tacos	55
8.1 Descripción general de la máquina.....	55
8.2 Descripción del funcionamiento.....	56
8.3 Pruebas de funcionamiento.....	59
8.4 Comparativo con los otros modelos.....	61
Capítulo 9. Variables que mejoran el proceso de enrollamiento de la tortilla con el sistema de doble banda	63
Resultados	65
Conclusiones	67
Trabajo a futuro	69
Lista de figuras	70
Lista de Tablas	76
Bibliografía	77

Resumen

Vivimos en una era de reproducción sofisticada y perfección digital, en un mundo dominado por la imagen que moldea e informa en casi todos los aspectos de nuestra vida diaria. Es por eso que se propone a la fotografía como herramienta para varias aplicaciones dentro de la ingeniería de diseño como: análisis fotográfico de procesos, análisis de un elemento a rediseñar, dimensionar a través de la fotografía, presentaciones rápidas y precisas por medio de la manipulación de la imagen ya sea por medio del color, textura o dimensiones, rediseñar en una fotografía (dibujando en ella o con fotomontajes), el comienzo de un sketch de CAD a partir de una fotografía, y la fotografía como registro (de calidad, para desensambles y diseño de manuales).

En este trabajo se aplicó la fotografía como herramienta en el proceso de diseño de una máquina para elaborar tacos de origen totalmente mexicano. Ya que en la actualidad existen máquinas automáticas de este tipo, pero de acuerdo a la investigación realizada no se encontró ninguna de origen mexicano.

Objetivo General

Conjugar la Ingeniería de Diseño con la Fotografía. Utilizando a ésta última como una herramienta de diseño. Aplicar esta herramienta al proceso de diseño de una máquina para elaborar tacos.

Introducción

Este trabajo esta dividido en 9 capítulos en los cuales se propone a la fotografía como herramienta para varias aplicaciones dentro de la ingeniería de diseño y ésta a su vez emplearla como metodología para el proceso de diseño de una máquina para elaborar tacos.

Capítulo 1. Antecedentes de la tortilla

Se presenta una breve semblanza de los antecedentes de la tortilla y de sus características físicas.

Capítulo 2. Método para diseñar con fotografía

Se describe el método empleado en todo este trabajo. Este método recopila algunas aplicaciones de la fotografía dentro de la Ingeniería de Diseño y explica brevemente cómo se deben de tomar correctamente las fotografías para tener un mejor resultado para su posterior análisis. Es así que en el punto 2.1 se describe cómo hacer un análisis fotográfico de procesos manuales y automáticos. En el punto 2.2 se aborda cómo emplear la fotografía para hacer un análisis de un elemento a rediseñar. En el punto 2.3 se ocupa a la fotografía como un auxiliar para dimensionar objetos. En el punto 2.4 se hace una explicación de cómo llevar a cabo presentaciones rápidas y precisas dentro de la etapa de diseño conceptual por medio de la manipulación de la imagen ya sea por medio del color, textura o dimensiones, rediseñar en una fotografía (dibujando en ella o con fotomontajes). En el punto 2.5 se describe cómo se puede comenzar un sketch de CAD a partir de una fotografía. Y en el punto 2.6 habla de la fotografía como registro ya sea de calidad, para desensambles o para diseño de manuales.

Capítulo 3. Análisis fotográfico de máquina Dalia

Se realiza un análisis fotográfico a esta máquina no automática llamada “Dalia”, la cual enrolla hoja de parra para envolver comida a manera de un burrito. El punto 3.1 hace una descripción de la máquina y se analiza el funcionamiento de la misma para encontrar su esencia de enrollamiento. Y en el punto 3.2 muestra una propuesta de automatización de la máquina “Dalia”.

Capítulo 4. Análisis fotográfico de máquina para elaborar burritos

Se analiza gráfica y fotográficamente a una maquina que elabora burritos que se investigó por Internet para encontrar las posibles dimensiones de su producto final (burritos). Y también muestra una identificación de los elementos de una de las estaciones de la máquina con sus posibles dimensiones y materiales.

Capítulo 5. Proceso de elaboración de tacos (Análisis fotográfico)

Se aborda un estudio a secuencias fotográficas donde se muestra 6 diferentes formas de cómo por lo general la gente preparar un taco. El análisis consiste en detección de puntos de contacto, trayectorias que se siguen y los tipos de fuerzas aplicadas (sólo identificación y no medición) en el momento de preparar los tacos con la finalidad de encontrar en cuáles casos se puede preparar más rápido el taco, número de pasos y cuál se desenrolla más fácil. Así en el **caso 1** se muestra el enrollamiento completo apoyado en superficie plana y rígida, en el **caso 2** el enrollamiento completo apoyado en la mano, en el **caso 3** el semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) apoyado en superficie plana y rígida, en el **caso 4** el semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) apoyado en la mano, en el **caso 5** el semi-enrollamiento en dos dobleces apoyado en la mano y en el **caso 6** el semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) tomando la comida con la tortilla sujeta por la mano.

Capítulo 6. Documentación de los modelos realizados

Se hace una documentación de los 4 modelos construidos para solucionar el problema de enrollamiento de la tortilla. Cada uno se describe físicamente, su modo de operar y las pruebas de funcionamiento que se les realizaron; así como las ventajas y desventajas que se presentaron. En el punto **6.1** trata del modelo “pluma de cilindros concéntricos”, en el punto **6.2** del modelo “enrollador de pinzas con giro excéntrico”, en el punto **6.3** del “enrollador doble” y en el **6.4** del “enrollador de garra con banda de costillas”.

Capítulo 7. Principios básicos para el enrollamiento de la tortilla

Se muestran los principios básicos de enrollamiento de la tortilla, los cuales son las conclusiones obtenidas del análisis fotográfico del proceso de elaboración de tacos del capítulo 5 y de las pruebas de funcionamiento de los modelos presentados en el capítulo 6, las cuales son empleadas para proponer una de las soluciones efectivas al problema de enrollamiento de la tortilla.

Capítulo 8. Descripción de la máquina para elaborar tacos

Se habla de la máquina para elaborar tacos que se desarrolló durante este trabajo. Describiendo en el punto **8.1** a la máquina en general, mientras que en el punto **8.2** hace la descripción de su funcionamiento y en el punto **8.3** muestra los resultados de las pruebas de funcionamiento.

Capítulo 9. Variables que mejoran el proceso de enrollamiento de la tortilla con el sistema de doble banda

En el último capítulo, se muestran las variables que mejoran el proceso de enrollamiento para la máquina construida.

Resultados

Se muestran los resultados obtenidos de conjugar la Ingeniería de diseño con la fotografía analizándose para el caso del “Método de diseño por fotografía” y su caso de aplicación: la máquina para elaborar tacos.

Conclusiones

Se muestran las conclusiones obtenidas de realizar este trabajo y las aportaciones que dejó todo este proceso creativo en el diseño.

Trabajo a futuro

Se enuncian los sistemas de la máquina que quedan pendientes para que completamente terminada y patentarla. Y se enuncian los puntos que faltan de investigar y agregar al Método de diseño por fotografía.

Lista de figuras

Como este trabajo se apoya en gran medida del uso de imágenes, se muestra toda la lista de figuras en miniatura para una fácil localización.

Lista de Tablas

Se muestra un listado de tablas empleadas en este trabajo.

Bibliografía

Y por último se presenta las referencias bibliografías consultadas, desde libros, notas de clase, un simposio y páginas consultadas en internet.

Capítulo 1. Antecedentes de la tortilla

La manera de hacer la masa y la tortilla prácticamente no ha cambiado durante siglos, incluso, los procesos industriales para hacer este alimento son muy semejantes al proceso tradicional. La tortilla, en todas sus formas y colores, ha estado presente en la mesa de los mexicanos durante siglos.

A fines del siglo XIX se patentó la primera máquina tortilladora, lo que en un principio permitió ahorrar muchas horas de trabajo tradicionalmente femenino en los hogares.

Décadas después, se crearon las harinas de maíz, las cuales están parcialmente nixtamalizadas y permiten ahorrar tiempo y energía, además de que evitan el agua residual del proceso, el *nejayote*, que es muy contaminante (hacer 1 kg de masa produce de 3 a 10 litros). Actualmente, se siguen buscando alternativas para hacer más barato y menos contaminante la elaboración de tortillas, a la par que se busca enriquecer sus propiedades nutrimentales.

A pesar de que la forma tradicional de hacer tortillas ha perdido terreno ante la industrialización, los consumidores preferirían la calidad de las tortillas hechas como en los pueblos o rancherías, ya que muchas tortillerías de las zonas urbanas suelen adquirir la masa en molinos en que se prepara el nixtamal con maíz y harina. La proporción de la masa recomendada debiera ser 70% grano y 30% harina de maíz, sin embargo, esta proporción varía de molino en molino. Cuanta más harina de maíz se adicione al nixtamal se obtendrá una tortilla que, una vez que se enfría, ya no tendrá la misma suavidad y consistencia que cuando recién hecha.

Otra de las características importantes de la tortilla es el uso de sus caras, es decir, la delgada y la gruesa. La primera, es la que está en contacto con el alimento; la segunda, sirve de protección con el exterior. Esta característica en la tortilla se debe a que cuando una de las caras entra en contacto con el calor del comal, ésta comienza a cocerse y pierde humedad en forma de vapor de agua. Como la otra cara aún mantiene las propiedades elásticas de la masa en la superficie, retiene el vapor de agua y hace que la tortilla se infle. Poco después, el vapor escapa por una abertura de la tortilla pero deja dos capas bien definidas: una gruesa, que empezó a cocerse con el calor del comal, y una delgada, que comenzó a cocerse con el vapor de agua (figura 1.1).



Figura 1.1. Tortillas infladas por el vapor de agua recién salidas de la máquina con la cara delgada hacia arriba

Capítulo 2. Método para diseñar con fotografía

Aunque técnicamente hay mucho que aprender a la hora de crear una imagen fotográfica, no hay reglas fijas o absolutas que dicten cómo se deben captar las imágenes, de modo que las posibilidades son ilimitadas. Es por eso que se propone a la fotografía para varias aplicaciones dentro de la Ingeniería de Diseño como: análisis fotográfico de procesos, análisis de un elemento a rediseñar, dimensionar a través de la fotografía, presentaciones rápidas y precisas por medio de la manipulación de la imagen ya sea por medio del color, textura o dimensiones, rediseñar en una fotografía (dibujando en ella o con fotomontajes), el comienzo de un sketch de CAD a partir de una fotografía, y la fotografía como registro (de calidad, para desensambles y diseño de manuales).

Y es esta herramienta la que se empleará para el proceso de diseño de la máquina para elaborar tacos.

2.1. Análisis fotográfico de procesos

El análisis fotográfico puede aplicarse tanto a procesos manuales como automáticos, principalmente consiste en examinar trayectorias, tipos de fuerzas, análisis comparativo entre otros procesos similares.

Para el análisis fotográfico de procesos se propone como representación de los puntos de contacto, trayectorias y fuerzas, la siguiente simbología (ver figura 2.1):

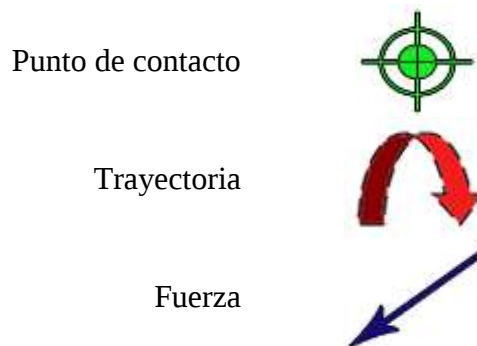


Figura 2.1. Simbología

El análisis consiste en tomar una secuencia fotográfica del proceso para posteriormente detectar el tipo de fuerzas que intervienen, la trayectoria que siguen los elementos que aparecen en la fotografía, así como los puntos de contacto entre ellos; como se ilustra en la figura 2.2.



Figura 2.2 Análisis fotográfico de un proceso manual

Dentro del análisis fotográfico es importante dar a conocer los puntos que se deben considerar para el tratamiento de la imagen. La fotografía se debe pasar a transparencia o blanco y negro, y así todos los trazos que se hagan sobre la imagen resaltarán, evitando que se pierdan o se confundan con el resto de la información de la imagen (mismos tonos, colores o formas geométricas).

Existen dos métodos para pasar una imagen a transparencia. Uno es crear una nueva área de trabajo de color blanco y sobre de ésta se coloca la fotografía en transparencia (disminuyendo el porcentaje de opacidad). La otra es cubrir la imagen con una capa semitransparente de color blanco. Este segundo método tiene mejores resultados, pues no se pierde tanta información de colores y texturas. Por cualquiera de los dos métodos se recomienda verificar que no se pierda información como: volumen, texturas o que se confundan los objetos que tengan las mismas tonalidades, ya que estos después del tratamiento se van a aclarar aun más. Si existe alguno de los problemas anteriormente mencionados, la imagen se deberá pasar a blanco y negro y de igual forma se debe verificar que los colores o tonalidades que son muy similares no queden de la misma tonalidad de gris, ya que se podrían llegar a confundir y/o perder información esencial. Para este último caso, antes de pasar a blanco y negro, se tendrá que modificar por selección de color y/o los niveles (colores oscuros, medios y claros) hasta recuperar la información perdida de volumen.

Después de este tratamiento ya se puede empezar a trazar los puntos de contacto, fuerzas y trayectorias con diferentes colores y con la mejor claridad posible. Por razones de simplicidad, se recomienda empezar a trazar primero los puntos de contacto o las trayectorias y hasta el final las fuerzas aplicadas a los puntos de contacto.

En el mayor número de los casos, es necesario pasar la fotografía a transparencia para facilitar el dibujar encima de ella, ya sea a mano o por medio de la computadora, ya que se puede, en el caso de ser un proceso manual, obtener una propuesta de solución automatizada del proceso (en caso de ser requerida).

Para el caso de procesos automáticos, la fotografía ayuda a identificar: elementos (como se muestra en la figura 2.3), la posible función que cumplen (se verá en el capítulo 4) y el tipo de material genérico (metal, cerámico, polímero).

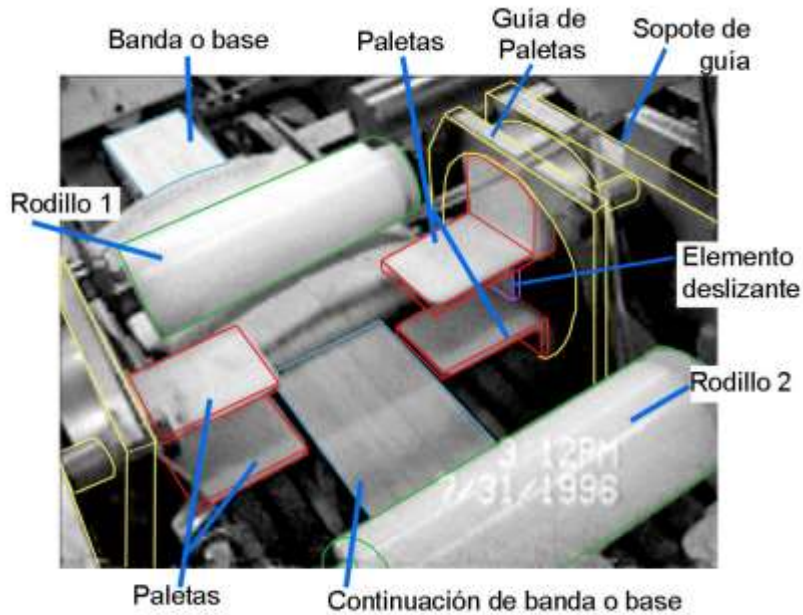


Figura 2.3. Identificación de elementos en un proceso automático

Cuando se toma una secuencia fotográfica de un proceso automático, se pueden analizar también: trayectorias, puntos de contacto y tipos de fuerzas, así como también el número de pasos que conforman el proceso y si todas las operaciones son seriadas o tienen algunas simultáneas. En la figura 2.4 se muestra un ejemplo de este tipo, en donde se puede observar un proceso con operaciones seriadas; en el capítulo 4 se explicará más detalladamente.

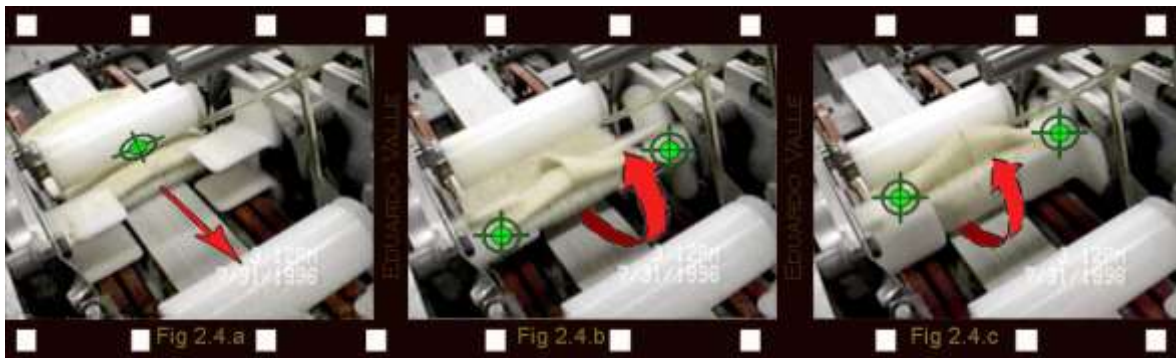


Figura 2.4. Análisis de un proceso automático de una máquina para elaborar burritos

En el caso de existir varios procesos análogos y que lleguen a un resultado similar, la secuencia fotográfica facilita el análisis comparativo entre procesos. De esta manera, se obtienen las ventajas y desventajas de cada proceso, número de pasos, complejidad para llevar a cabo el proceso o hasta posiblemente una manera de optimizar el proceso. En el caso de las figuras 2.5 y 2.6 se presentan dos formas distintas de preparar un taco a mano y que se explican más detalladamente en el capítulo 5.

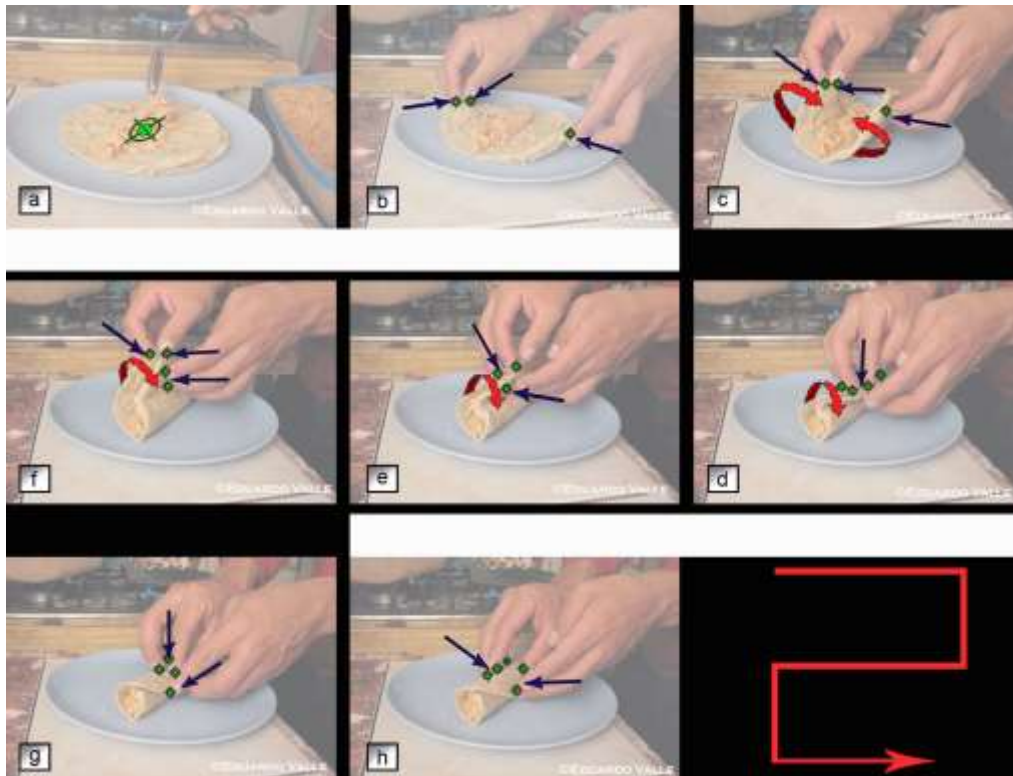


Figura 2.5 Análisis de un semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) apoyado en una superficie plana

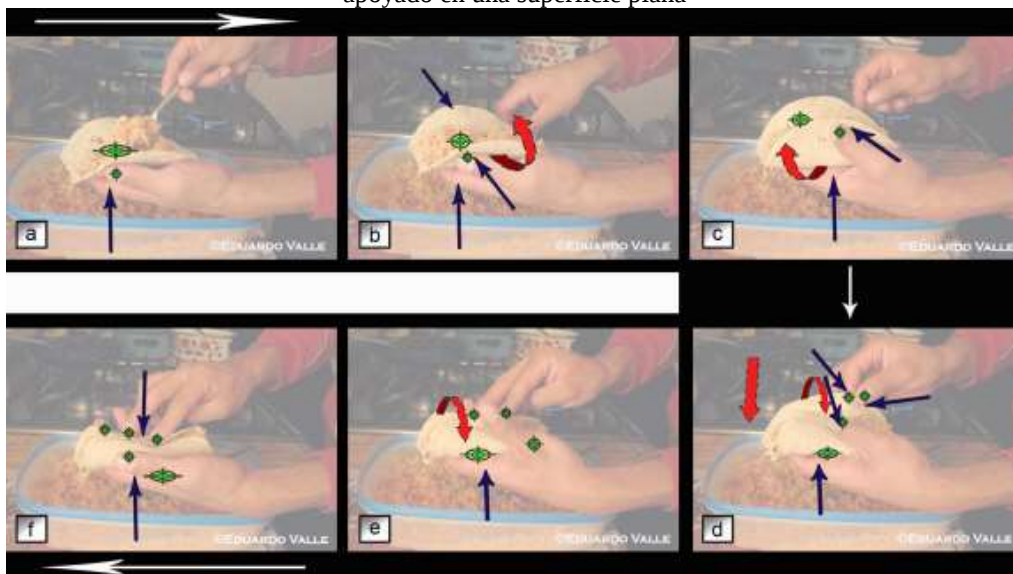


Figura 2.6. Análisis de un enrollamiento en dos dobleces apoyado en la mano

2.2. Análisis de un elemento a rediseñar

Cuando se tiene que rediseñar un elemento, es necesario llevar a cabo una serie de etapas. Si se cuenta físicamente con el elemento a rediseñar, y se necesita saber el número de

piezas, identificar a las mismas o hasta presentar cada una de las piezas con sus distintas vistas o un explosivo del elemento, la fotografía puede ahorrar mucho tiempo, ya que se pueden tomar las fotografías necesarias a cada componente y presentarlas como un plano.

Además, si se requiere hacer una presentación, ya sea a un cliente o a un directivo de una empresa para aprobar el rediseño, y que no están familiarizados con representaciones utilizadas en los planos (materiales, cortes, etc), la representación fotográfica, ayudará en gran medida a un mejor entendimiento. En la figura 2.8 se presenta a manera de ejemplo un explosivo de una linterna de mano.



Figura 2.8. Explosivo para mostrar todas las partes que componen una linterna de mano

El análisis también se hace a dispositivos diferentes que tengan la misma función. Con el análisis fotográfico sería relativamente sencillo comparar los elementos y ver cuáles tienen mayor cantidad de material, el diseño exterior (apariencia, impacto visual y psicológico) y si las fotos muestran un corte, el interior o un tipo de vista en explosivo se podría hacer una comparación de el número de elementos utilizados, así como de los espacios muertos que estos pueden presentar. Un ejemplo de este tipo se muestra en las figuras 2.9 y 2.10 con dos linternas de mano de diferentes marcas. En donde la linterna de la figura 2.9 muestra un diseño exterior ligeramente más robusto, mejores acabados y dos diferentes colores a comparación de la linterna de la figura 2.10.

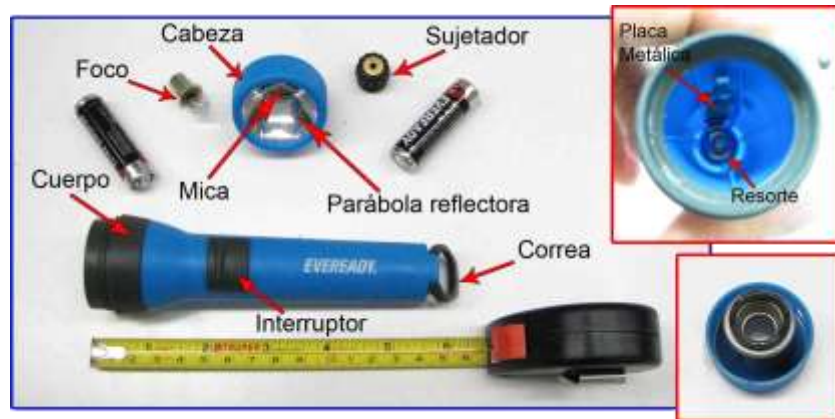


Figura 2.9. Explosivo para mostrar todas las partes que componen una linterna de mano marca Eveready



Figura 2.10. Explosivo para mostrar todas las partes que componen una linterna de mano marca Varta

Dentro de este análisis se puede hacer un estudio de los acoplamientos y desacoplamientos utilizados en el diseño de un producto, es decir, de las dependencias o independencias de funcionamiento o desempeño que tienen los elementos entre sí que conforman a un producto. Cabe señalar, que la fotografía para este caso sirve más como herramienta para organización y registro del estudio de los acoplamientos y desacoplamientos ya que estos se pueden detectar más fácilmente en pruebas de funcionamiento y al estar ensamblando y desensamblando el producto.

A continuación se describirán cada uno de los acoplamientos y desacoplamientos de las linternas haciendo referencia a los nombres asignados a cada uno de los elementos mostrados en las figuras 2.9 y 2.10.

La figura 2.11 y 2.12 muestran los acoplamientos de la linterna Eveready y Varta, respectivamente. En este caso los acoplamientos de la figura 2.11 se dan con el cuerpo de la linterna y parte del circuito para las baterías y el foco y el otro se da en la rosca del sujetador de foco para fijarlo con la parábola reflectora. En el caso de la figura 2.12 se observan mayor número de acoplamientos, dos de ellos son exactamente los mismos que en

la figura 2.11 a excepción de que el sujetador de foco no tiene material conductor, otro acoplamiento está en la parábola reflectora que lleva rosca y el último se da en la rosca que lleva el cuerpo y la cabeza de la linterna.



Figura 2.11. Acoplamientos de linterna Eveready



Figura 2.12. Acoplamientos de linterna Varta

En el caso de los desacoplamientos se muestran en las figuras 2.13 y 2.14 para la linterna Eveready y Varta, respectivamente. Los desacoplamientos mostrados en la figura 2.13 se dan entre la cabeza de la linterna la mica y su parábola reflectora, el material conductor con el sujetador de foco, que el cuerpo de la linterna está seccionado en dos (uno con un plástico azul y el otro con plástico gris) y por último entre el elemento para sujetar la linterna y el cuerpo de ésta. Por el otro se encuentra que los desacoplamiento de la figura 2.14 se dan entre la correa para sujetar la linterna y el cuerpo de la misma, el anillo conductor, con el sujetador de foco, mica, parábola reflectora y la cabeza de la linterna, y por último está el anillo tipo empaque.



Figura 2.13. Desacoplamientos de linterna Eveready



Figura 2.14. Desacoplamientos de linterna Varta

2.3. Dimensionar a través de la fotografía

La fotografía como herramienta en la ingeniería de diseño puede auxiliar a obtener las dimensiones o dimensiones relativas (dimensiones en función de una variable) de un elemento que no se tiene físicamente. En la figura 2.15 se presenta el dimensionamiento relativo de una imagen de burritos obtenida de Internet.

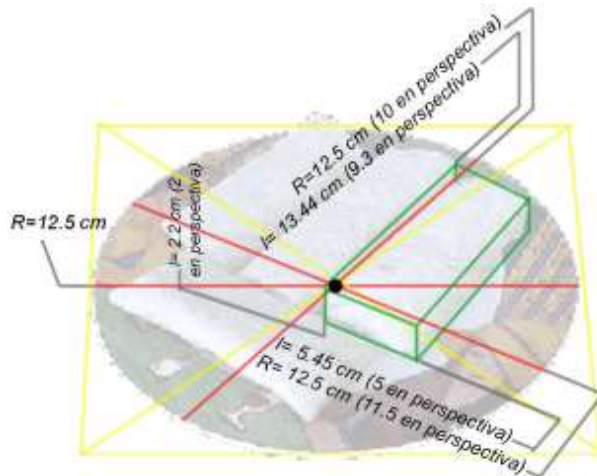


Figura 2.15. Dimensiones relativas de unos burritos

Las dimensiones se pueden obtener por medios digitales o imprimiendo a escala real y así obtener con un instrumento de medición las dimensiones correspondientes. En la figura 2.16 se muestra una fotografía de una lámpara y sus dimensiones a una escala 1: 2.

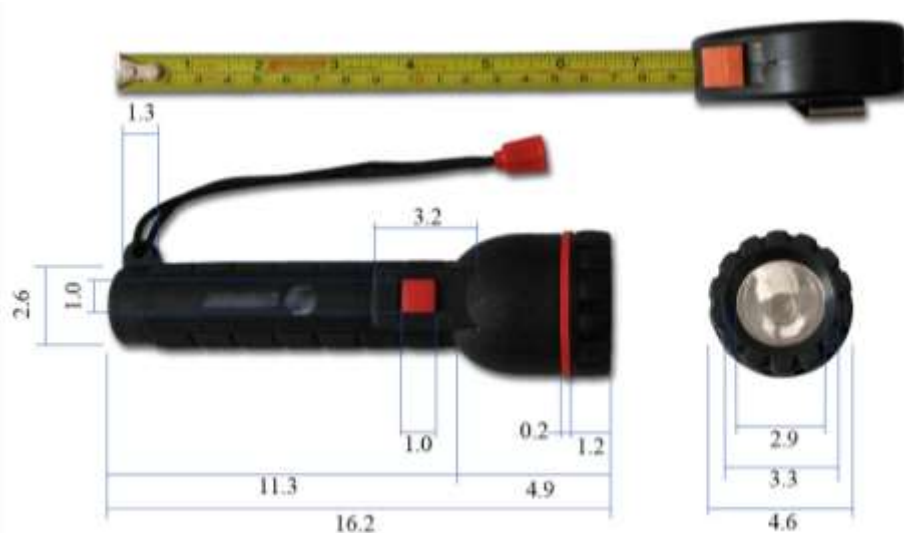


Figura 2.16. Lámpara con dimensiones. Esacala 1 : 2. Acot. en cm.

2.4. Presentaciones rápidas y precisas

Cuando un diseñador se encuentra en la etapa de diseño conceptual y se tiene que dar una presentación rápida a un patrocinador, la fotografía tiene ventajas sobre un simple dibujo o un modelo en CAD, ya que el tiempo requerido para hacer una toma es mucho menor que el hacer un dibujo o un modelado en CAD, ahorrándose muchas horas hombre.

En la figura 2.17 se muestra la manipulación de las dimensiones generales de un refrigerador con una escala humana de referencia. El segundo refrigerador de izquierda a derecha es el original (sin ninguna manipulación en dimensiones), mientras que el resto son más altos o bajos, delgados o anchos respecto al original.



Figura 2.17. Manipulación de las dimensiones generales de un refrigerador. El segundo refrigerador de izquierda a derecha no tiene ningún tipo de manipulación.



Figura 2.18. Manipulación de las dimensiones de las puertas de un refrigerador y de los accesorios. El segundo refrigerador de izquierda a derecha no tiene ningún tipo de manipulación.



Figura 2.19. Manipulación del color original de un refrigerador

En la figura 2.18 se manipuló sólo la dimensión del ancho de una de las puertas, tómese como referencia al refrigerador de en medio sin ninguna modificación. Esto se logra creando dos copias de la misma fotografía en capas diferentes; en cada una se conservará sólo una puerta y una de estas dos capas se le modificará el ancho. Mientras que en la figura 2.19 se volvió a tomar como referencia el mismo refrigerador, el cual se pasa a blanco y negro y después se le pone una capa de filtro de color encima, ésta se irá manipulando hasta conseguir el color del refrigerador que se desea. Cabe señalar que en el mercado este refrigerador sólo existe en color gris.

Esta herramienta permite hacer un abanico de posibilidades para el rediseño de un producto como se hace también en el punto 2.5. Diseñando bajo el método de consumidor a consumidor, donde los requerimientos y especificaciones los pone el cliente/consumidor, después se diseña el producto y el resultado se le vuelve a presentar al consumidor,

esperando que éste nuevo diseño sea lo que realmente quería o esperaba. El buen manejo de este método de diseño nos asegura el éxito de ventas del nuevo producto, con la gran ventaja como se dijo en el punto 2.2 que la representación fotográfica, ayudará en gran medida a un mejor entendimiento del nuevo producto por parte del consumidor; además no se genera ningún gasto de construcción de prototipo hasta que el diseño sea aprobado.

2.5. Rediseñar en una fotografía

Cuando se analiza una máquina o un producto por medio de la fotografía se puede sugerir un rediseño ya sea dibujando encima de ella o sobreponiendo elementos con otra fotografía. En algunas ocasiones, conviene pasar la fotografía a transparencia y los trazos que se hagan encima de ésta se enfatizarán y no desviará la atención del diseñador.

Para esta herramienta es recomendable contar con una tableta digitalizadora (ver figura 2.20) y un banco de imágenes del producto a rediseñar en diferentes perspectivas como también de las imágenes de elementos que vayan a servir para sobreponerlas.



Figura 2.20. Tableta digitalizadora.

En la figura 2.21 se toma como referencia el mismo refrigerador del punto 2.4, al cual se hacen dos propuestas visuales. La del lado izquierdo muestra a un refrigerador sin ningún accesorio en las puertas con la finalidad de tener un diseño más limpio. Esto se logra clonando segmentos de área más cercanas a los accesorios para que el tipo de iluminación corresponda a todo lo largo del refrigerador. Mientras que en la segunda propuesta se ocupa el espacio del accesorio de la puerta derecha para montar una pantalla plana en donde el usuario de casa pueda revisar recetas de cocina, ya sea de las que se encuentran cargadas o investigadas en Internet, y también tener la posibilidad de poder ver la televisión allí mismo. En la puerta izquierda se disminuyó el espacio del compartimiento para que salgan los cubos de hielo a lo alto, para colocar en la parte superior un estéreo con un juego de bocinas.



Figura 2.21. Simulación de refrigerador sin accesorios en la puerta y de otro con radio, bocinas y pantalla para ver Tv y acceso a Internet

En la figura 2.22 se muestra una propuesta de un refrigerador con una ventana en la puerta para facilitar la búsqueda de los alimentos sin necesidad de tener abierta la puerta por un tiempo mayor, ahorrándose así energía eléctrica.



Figura 2.22. Simulación de ventana en un refrigerador

2.6. La Fotografía para comenzar a dibujar en CAD

Cuando se necesita modelar una pieza en CAD, la fotografía puede ser la base del comienzo de una vista para el modelado de esa pieza. Sólo basta elegir la cara o vista del elemento a modelar que contenga mayor información o la más relevante y se le toma una fotografía (figura 2.23).



Figura 2.23. Fotografía de linterna Steren



Figura 2.24. Modelado en CAD de linterna Steren

Cabe señalar que para hacer uso de esta herramienta, se recomienda tener el lente de la cámara totalmente paralelo a la cara a fotografiar y emplear lentes normales o telefotos, ya que si son menores a estos, como el caso de un lente gran angular, la imagen sufrirá ligeras deformaciones, como por ejemplo, las líneas rectas parecerán levemente líneas curvas y en los extremos de la imagen tienden a alargarse.

Por ejemplo el programa Solid Works permite empezar un Sketch con la fotografía como área de trabajo (figura 2.24). Teniendo como ventaja el dibujar figuras geométricas o líneas encima de la fotografía sin perder tiempo en encontrar los diámetros y centros de los círculos o las coordenadas de ubicación de alguna otra geometría. Se recomienda parametrizar todas las dimensiones con respecto a una sola y dando las debidas restricciones al dibujo, sólo bastará con obtener esa medida del objeto real, todo el Sketch quedará proporcionado.

2.7. Fotografía como registro

La industria requiere de procesos de pruebas de calidad, algunos de los cuales se llevan a cabo de manera visual. La fotografía puede servir como ese registro para estos fines. En la figura 2.25 se muestra el resultado de pruebas de sellado de ampollitas. Para llevar a cabo este registro es necesario recrear siempre el mismo escenario en cuestión de mantener la misma cantidad de luz, la misma distancia entre el objeto a fotografiar con el lente de la cámara, mantener fijo el acercamiento o zoom, tener siempre un mismo fondo y acomodar el objeto a fotografiar siempre de la misma forma, por ejemplo, en posición vertical y mostrando la misma vista, es decir, la frontal, lateral, superior, etc. Después se tiene que elegir el que mejor resultado haya tenido y ese es el que va servir de referencia para llevar a cabo las comparaciones

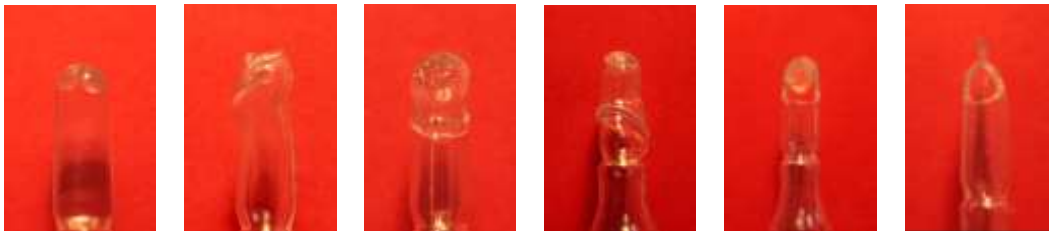


Figura 2.25. Registro de calidad en el sellado de ampollitas.

La fotografía también puede servir de registro para desensamble/ensamble de sistemas o elementos que tengan un gran número de piezas o que éstas sean similares. El ir tomando fotografías ayudará a llevar un orden.

Y la última aplicación del registro fotográfico es para elaborar manuales de usuario donde se entienda cómo se debe hacer el armado de un sistema o dispositivo sin necesidad de emplear a un dibujante, pues la elaboración de los manuales se hace hasta que el producto está terminado. La mayoría de las veces las ilustraciones de los manuales no se entienden, es por eso que las imágenes fotográficas bien tomadas son fáciles de comprender y de esta forma se consigue un lenguaje más universal sin tener que depender de idiomas.

Capítulo 3. Análisis fotográfico de la Máquina Dalia

3.1. Máquina “Dalia”

Como parte de la búsqueda de soluciones para poder enrollar tacos se encontró una máquina llamada “Dalia”, la cual está hecha en Siria. Esta máquina tiene la función de hacer rollos con hoja de parra de manera manual.

El producto final (el rollo de hoja de parra) queda similar a como se enrolla un burrito, con las orillas ligeramente atrapadas por el mismo rollo para evitar que se salga el alimento.

En la figura 3.1 se muestra la máquina “Dalia” y en la figura 3.2 un acercamiento de la misma. En ambas figuras se da nombre a algunos de sus elementos para facilitar su descripción y las funciones que desempeñan.

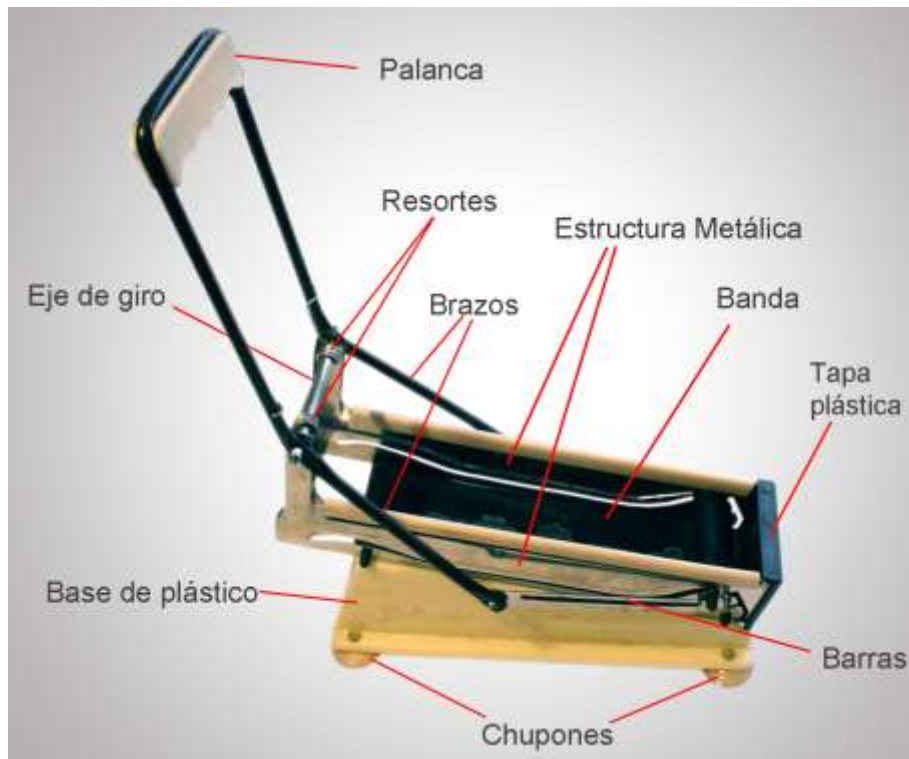


Figura 3.1. Identificación de elementos de la máquina “Dalia”

La máquina “Dalia” tiene una base de plástico que le proporciona una inclinación a la estructura metálica. En la parte de abajo tiene unos chupones para evitar el movimiento la máquina al momento de accionar la palanca.

La tapa plástica tiene la función de darle soporte a la estructura metálica para que no se doblen hacia los costados las paredes laterales de la estructura.

La estructura metálica otorga rigidez a la palanca para que al momento de ser accionada pueda mover al rodillo a lo largo de la guía. El rodillo se encuentra por debajo de la banda, por lo que en ninguna de las imágenes se ve físicamente, por esa razón en la figura 3.2 se dibujó en amarillo el contorno de éste y en color verde las líneas guías que recorrerá el rodillo.

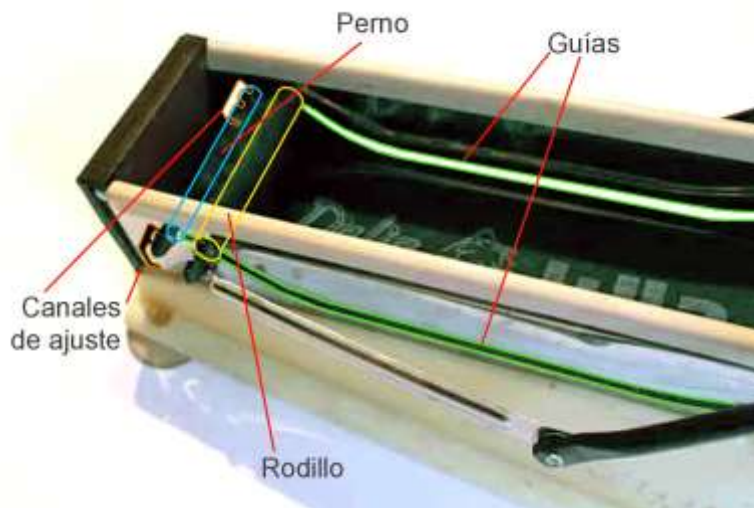


Figura 3.2. Dibujo de contornos de algunos elementos de la máquina

La banda está fijada por medio de unos pernos que se encuentran casi en los extremos de la estructura metálica. Uno de estos pernos se muestra en la figura 3.2 en color azul, el cual se puede mover a través de unos canales de ajuste (dibujados con línea naranja) para tensar la banda y así conseguir diferentes diámetros de rollos.

La posición inicial o estado 1 de la máquina es cuando la palanca se encuentra casi en posición vertical con el rodillo lo más cercano a los canales de ajuste y la banda formando una “L”, es decir, paralela a la base de la máquina y paralela a la placa plástica (en la figura 3.3 es el estado 1).

El estado 2 o final es cuando la palanca ha terminado de bajar (prácticamente en posición horizontal) y el rodillo está llegando más o menos a la altura del tubo de eje de giro, la hoja de parra ya fue enrollada y expulsada de la máquina.

En la figura 3.3 se observa que la estructura metálica tiene unas extensiones que sobresalen de las paredes laterales, éstas tienen dos funciones: una es que sirven para dar soporte al resorte que regresa a su posición inicial a la palanca y la segunda es que sostienen a un tubo que sirve como eje de giro de la palanca.

En la misma figura se muestra con un rectángulo azul dibujado, el orificio por el cual es expulsado el rollo.

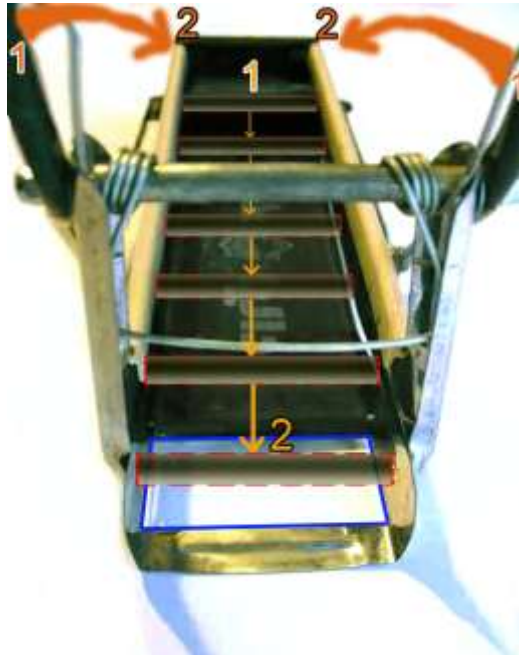


Figura 3.3. Estado 1 y 2 de la máquina

Una vez identificados los componentes, se propone a explicar el proceso, el cual se lleva a cabo de la siguiente manera.

Primero se coloca la hoja de parra con la comida justo en el vértice de la “L” formada por la banda (figura 3.2). Como la hoja de parra es ligeramente más ancha que la longitud entre las dos paredes de la estructura metálica, los extremos de la hoja quedarán recargados sobre las paredes laterales y que cuando se lleve a cabo el proceso de enrollamiento, los extremos quedarán ligeramente atrapados en el rollo, con esto no se permitirá que se salga la comida.

Y de la figura 3.4 a la 3.14 se muestra una secuencia de fotografías acompañadas de una breve descripción (en su pie de foto) de cómo se lleva a cabo el proceso.



Figura 3.4. Se baja la palanca con la mano. La palanca a su vez mueve a los brazos y éstos mueven al rodillo para empezar a enrollar la hoja de parra



Figura 3.5. Por la primer pendiente que tiene la guía, el rodillo hace que el extremo de la hoja de parra (recargada en la banda) libere la comida al aproximarla con el resto de la hoja.



Figura 3.6. Se sigue jalando la palanca y en este momento forma una "C" ligeramente cerrada.



Figura 3.7. En esta toma se puede observar cómo el rodillo queda unos milímetros por encima del resto de la banda



Figura 3.8. Por el largo de la hoja de parra se necesita que la guía tenga una parte alargada (sin curvatura) para que se pueda terminar de enrollar la hoja



Figura 3.9. En este momento el rollo está casi terminado



Figura 3.10. Esta ligera curvatura que presenta la guía es para que el rodillo libre al eje donde está fijo el otro extremo de la banda



Figura 3.11. En esta toma se pudo ver el rodillo se empieza a elevar y el rollo está a punto de ser expulsado



Figura 3.12. Cuando el rodillo llega al final de la guía, el rollo de hoja es expulsado



Figura 3.13. Este es el único momento en el que la banda se tensiona debido a que como los ejes que sujetan a la banda se encuentran fijos y el rodillo al llegar al final de la guía estira la banda

Con esta descripción y el análisis fotográfico se logró encontrar la esencia del funcionamiento de la máquina. La cual se basa en que un elemento flexible como lo es la banda para hacer prácticamente sola el enrollamiento y que va formando una “C” ligeramente cerrada, como el perfil de una ola. La banda únicamente tiene que ser ayudada por un elemento que guíe su camino, en este caso es el rodillo que va recorriendo las líneas guías y también requiere de un soporte rígido plano como es la base, ya que sin ella la banda colgaría de sus pernos y aunque fuera guiada no se podría llevar a cabo el enrollamiento.

3.2. Propuesta de Automatización de máquina “Dalia”

Se hizo otra propuesta para solucionar el sistema de enrollamiento de los tacos siguiendo la esencia de funcionamiento de la máquina Dalia. La nueva propuesta ya automatizada se modeló en el CAD de NX 3, la cual se muestra en la figura 3.14 Cabe señalar que la banda se presenta sólo en esta imagen y en semi transparencia para dejar ver a los elementos que se encuentran detrás de ésta. Para explicar mejor el proceso, en el resto de las imágenes la banda se quitó, pero es el mismo que la máquina “Dalia”.

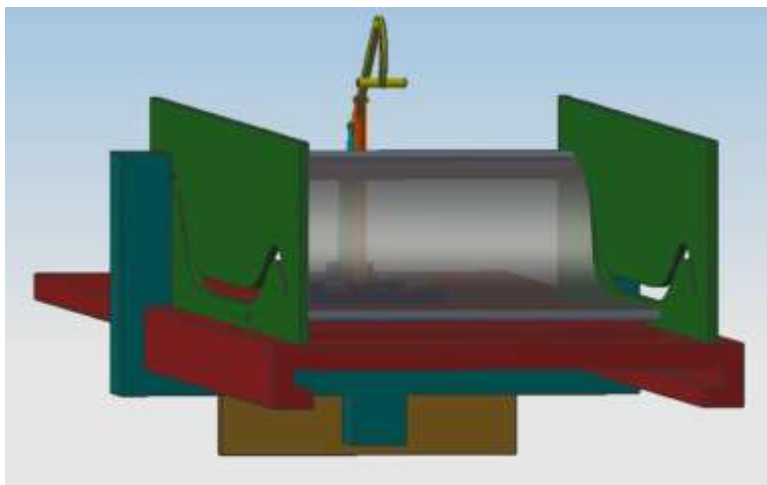


Figura 3.14. Sistema automatizado de enrollamiento hecho con banda.

Esta máquina comparte la mayoría de los elementos que la máquina Dalia, por lo que los nombres serán los mismos que se asignaron en las figuras 3.1 y 3.2. Por esta razón se hará sólo una breve explicación del funcionamiento. Sólo la palanca se cambió por un actuador que se encuentra por debajo de la base, los brazos se sustituyen por una estructura en forma de “Y” (con el palo vertical muy corto) Y se adicionó un mecanismo que acomodará a la banda en “L” para su posición inicial.

Al accionarse de un actuador moverá a la estructura en “Y” mostrada en color verde agua en la figura 3.15. La estructura en “Y” se desplazará en el eje X y a su vez moverá al rodillo a lo largo de las guías de la estructura metálica debido a que esta estructura tiene unos canales verticales.

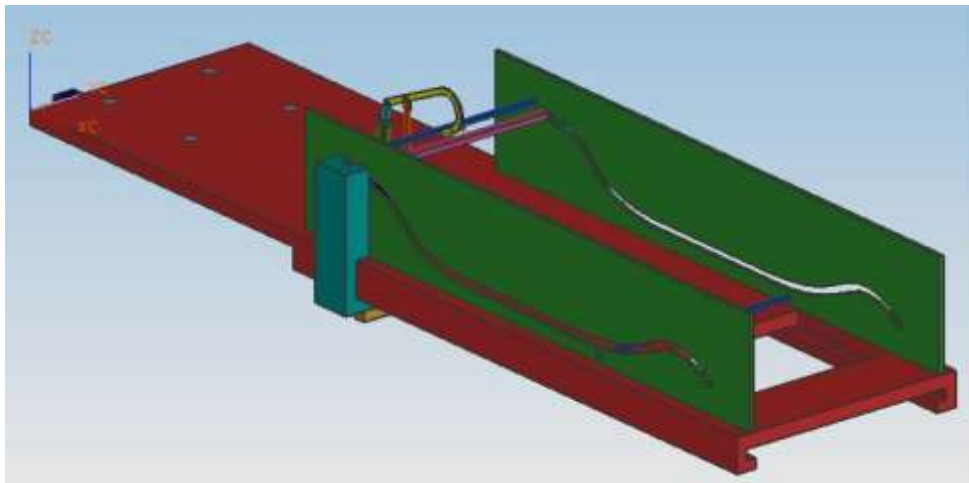


Figura 3.15. Vista en isométrico de la máquina con los ejes XYZ mostrados como referencia en la parte superior izquierda

Existe un mecanismo compuesto de un actuador (color verde y azul), una barra (color amarillo) y soporte vertical (color naranja) que le da la función a la barra de balancín. Un extremo del balancín está articulado con el actuador y el otro extremo tiene forma de gancho para ajustar más fácilmente la banda cuando el rodillo regresa a su posición inicial, pues la banda se queda abombada hacia arriba y tiene que ser ajustada para que la tortilla sea colocada y quede lista para ser enrollada. El mecanismo se muestra en las figuras 3.16 a 3.18.

En el mismo CAD se puede volver invisible a cualquier componente, en este caso, se desapareció la vista de las paredes laterales para mostrar así el funcionamiento del mecanismo que permite regresar a la banda a su posición inicial. Y el perno en color azul se dejó como referencia ya que no se encuentra sujeto a la estructura en “Y” sino a las paredes laterales de la estructura metálica

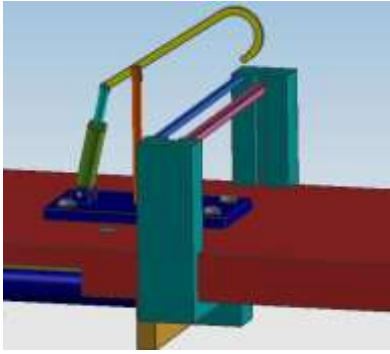


Figura 3.16. Vista en isométrico.
Detalle del ajustador de banda
(balancín en la parte superior)

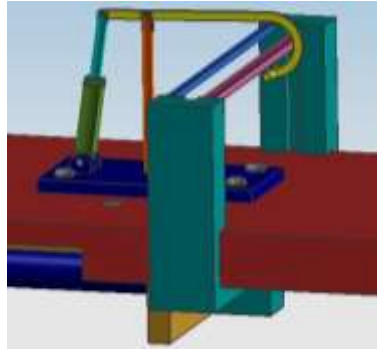


Figura 3.17. Vista en isométrico.
Detalle del ajustador de banda
(balancín a la mitad del recorrido)

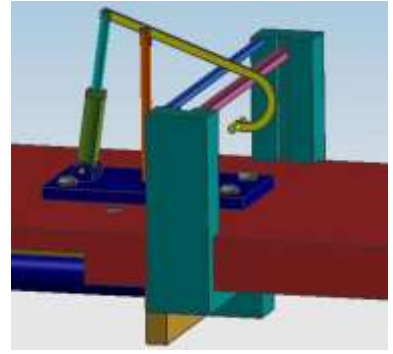


Figura 3.18. Vista en isométrico.
Detalle del ajustador de banda
(balancín en la parte inferior)

Como el resto del proceso es exactamente igual que la máquina “Dalia” se sustituye esa descripción por las figuras 3.19, 3.20 y 3.21 mostrando la máquina a mitad del recorrido del rodillo que va por debajo de la banda, con su vista lateral, inferior y superior, respectivamente.

En la figura 3.19 y 3.20 se observa como el actuador logra mover la estructura en “Y” que guía a su vez el rodillo a lo largo de la placa metálica.

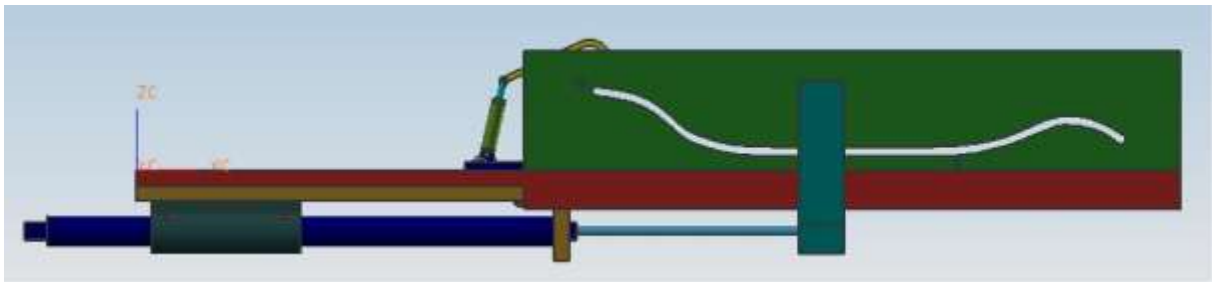


Figura 3.19. Vista lateral mitad del recorrido

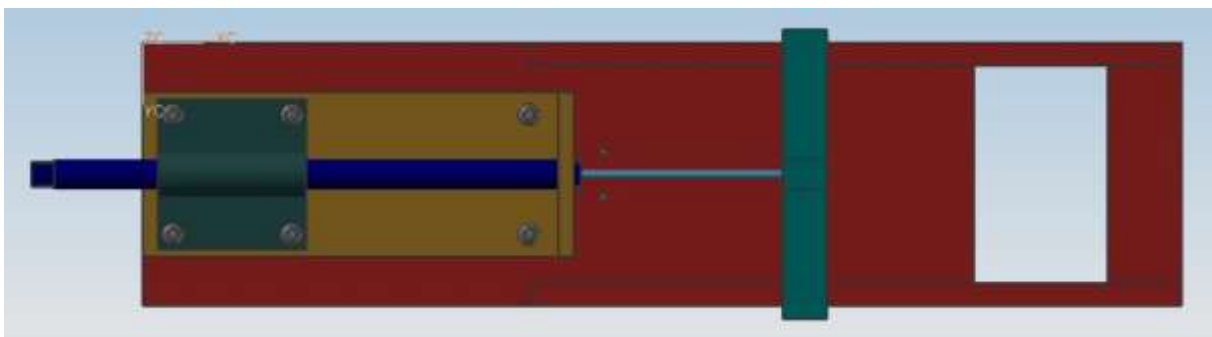


Figura 3.20. Vista inferior mitad del recorrido

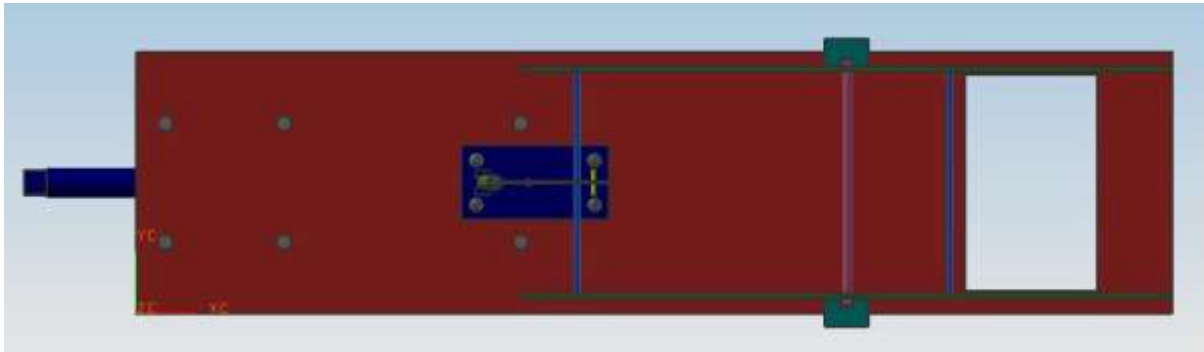


Figura 3.21. Vista superior mitad del recorrido

Pero se detectó que esta nueva propuesta de máquina presentaría un problema, el cual consistía en que no se podía tener una entrada continua de las tortillas, pues éstas debían ser introducidas desde la parte superior y además ser posicionadas para que un extremo de la tortilla quedara recargado en la pared formada por la banda.

Como se detectó que no serviría para un proceso continuo se decidió abandonar la construcción de la máquina y no se incluyó en el capítulo 6 donde se documentan sólo los modelos que si se construyeron ya que a estos si se pudieron hacer pruebas de funcionamiento.

Capítulo 4. Análisis fotográfico de máquina para elaborar burritos

Máquina que hace burritos con tortillas de harina (también llamadas tortillas blancas). Algunas características que el fabricante da de la máquina y que son importantes para este estudio, son las siguientes: tiene una configuración de una línea de producción simple o doble y es capaz de doblar a una velocidad de 60 o 120 burritos por minuto respectivamente. La máquina se muestra en la figura 4.1.



Figura 4.1. Fotografía de la máquina dobladora de burritos



Figura 4.2. Presentación del producto final de la máquina dobladora de burritos de Solbern

Para comenzar con el análisis, se sacó un promedio de las dimensiones de los platos medianos y platos extendidos, y se encontró que para platos medianos el diámetro es de 20 cm, mientras que para extendidos es de 25 cm. A la fotografía de la figura 4.2 se le hizo un tratamiento para pasarla a transparencia y así hacerle trazos encima de la imagen sin que éstos se pierdan o se confundan con el resto de información de la imagen.

Partiendo de una fotografía de una figura circular vista de frente va a tener un radio igual de donde quiera que se mida respecto a su centro, la magnitud de ese radio se ve modificado al tomarle una fotografía en un ángulo diferente al paralelo con respecto al lente de la cámara (ya no en una vista frontal). El resultado del contorno parecería una elipse, pero si se hacen algunas mediciones del radio de ese plato (con respecto al centro) el resultado no va a ser una elipse (figura 4.3), ya que si se traza una línea horizontal que cruce por el centro, el “radio” sólo va a conservar la misma dimensión medido del centro hacia el lado izquierdo y hacia el derecho, mientras que en el caso más extremo (en la línea vertical), el “radio” va a ser mayor del centro hacia abajo que del centro hacia arriba. En la figura 4.3 se presenta un caso de análisis gráfico de un círculo con una perspectiva de ángulo muy reducido con respecto al plano horizontal. El círculo se encuentra contenido en un cuadrado reticulado en 16 partes iguales y dentro del círculo está contenido un cuadrado girado 45° con respecto al cuadrado mayor. También tienen trazadas las diagonales que unen los vértices del cuadrado mayor para que se entienda más claramente que el radio del círculo en perspectiva varía.

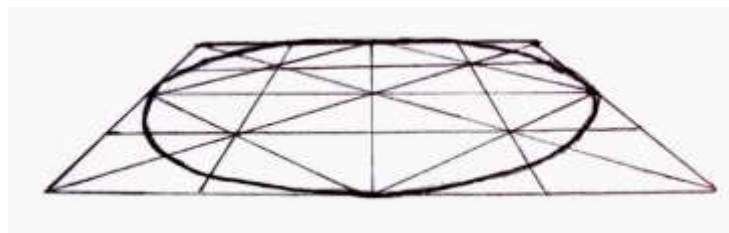


Figura 4.3 Círculo en perspectiva.

Siguiendo el análisis gráfico del círculo en perspectiva, en la figura 4.4 (a y b) con la ayuda de líneas imaginarias (en color amarillo) se obtiene el centro del plato y se dibujan otras líneas auxiliares que cruzaran con el centro lo más paralelas posibles con los lados del burrito (en color rojo) y se encierra a uno de los burritos en una caja (en color verde) para después medirla y comparar las dimensiones con las líneas paralelas más cercanas, ya que si se hace con líneas paralelas más alejadas o con líneas que no sean paralelas se podría tener un error mayor en la aproximación de las dimensiones.

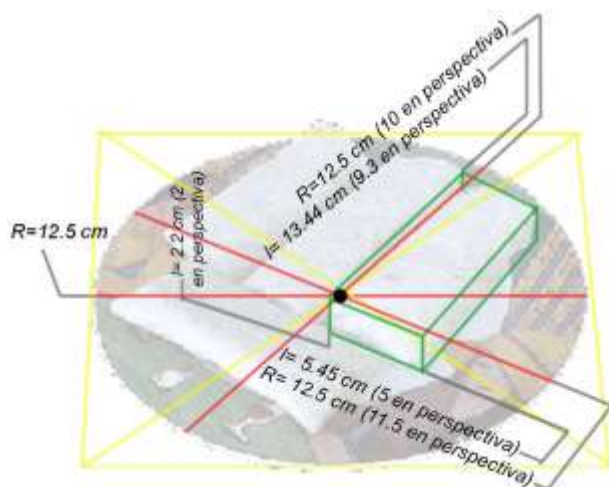


Figura 4.4a. Aproximación de dimensiones del burrito con un plato extendido

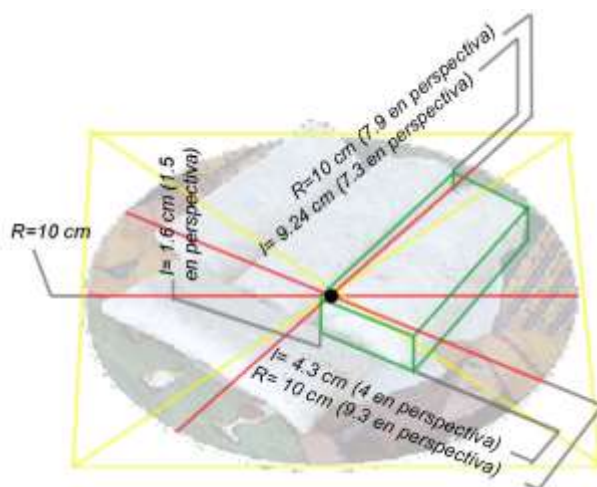


Figura 4.4b. Aproximación de dimensiones Del burrito con un plato mediano

De este análisis se obtienen las dimensiones aproximadas del burrito para un plato extendido son de 13.44 (de largo) x 5.45 (de ancho) x 2.2 (de alto) cm y para un burrito en plato mediano son de 9.24 (de largo) x 4.3 (de ancho) x 1.6 (de alto) cm.

Con las dimensiones aproximadas de los burritos anteriormente mencionadas se concluye que éstos se encuentran en un plato extendido, pues si se tratara de un plato mediano, las dimensiones del burrito serían muy pequeñas.

Además en la página de Internet se presenta un video de corta duración formado por un GIF animado de una estación de la máquina mostrando una parte del proceso de doblado de burritos. Este GIF animado se pudo descomponer en imágenes individuales (de la figura 4.5 a 4.10), las cuales se les hizo una conversión a JPG para aumentar las dimensiones, pixeles por pulgada y una mejora en la nitidez, brillo y contraste; con la finalidad de hacer un

análisis a la trayectoria que sigue el burrito y de los elementos que permiten que el burrito sea doblado.

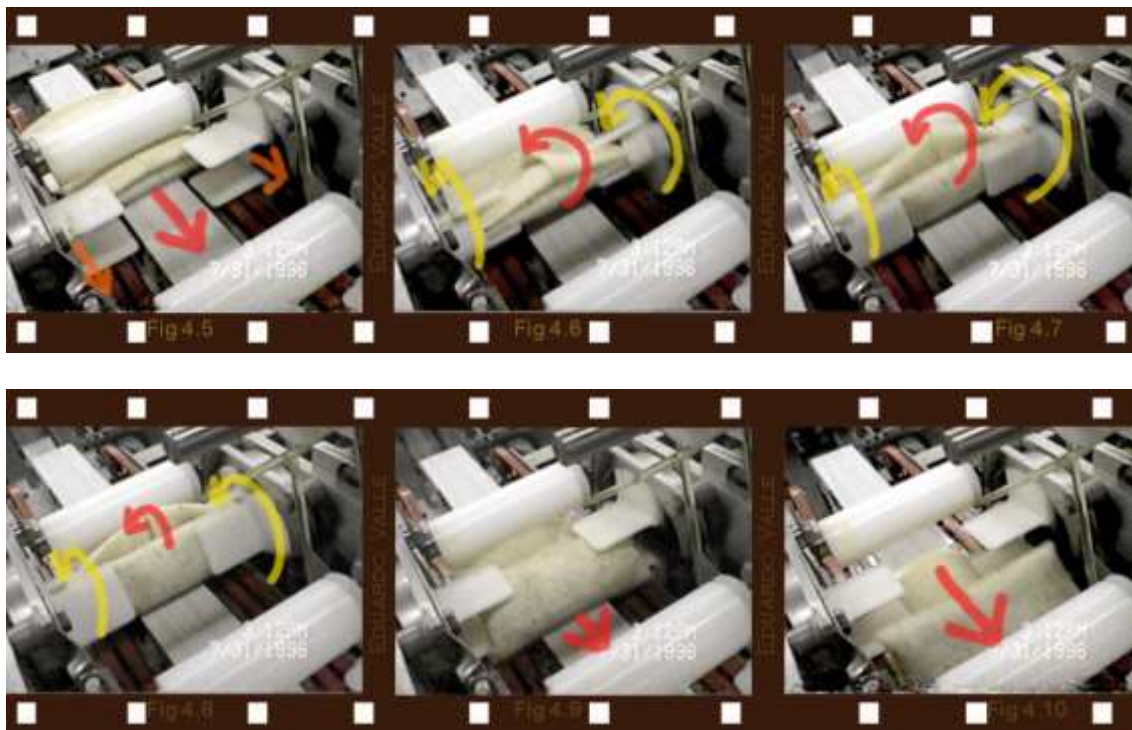


Figura 4.5 a 4.10 Imágenes del GIF animado de la máquina para elaborar burritos. Primero se hará una breve descripción de cómo es el proceso de doblado para lo cual será necesario asignar nombres sólo algunos elementos de esta parte de la máquina que se consideran lo más importantes. Para tal efecto, se toma como base a la figura 4.5. La imagen se pasa a blanco y negro para poder hacer trazos con líneas de colores sobre ella con la finalidad de no se pierdan con el resto de la información que aparece en la imagen (ver figura 4.11).

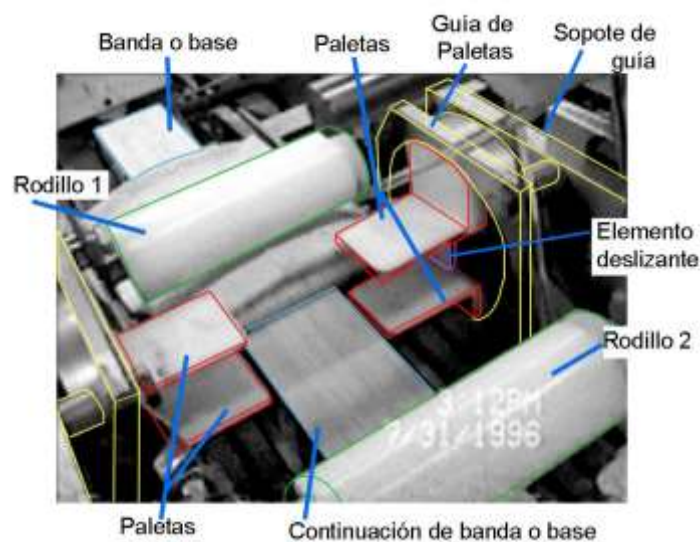


Figura 4.11 Asignación de nombre a algunos elementos

El proceso que se presenta en la secuencia de imágenes empieza con el burrito semi-doblado que pasa por debajo del rodillo 1.

Con las imágenes del GIF animado se pudo observar que los elementos cilíndricos blancos (rodillo 1 y 2), es decir, estos pueden girar y no sólo están estáticos, esto se pudo saber porque hay unas manchas amarillas (al parecer son de aceite) que se van recorriendo al pasar por debajo de ellos el burrito. Debajo del burrito se encuentra una banda transportadora o base. Después de que el burrito pasa por el rodillo 1 entra en unas paletas, las cuales hacen girar al burrito para terminarlo de doblar. Dentro de cada una de estas paletas hay un elemento deslizante el cual impide que el burrito resbale al momento que las paletas lo hacen girar.

Continuando con el análisis fotográfico de la máquina, en la tabla 4.1 se presentan algunos elementos con la posible función que cumplen y el tipo de material genérico (metal, cerámico, polímero).

Tabla 4.1. Posibles materiales y funciones de los elementos de la máquina para elaborar burritos		
Elemento	Materiales	Funciones del elemento
Banda o base	Podría ser tela o metal (si se trata de sólo una base)	Si se trata de una banda: Transportar al burrito semi doblado, ser flexible, guiar. Si se trata de una base: o sólo dar soporte al burrito cuando pase por esta parte de la máquina, ser rígida
Burrito	Tortilla y alimento (el que se le haya puesto).	Empujar al elemento deslizante
Elemento deslizante	Plástico rígido	Rígido, poderse mover en una sola dirección, da límite a la trayectoria del burrito cuando llega a las paletas y sostiene al burrito cuando las paletas empiezan a girar
Guía de paletas	Metal	Rígido, Limitar el movimiento de las paletas mientras el motor las hace girar, restringe el movimiento lineal del elemento deslizante
Paletas	Plástico rígido	Transmitir el giro del motor al burrito, hacer doblez al burrito, sujetar al burrito mientras gira
Rodillo 1	Superficie de plástico rígido	Girar sobre su eje de simetría longitudinal, conducir al burrito hacia las paletas
Rodillo 2	Superficie de plástico rígido	Girar sobre su eje de simetría longitudinal, conducir al burrito hacia el siguiente proceso en la máquina
Soporte de guía	Metal	Rígida, fijar a la estructura de guía de paletas

Esta descomposición por imágenes individuales también sirve para obtener un aproximado de las dimensiones de los elementos que se consideran cruciales para el doblado del burrito, las cuales se consiguen tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis gráfico mostrado en la figura 4.4a. En la figura 4.12 se muestra las dimensiones aproximadas del análisis gráfico, en donde en color naranja se marcaron las siluetas de las paletas, en color verde el rodillo 1 y con amarillo los elementos deslizantes.

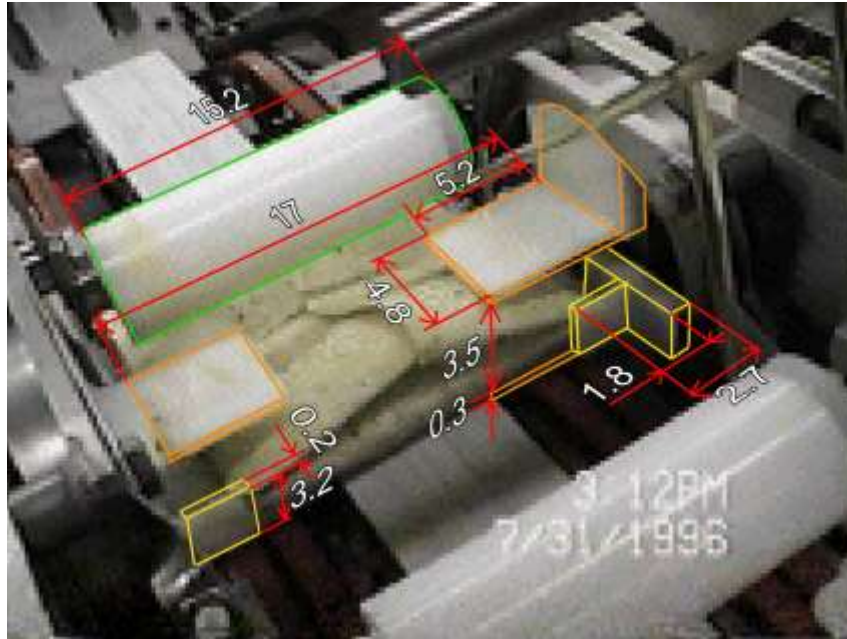


Figura 4.12 Dimensiones aproximadas de una estación de la máquina para elaborar burritos

La conclusión es de que la máquina mostrada en la figura 4.1 se vea tan robusta es porque debe de estar constituida por estaciones que van haciendo el proceso de doblado y no se hace en un solo punto.

Capítulo 5. Proceso de elaboración de tacos (Análisis fotográfico)

En este capítulo se muestra el análisis fotográfico consistente en detección de puntos de contacto, trayectorias que se siguen y los tipos de fuerzas aplicadas (sólo identificación y no medición) a las distintas formas en que la mayoría de la gente hace sus tacos. Para lo cual, se realiza una secuencia de fotografías para cada uno de los tipos de hacer tacos.

Con el análisis fotográfico también se busca cuál es la forma más adecuada de apoyar la tortilla en el momento de servir la comida, encontrar lo más importante y característico del enrollamiento de la tortilla (en cada caso), por ejemplo: la forma más rápida de enrollamiento, la más compleja (en cuestión de número de pasos) y la que se desenrolla con mayor facilidad.

Se propone una clasificación de seis formas de enrollamiento (de las distintas maneras de hacer tacos), la cual considera desde cómo se coloca la tortilla, cómo se sirve el alimento y cómo se enrolla la tortilla; las cuales se enuncian:

1. Enrollamiento completo apoyado en superficie plana y rígida (caso 1).
2. Enrollamiento completo apoyado en la mano (caso 2).
3. Semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) apoyado en superficie plana y rígida (caso 3).
4. Semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) apoyado en la mano (caso 4).
5. Semi-enrollamiento en dos dobleces apoyado en la mano (caso 5).
6. Semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) tomando la comida con la tortilla sujeta por la mano (caso 6).

Cabe señalar que para los casos 1 a 5 la comida es servida con un utensilio de cocina (cuchara) y sólo el caso 6 la comida es tomada con la tortilla y mano.

El tratamiento que debe de tener la imagen para aplicar el análisis fotográfico se explicó en el apartado 2. Sólo cabe señalar que para los 6 casos de este capítulo, las series fotográficas se manejaron en transparencia.

Es importante tomar en cuenta que para el análisis de los puntos de contacto, fuerzas y trayectorias, es necesario revisar a detalle toda la secuencia de fotos del proceso para no dejar de considerar alguno de los puntos de contacto (ver figura 5.2.d) o cambio de trayectorias (como el que ocurre entre la figura 5.6.d y 5.6.e), ya que si el análisis se hiciera foto por foto, se corre el riesgo de que en la toma no se visualicen algunos puntos y, por ende, no se tomen en cuenta las fuerzas aplicadas en estos (ver figura 5.2.f).

Para evitar una saturación de la imagen y dificultar su análisis, se seleccionan los puntos de contacto y fuerzas más representativas, por ejemplo, sólo al inicio de cada una de las series fotográficas se pone al punto de contacto de tamaño muy grande generado entre la tortilla y la superficie en la que se encuentre recargada (mano o plato).

Por otra parte, es necesario tomar en cuenta que para la figura 5.2 y las secuencias fotográficas de los 6 casos, los puntos de contacto, trayectorias y fuerzas son representadas con la simbología mostrada en la figura 5.1:



Figura 5.1. Simbología

Para iniciar con el análisis se explica a continuación el estudio general, para una sola fotografía (mostrada en la figura 5.2), el cual se aplica en cada uno de los seis casos. La imagen que se seleccionó para tal efecto fue la 5.3.e del caso 1.

La fotografía sin ninguna modificación (ver figura 5.2.a), se cubre con una capa de color blanco semitransparente (ver figuras 5.2.b y 5.2.c) para que los colores se aclaren con el fin de poder dibujar los puntos de contacto formados en este caso sólo entre las yemas de los dedos y la tortilla (ver figura 5.2.d). Después se dibujan las trayectorias que se van a seguir (ver figura 5.2.e); en este caso son dos: una marca la dirección de giro al enrollar y la otra la dirección hacia donde se está haciendo el rollo. Por último, se dibujan las fuerzas aplicadas a los puntos de contacto (ver figura 5.2.f), estas fuerzas son sólo las más representativas y marcan únicamente la dirección y no tiene como finalidad representar la magnitud.



Figura 5.2.a. Imagen antes del tratamiento.



Figura 5.2.b. Inicio para hacer la imagen transparente.



Figura 5.2.c. Imagen completa en transparencia.



Figura 5.2.d. Detección y marcación de los puntos de contacto.



Figura 5.2.e. Detección y marcación de las trayectorias de enrollamiento.

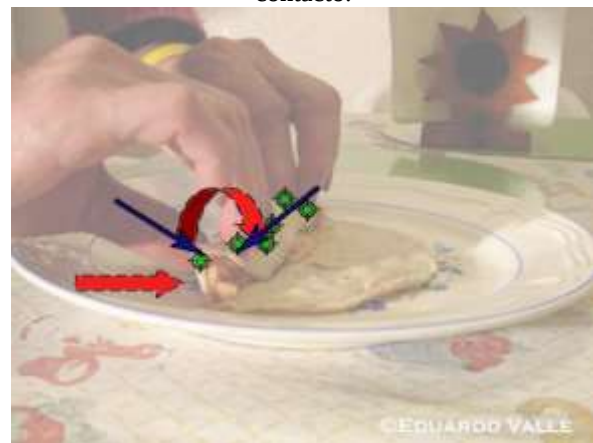


Figura 5.2.f. Detección y marcación de las fuerzas aplicadas más representativas.

A continuación se presentan las secuencias fotográficas para cada uno de las seis distintas formas de enrollamiento, acompañadas de una breve explicación del proceso y comentarios surgidos del análisis fotográfico. Las secuencias son:

Caso 1. Enrollamiento completo apoyado en superficie plana y rígida (un plato)

Descripción del proceso: Se coloca la tortilla en el plato (superficie plana y rígida), en ese momento se crea el primer punto de contacto, el cual sólo se representa en la primer imagen con un punto de gran tamaño (ver figura 5.3.a). El siguiente paso es servir el alimento con una cuchara en un lado de la tortilla dejando un espacio aproximado de 2 cm de la orilla de ésta.

Después, se produce el segundo punto de contacto al tomar la orilla de la tortilla (la más cercana al alimento) con la yema de los dedos (ver figura 5.3.b) y con una trayectoria semicircular se lleva esa orilla hasta que toque al resto de la tortilla con la finalidad de enrollar la comida. Una de las claves en esta parte es el que la orilla pase sin tocar el

alimento y que aproximadamente a 4 milímetros antes de tocar el resto de la tortilla, se deje de sujetar con una mano, en este caso la izquierda y que ésta apriete ligeramente al rollo recién formado y lo siga girando en la trayectoria acabada de comenzar (ver figura 5.3.c).

Los puntos de contacto se irán modificando y se situarán en la cara de la tortilla que estaba en contacto con el plato.

Como se puede ver en las imágenes, se seguirá girando el rollo de tortilla apretándolo ligeramente con una mano para evitar que se salga la comida y se deshaga el rollo que se lleva hecho, mientras la otra mano aplica un torque para continuar con el enrollamiento en un eje paralelo al largo de la masa de comida y al sentido de enrollamiento (ver figuras

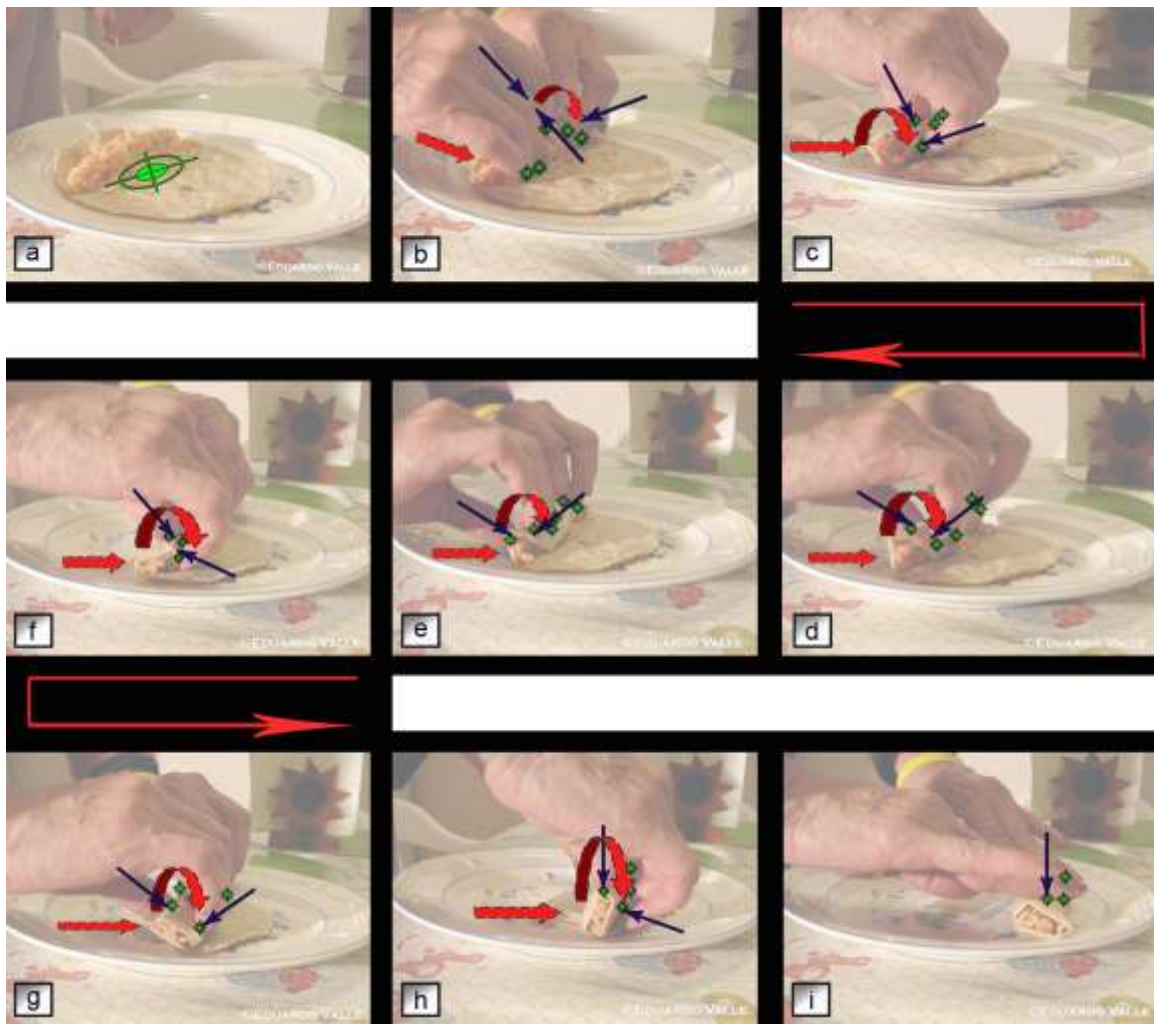


Figura 5.3. Serie fotográfica del caso 1.

5.3.d - h).

Las manos irán alternándose para tomar el rollo de la parte más cercana al plato y girarla hacia el resto de la tortilla hasta que quede terminado el taco con un extremo de la tortilla entre el plato y el rollo formado (ver figura 5.3.i).

Como observación a este caso es que se debe de sujetar al taco para que no se desenrolle a menos que se recargue en una superficie vertical con el final del rollo en la parte inferior, donde la dirección que se tuvo de enrollamiento debe ser opuesta a la normal de la superficie vertical. La dirección de enrollamiento está simbolizada en la secuencia con una flecha roja (recta) con contorno de línea discontinua. Por lo que siempre debe de existir un elemento para sujetar al taco recién hecho.

Caso 2. Enrollamiento completo apoyado en superficie flexible (en una mano)

Descripción del proceso: Se coloca la tortilla en la mano (superficie flexible o articulada), en ese momento se crea el primer punto de contacto, el cual sólo se representa en la figura 5.4.a con un punto de gran tamaño. El siguiente paso es servir el alimento con una cuchara en un lado de la tortilla con las mismas consideraciones del caso 1.

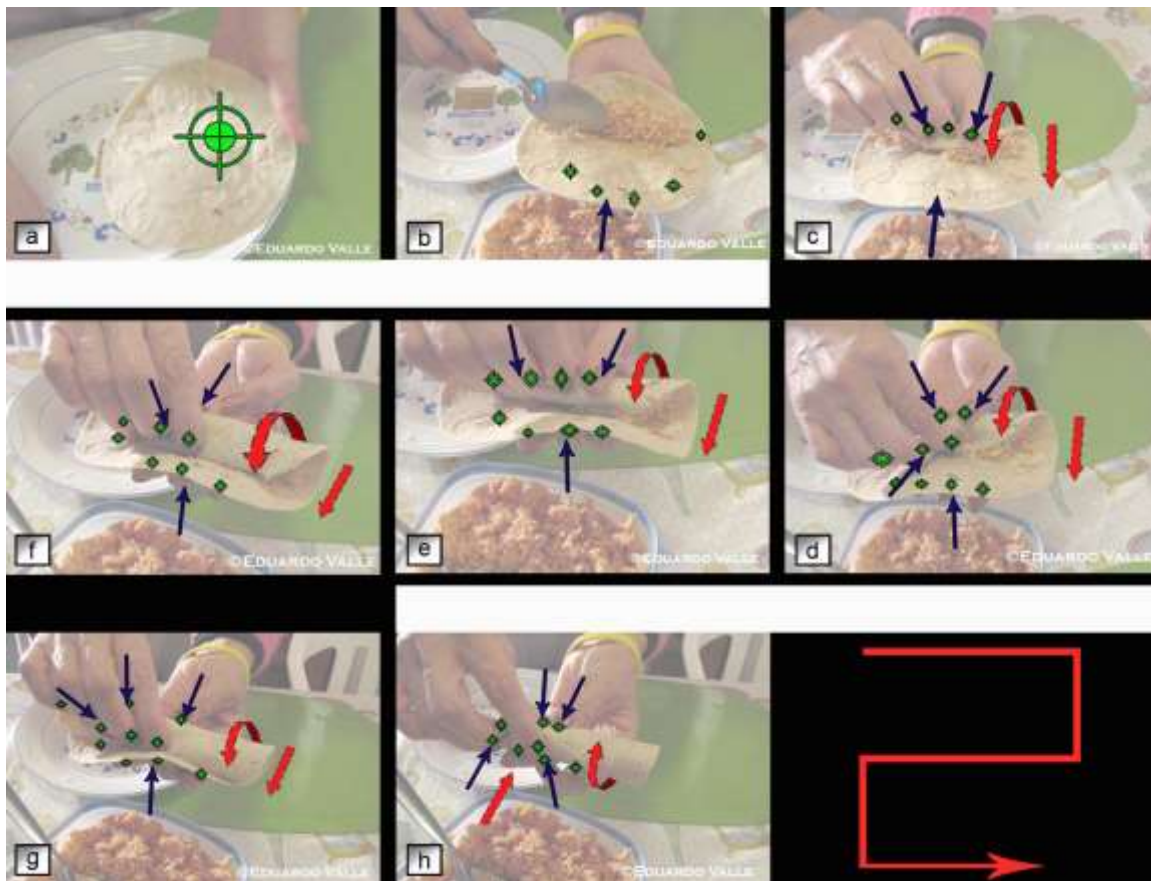


Figura 5.4. Serie fotográfica del caso 2.

Después se produce el segundo punto de contacto al tomar la orilla de la tortilla más cercana al alimento con la yema de los dedos de la mano derecha (ver figura 5.4.b) y que a diferencia del caso 1, aquí el pulgar izquierdo ayuda a levantar la orilla que servirá de comienzo del rollo.

La orilla tomará una trayectoria semicircular en dirección a la punta de los dedos de la mano izquierda, con la finalidad de enrollar la comida (ver figura 5.4.c). Al igual que en el caso 1, se busca evitar que la orilla haga que se salga el alimento. Aproximadamente a 4 milímetros antes de tocar el resto de la tortilla (ver figura 5.4.d), el pulgar izquierdo aprieta ligeramente al rollo recién formado mientras que los dedos de la mano derecha se recorren para seguir girando al rollo en la trayectoria acabada de comenzar y el pulgar izquierdo disminuye la fuerza de apriete al tiempo que se va enrollando (ver figura 5.4.e).

Los puntos de contacto se irán modificando, y se situarán en la cara de la tortilla que estaba en contacto con la palma de la mano izquierda.

Como se puede ver en las imágenes, se seguirá girando el rollo de tortilla apretándolo ligeramente con el pulgar izquierdo para evitar que se salga la comida y se deshaga el rollo que se lleve hecho de rollo, mientras la mano derecha aplica un torque al rollo para continuar con el enrollamiento (ver figura 5.4.f y 5.4.g). En este caso, las manos no se irán alternando como en el caso 1 ya que cada una cumple su función específica, pero de igual manera al terminar de hacer el taco, el extremo de la tortilla se debe de sujetar para que no se deshaga el rollo (ver figura 5.4.h).

Se tendría la misma consideración final que el caso 1 para que no se desenrolle (debe de existir un elemento para sujetar al taco recién hecho).

Caso 3. Semi-enrollamiento partiendo de la mitad apoyado en superficie plana y rígida (un plato)

Descripción del proceso: Se coloca la tortilla en el plato (superficie plana y rígida), en ese momento se crea el primer punto de contacto, el cual sólo se representa en la primera imagen con un punto de gran tamaño.

El siguiente paso es servir el alimento con una cuchara a lo largo del centro de la tortilla (ver figura 5.5.a).

El segundo punto de contacto ocurre cuando la yema de los dedos (de ambas manos) toman las orillas de la tortilla (ver figura 5.5.b y 5.5.c), y con una trayectoria semicircular se llevan las orillas hasta que se tocan justo a la altura de donde se encuentra la comida (ver figura 5.5.d).

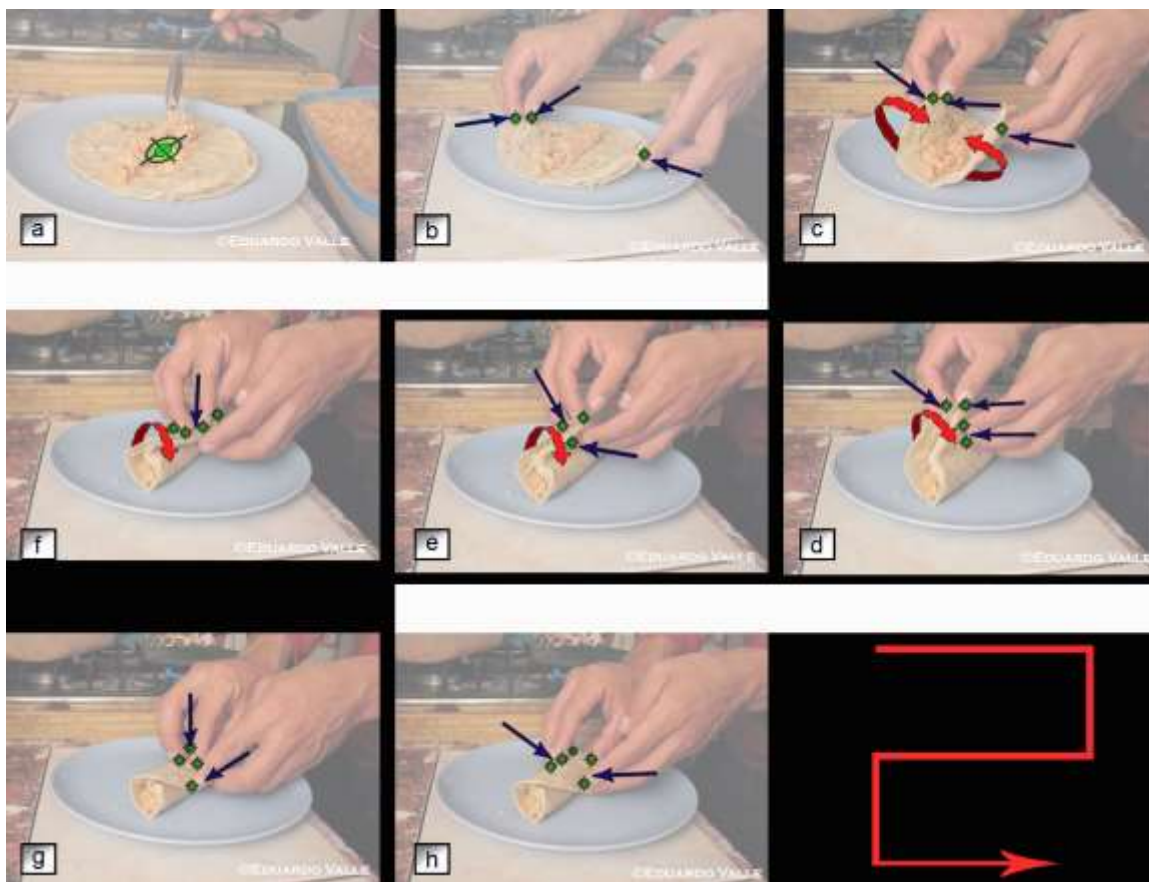


Figura 5.5. Serie fotográfica del caso 3.

Con la mano derecha se toman las dos orillas y con la punta de los dedos de la mano izquierda se crea un punto de doblez lo más cercano a la comida para que las dos orillas ahora sean dirigidas con una trayectoria semicircular para comenzar a enrollar (ver figura 5.5.e). Cuando el dedo índice es tocado por la tortilla, éste se desplaza hacia a la altura del dedo medio y es en ese momento donde se empiezan a retirar los dedos de la mano izquierda y las orillas tocan al resto de la tortilla (ver figura 5.5.f y 5.5.g).

Se aprieta al taco para que no se desenrolle (ver figura 5.5.h) y tendría la misma consideración que los anteriores casos para que no se desenrolle (el de recargarlo sobre una superficie vertical), pero en lugar de que sólo quede debajo una orilla de la tortilla, ahora serán dos. Y el punto de doblez quedará más alejado de la superficie horizontal.

Caso 4. Semi-enrollamiento partiendo de la mitad apoyado en una superficie flexible (en la mano)

Descripción del proceso: Se coloca la tortilla en la mano (superficie flexible), se sirve el alimento con una cuchara a lo largo del centro de la tortilla (se omitió la imagen para no ser repetitivo).

Con las yemas de los dedos de la mano derecha (ver figura 5.6.a) se toma la orilla de la tortilla que está más cerca de la muñeca izquierda para que con una trayectoria semicircular se junto con la orilla que está más cerca de la punta de los dedos izquierdos (ver figura 5.6.b a 5.6.d).

La mano derecha toma las dos orillas (ver figura 5.6.e) y con el pulgar izquierdo se crea un punto de doblez lo más cercano a la comida para que las dos orillas ahora sean dirigidas con la dirección de la trayectoria contraria a la anterior, es decir, de la punta de los dedos hacia la muñeca (ver figura 5.6.f).

Cuando el pulgar izquierdo es tocado por la tortilla, éste se retira para que se termine de hacer el taco y en seguida vuelve a apretar al taco para que no se desenrolle (ver figura 5.6.g). Y se tendría exactamente la última consideración que en el caso 3.

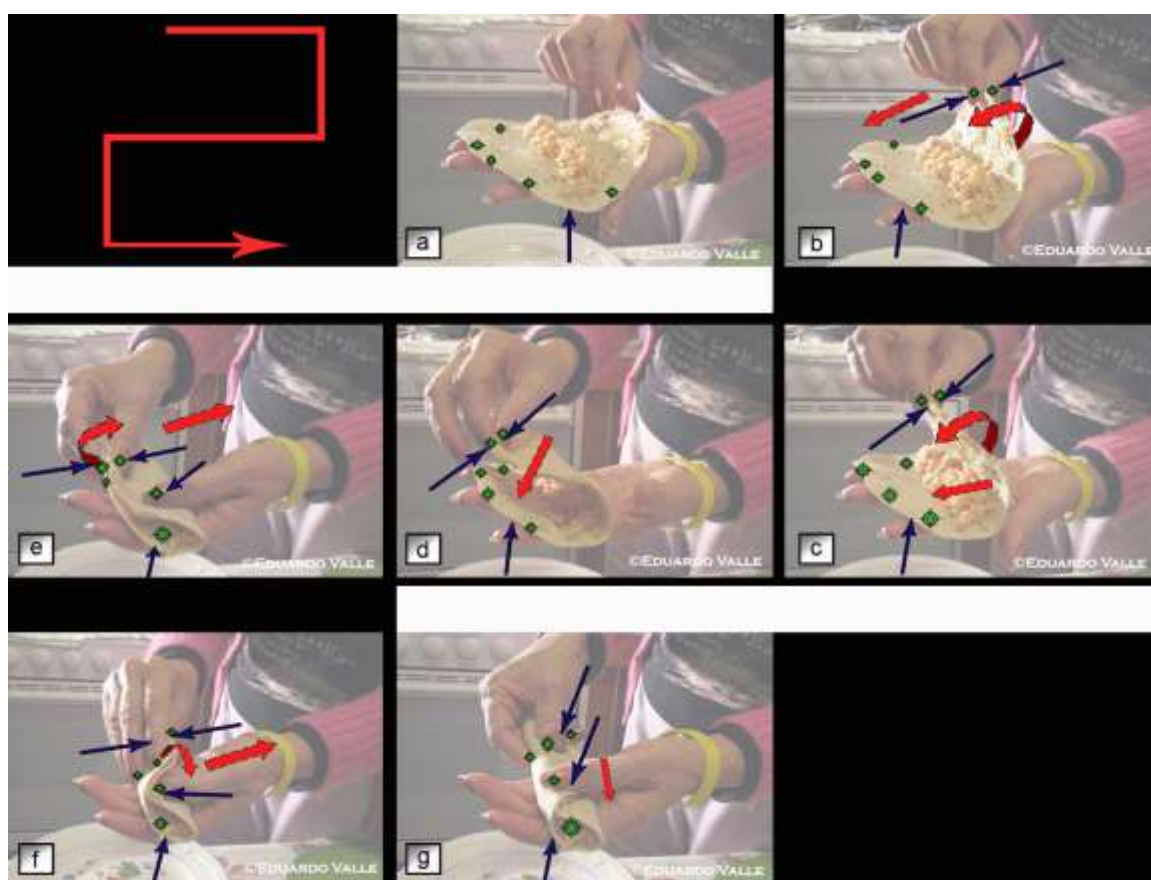


Figura 5.6. Serie fotográfica del caso 4.

Caso 5. Semi-enrollamiento en dos dobleces apoyado en una superficie flexible (en la mano)

Descripción del proceso: Se coloca la tortilla en la mano (superficie flexible), se sirve el alimento con una cuchara a lo largo del centro de la tortilla (ver figura 5.7.a). Existe una pequeña diferencia en la orientación del largo de la masa de la comida respecto a la mano

entre este caso (5) y el de los casos (2) y (4), pues en los anteriores el largo de la comida era completamente perpendicular al largo de los dedos. En el caso (5) se tiene una ligera inclinación respecto a los dedos de la mano que están sosteniendo a la tortilla.

Después de servir la comida, los extremos de la tortilla que se encuentran más alejados de la comida son ligeramente empujados hacia arriba por los dedos de la mano que sirve de apoyo para la tortilla (ver figura 5.7.b).

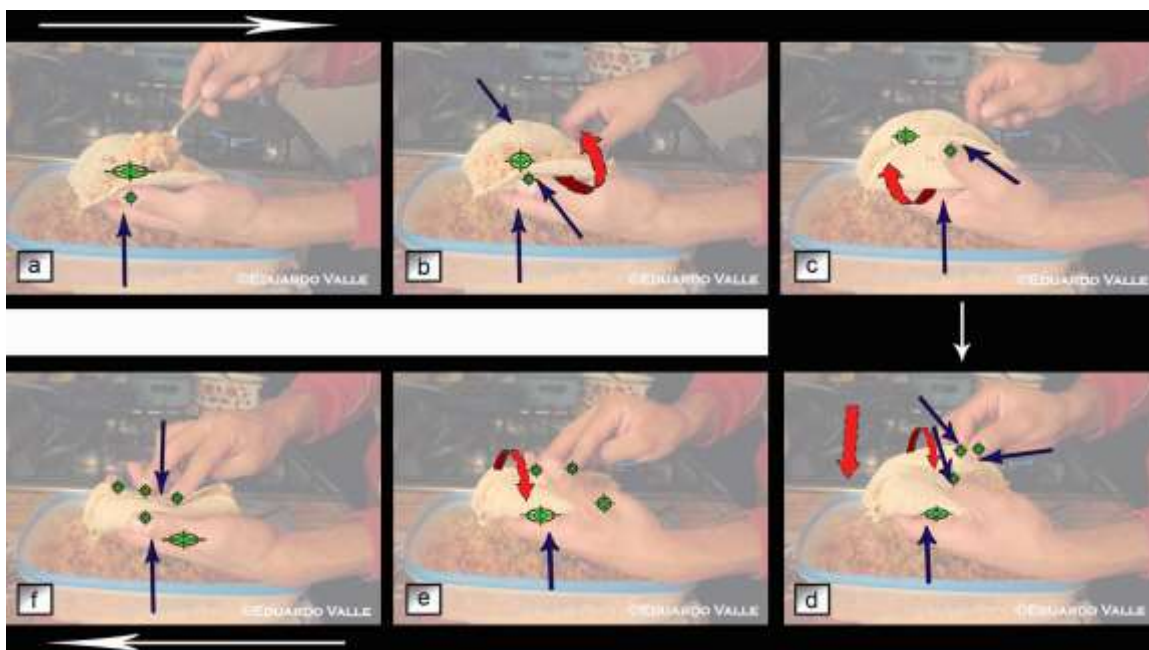


Figura 5.7. Serie fotográfica del caso 5.

El pulgar izquierdo eleva más la orilla que tiene encima para que con una trayectoria semicircular cubra la comida (ver figura 5.7.c). Al tocar la comida se hace un poco de presión, mientras el otro extremo de la tortilla es sujetado por la mano derecha y es llevado hasta cubrir al pulgar izquierdo (ver figura 5.7.d). Al final sólo se retira el pulgar izquierdo mientras el taco es apretado por la mano derecha (ver figuras 5.7.a y 5.7.f) y tendría exactamente la última consideración que en el caso (3).

La descripción de este proceso sólo se lleva acabo de esta manera únicamente cuando se sirve más comida de lo común, ya que si fuera igual que en los otro casos, la orilla que eleva el pulgar izquierdo quedaría más larga y se tendría que doblar nuevamente (sólo que en dirección contraria) al llevar el extremo que quedó suelto para terminar de hacer el taco.

Caso 6. Semi-enrollamiento partiendo de la mitad, tomando la comida con la tortilla sujeta por la mano

Descripción del proceso: Se coloca la tortilla en la palma de la mano derecha (ver figura 5.8.a), y con las yemas de los dedos izquierdos se aprieta la tortilla contra la mano derecha para que se gire la mano derecha y la palma quede ahora encima de la tortilla y es llevada

en dirección vertical hacia la comida (ver figura 5.8.b). Al contacto con el alimento, el pulgar derecho se encuentra lo más alejada posible del resto de los dedos, ya que después la mano empezará a cerrar para tomar el alimento del recipiente que lo contiene (ver figura 5.8.c).

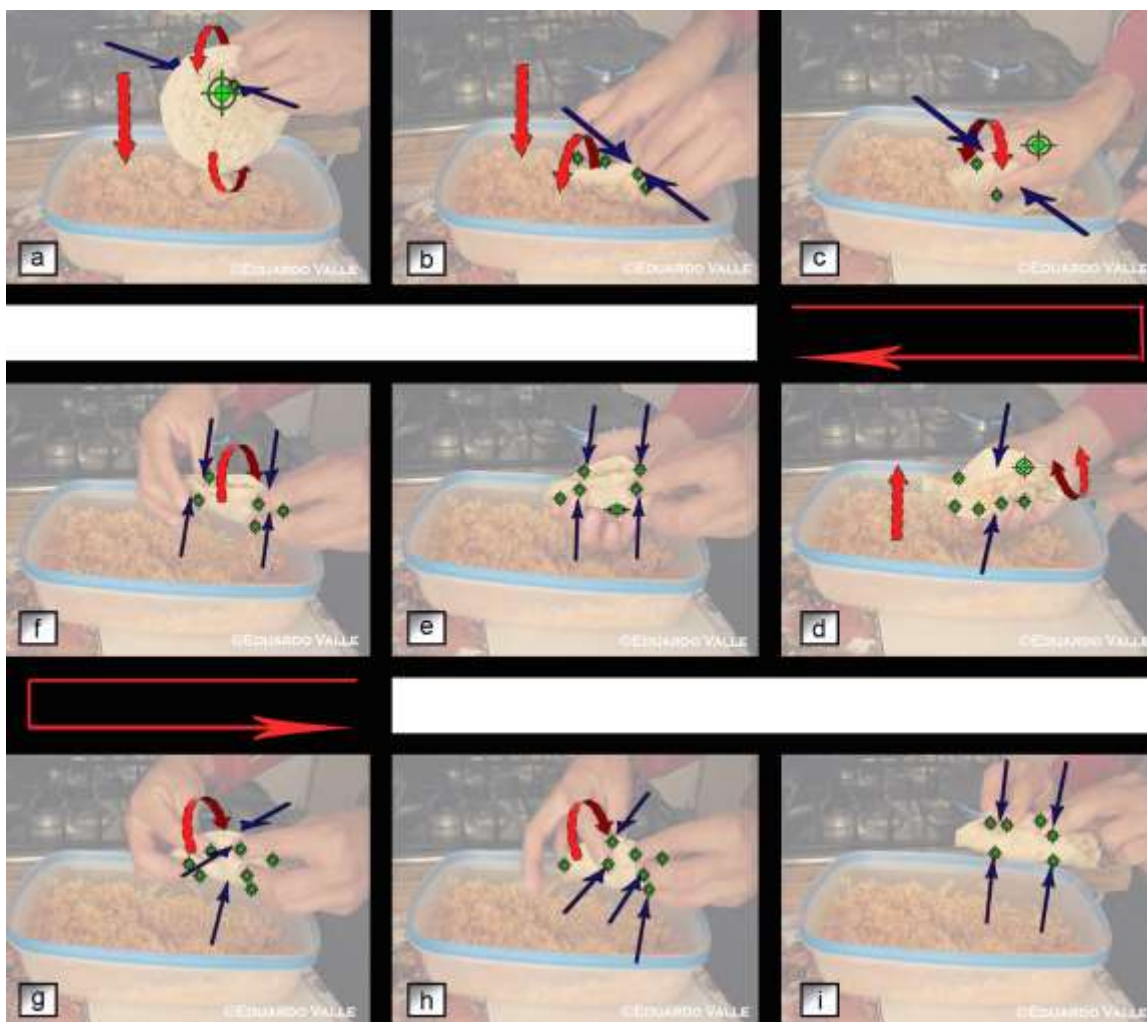


Figura 5.8. Serie fotográfica del caso 6.

La localización del largo de la masa de la comida en la tortilla es como en el caso 5 (con una ligera inclinación respecto al largo de los dedos).

Ya que se tomó la comida, los dedos se cierran hasta que se toquen las orillas de la tortilla que quedaron libres. En ese momento, se gira la muñeca hasta que la palma de la mano quede hacia arriba y al mismo tiempo empieza a elevarse en dirección vertical (ver figura 5.8.d).

Con la mano izquierda se toman los extremos de la tortilla librando el espacio que ocupa la comida (ver figura 5.8.e). Y los dedos pulgares sirven a manera de puntos de doblez de la tortilla para hacer el rollo (ver figura 5.8.f). Se llevan las orillas de la tortilla por encima de los pulgares con la finalidad de poder terminar de hacer el taco (ver figura 5.8.g). Al ser

cubiertos los pulgares con la tortilla, éstos se retiran (ver figura 5.8.h) y así terminar de formar el taco apretándolo con ambas mano (ver figura 5.8.i).

Y de igual forma como en los demás casos, se debe de apretar el taco para que no se desenrolle (y tendría exactamente la última consideración que en el caso 3).

Después de la descripción de los procesos y de los comentarios surgidos del análisis de los seis casos, se pueden hacer algunas conclusiones.

Enrollar la tortilla sobre una superficie plana tiene una ventaja respecto a la superficie irregular como las manos; pues la comida se puede distribuir mejor. Pero la ventaja que presenta la superficie flexible es que ayuda a formar más rápido el rollo debido a que puede modificar su forma.

La forma más fácil de enrollar el taco (respecto al número de pasos) es cuando la comida se sirve a la mitad de la tortilla, la desventaja que se observó es que si se deja de sujetar el taco se puede desenrollar fácilmente, mientras que si la comida es servida casi en un extremo, el tiempo que tarda en desenrollar es mayor debido a que ese proceso requirió de más vueltas para hacer el taco. Esto se debe a que al ir girando a la tortilla se fue creando cierta fuerza de apriete y por ende una mayor fricción entre la superficie de la tortilla que entraba en contacto consigo misma.

Por lo que se puede concluir que la manera más rápida de preparar un taco es caso 5, además de que es ideal para enrollar mucha cantidad de alimento. El caso 6 sigue en rapidez al caso 5, después los casos 4 y 3, aunque el 4 es ligeramente más rápido y tiene un paso menos debido a la ayuda que le brinda la superficie flexible. En penúltimo lugar está el caso 1 y en último el caso 2 ya que requieren mayor número de pasos para su elaboración. Aunque cabe señalar que si en el caso 2 fueran dos manos las que estuvieran enrollando el taco sobre una superficie flexible se llevarían el mismo tiempo o hasta podría ser ligeramente más rápido ya que le ayudaría el tipo de superficie en la que se encuentra.

Como conclusión final, la forma que conviene automatizar es cualquiera del caso 1 o 2 ya que es la misma forma de enrollar el taco pero en superficies distintas. Esta forma se considera la mejor pues aunque sea la más compleja de elaborar, es la que entrega un mejor resultado de enrollamiento, ya que se desenrolla con menos facilidad que los otros casos.

El análisis fotográfico del proceso de elaboración de tacos realizado para cada una de las 6 formas distintas de enrollamiento es utilizada para el desarrollo del prototipo de la máquina para elaborar tacos.

Capítulo 6. Documentación de los modelos realizados

Se han realizado hasta el momento 4 modelos además del prototipo de la máquina. A continuación, se presentarán en orden cronológico cada uno de estos modelos acompañados de una pequeña descripción física, de su funcionamiento y de un análisis de las ventajas y desventajas de los puntos que se podrían retomar para nuevas propuestas de solución al problema de enrollamiento.

6.1. Modelo de pluma de cilindros concéntricos.

Este fue el primer modelo. Se construyó con dos cilindros de plástico concéntricos. Las dimensiones se muestran en la figura 6.1. Como se puede apreciar sólo el cilindro exterior tiene unas pequeñas perforaciones. En un extremo del cilindro exterior tiene una placa paralela a la superficie del mismo a manera de clip de pluma. Del lado donde se encuentra la base del clip, el cilindro interno tendrá conectada una manguera que le surtirá de alimento, mientras que el espacio formado por el cilindro interno y el externo, será alimentado por aire a compresión. En el extremo opuesto a la base del clip, el espacio formado por el cilindro interno y externo está confinado por una pared.

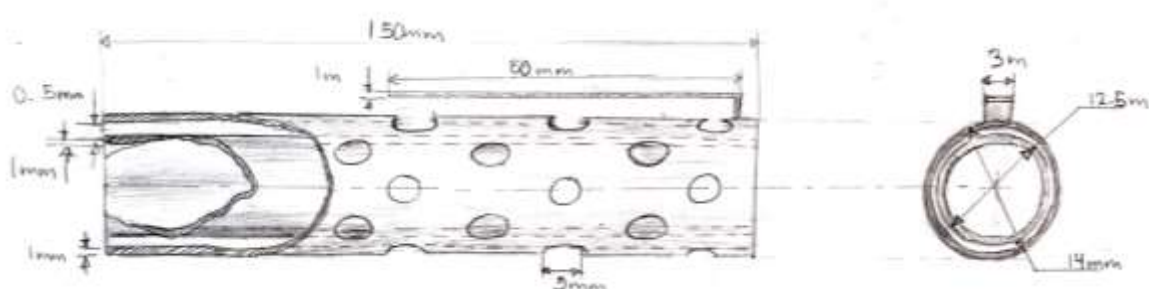


Figura 6.1. Boceto de pluma de cilindros concéntricos

Descripción del funcionamiento: El enrollador se acerca a la tortilla hasta que clip de pluma toma la orilla (ver figura 6.2). El enrollador comienza a girar en dirección del resto de la tortilla hasta que forma el taco. Para retirar el enrollador, se inyecta aire para disminuir la fricción que exista entre éste y la tortilla. Al mismo tiempo, por el cilindro interno se irá dosificando el alimento.

Ventajas:

- Se puede tener un enrollamiento rápido.
- Al momento de retirar el enrollador se dosifica el alimento, dejando la cantidad adecuada de alimento.
- No presenta mucha dependencia en cuanto a la temperatura de la tortilla.

Desventajas:

- Es complicado que la orilla de la tortilla sea tomada por el clip de la pluma.
- Generalmente el clip de pluma rompía el pedazo de tortilla que tomaba para iniciar el enrollamiento.
- Se generaba demasiada fricción entre la superficie de la tortilla y el cilindro exterior al terminar de hacerse el taco.
- El mismo aire inyectado provocaba que el alimento que estaba siendo dosificado saliera expulsado del taco.
- Depende de la calidad de la tortilla. Si tiene en la orilla una grieta, al ser levantada por el clip de la pluma, la grieta se continúa hasta que se desprende ese trozo y no termina de hacerse el taco. Y si tiene pequeños orificios la tortilla provoca que el aire se escape perdiendo así la cualidad de disminuir la fricción.

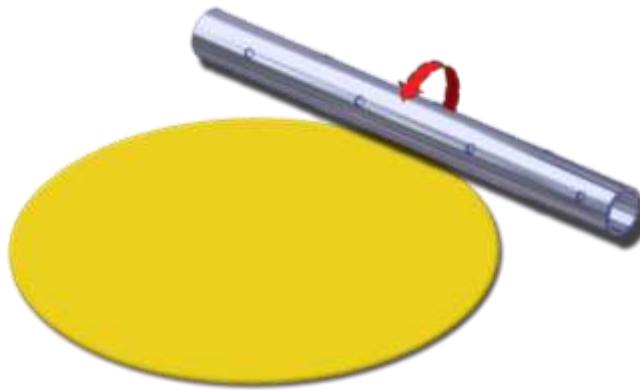


Figura 6.2. Pluma de cilindros concéntricos

6.2. Enrollador de pinzas con giro excéntrico

Segundo modelo construido y de mayor desarrollo que el resto de los modelos. Las pinzas del enrollador son de alambre grueso montadas en un disco de plástico (ver figura 6. 3). Los dos alambres son paralelos y en el extremo opuesto al disco de plástico presentan una ligera curvatura para facilitar que un tope metálico se introduzca entre los dos alambres. En la figura 6.4 se puede observar que el disco de plástico va montado sobre una placa de acrílico, la cual tiene un canal a lo largo de la placa y que se encuentra centrado con respecto al ancho de la placa.



Figura 6.3. Pinzas del enrollador montadas en disco de plástico para proporcionar giro excéntrico

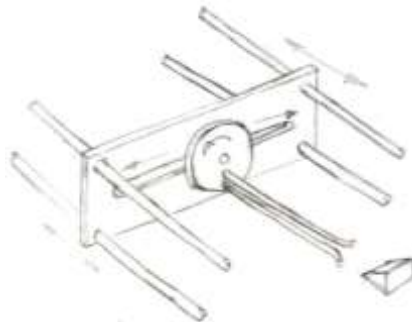


Figura 6.4. Enrollador montado sobre placa de acrílico que le proporciona movilidad en un eje

La placa a su vez tiene cuatro orificios situados casi en sus extremos para que por estos pasen cuatro tubos que están empotrados en una estructura formada por dos placas de acrílico. Las placas de acrílico de la estructura, soportan a dos bandas de tela del mismo largo y ancho. Y sólo por encima de una de las bandas se encuentra una placa de cartón grueso.

Descripción del funcionamiento: La tortilla con el alimento servido a 4 centímetros de su extremo, es transportada por una de las bandas (figura 6.5). Cuando la orilla de ésta entra en las pinzas (figura 6.6), éstas se sueltan y comienza el giro excéntrico que le proporciona el disco de plástico para que libere el alto y ancho de la comida (figura 6.7), mientras tanto las bandas siguen accionadas y se mueven a la misma velocidad.

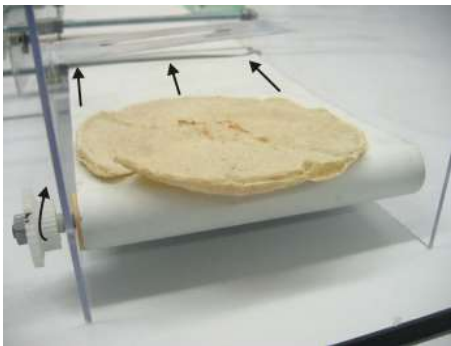


Figura 6. 5. La tortilla es transportada sobre la banda

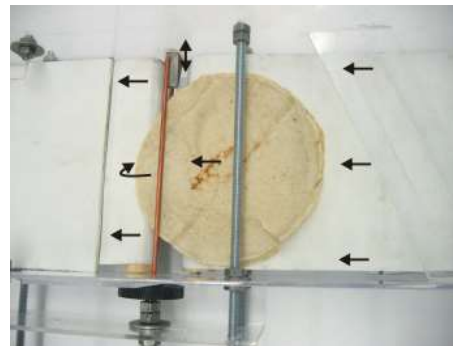


Figura 6. 6. Cuando la orilla entra en las pinzas, estas se sueltan del tope

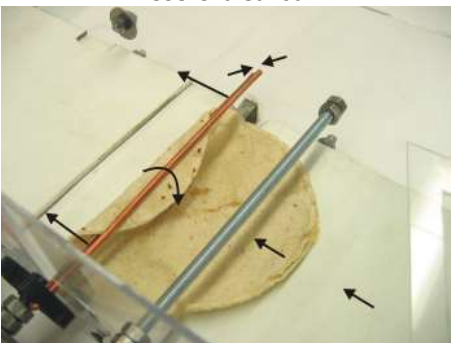


Figura 6. 7. Las pinzas giran excéntricamente para librar la comida

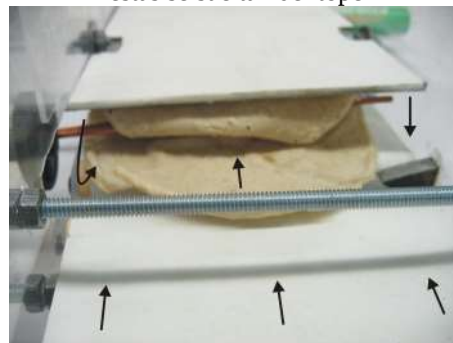


Figura 6. 8. Las pinzas se mueven en dirección y la misma velocidad que la banda

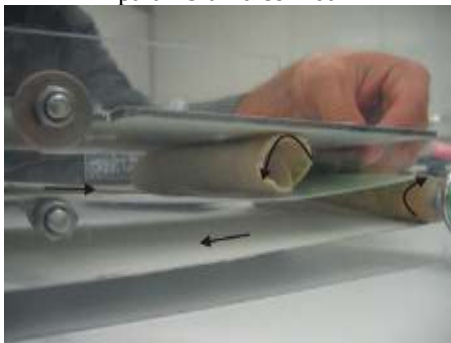


Figura 6. 9. La tortilla se sigue enrollando debido a la fricción que le provoca la banda y la placa.

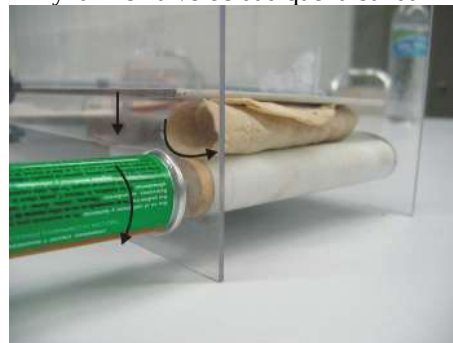


Figura 6. 10. Se termina de hacer el taco y ahora ya puede ser empaquetado

Justo antes de de terminar la primera vuelta, el disco de plástico se moverá a la misma velocidad que la banda para depositarla entre la segunda banda y la placa de cartón (figura 6.8). En ese momento, el enrollador se debe de retirar a una velocidad rápida y aprovechar que en ese momento la tortilla ya se encuentra sujeta entre la banda y la placa de cartón. Como la banda sigue presentando movimiento y la placa de cartón se encuentra estática, la tortilla terminará de enrollarse sola (figura 6.9). Y cuando llegue al final de la banda el taco ya estará hecho y podrá ser almacenado (figura 6.10).

Ventajas:

- El giro excéntrico de las pinzas libra la comida ya dosificada, tanto en lo ancho como en lo alto.
- La segunda banda y la placa terminan de enrollar la tortilla.

Desventajas:

- A veces la orilla de la tortilla no entra en las pinzas.
- La tortilla necesariamente tiene que estar caliente.
- Depende de la calidad de la tortilla. Si tiene en la orilla una grieta, al ser levantada por las pinzas, la grieta se continúa hasta que se desprende ese trozo y no puede terminarse el proceso.
- Al retirar las pinzas, a menudo, se rompe la tortilla.

6.3. Enrollador doble (cortador)

Este modelo se diseñó ocupando parte de la esencia de enrollamiento de la máquina Dalia y la propuesta de máquina también mostrada en el capítulo 3, con la diferencia de que se logra disminuir el espacio que se había incrementado considerablemente con el uso de los pistones. Además, con el modelo de enrollador doble se quitaba del problema de que no se podía tener una entrada continua de las tortillas el proceso

Se trata de un elemento que partió de una barra circular, a la cual se le hace una perforación justo en el centro del círculo sirve que para que pueda ser atravesada por una flecha de motor, la cual también pasa por una estructura en forma de “C” con ángulos rectos (como una portería de Fútbol) para darle soporte al enrollador. Luego a la barra circular se le realizan los cortes para necesarios para que se pudiera plasmar la esencia de enrollamiento de la máquina Dalia que tienen la forma casi elíptica (ver figura 6.11).

El soporte en forma de “C” lleva una perforación en la parte superior para que pueda ser desplazado sólo en el eje vertical, ya sea por un actuador o por algún otro elemento.

También el que el enrollador lleve los dos cortes es porque se pensó para cambiar el paradigma de que la tortilla debe ser redonda, ya que si se tuviera toda una banda de “tortilla”, es decir, una banda de masa ya cocida y esta fuera transportada hacia el enrollador. Al mismo tiempo que la banda de tortilla es trasportada, se le dosificará la

comida a una distancia determinada, esta se enrollaría hasta formar el taco y después el enrollador doble cortaría ese pedazo de “tortilla”.

Pero la realidad es que se siguió trabajando con la tortilla original (redonda) para no desviar o ampliar más los sistemas de la máquina.

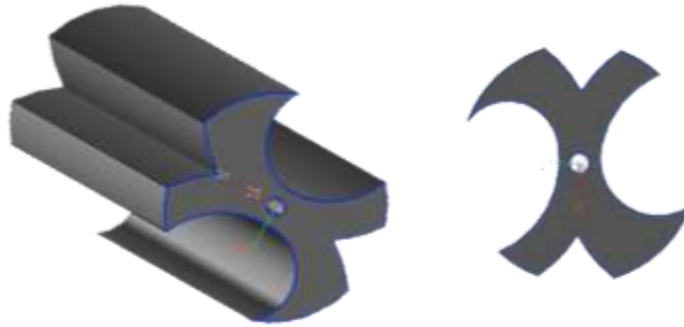


Figura 6.11. Isométrico y vista lateral del enrollador doble

Descripción del funcionamiento: El enrollador se coloca tangente a la superficie de la banda, la cual transportará a la tortilla con el alimento ya dosificado. Teniendo presente la vista lateral del enrollador con la banda en su parte inferior izquierda, el enrollador gira cerca de 30° en sentido horario para facilitar la entrada de la tortilla y cuando la orilla de la tortilla haya girado aproximadamente 100° , el enrollador empezará a girar en sentido anti-horario para facilitar aún más el enrollamiento y cuando la orilla de la tortilla esté por tocar al resto de la tortilla, el enrollador girará otro poco en sentido anti-horario y se desplazará en sentido hacia abajo para que el rollo de taco se vaya apretando (figura 6.12).

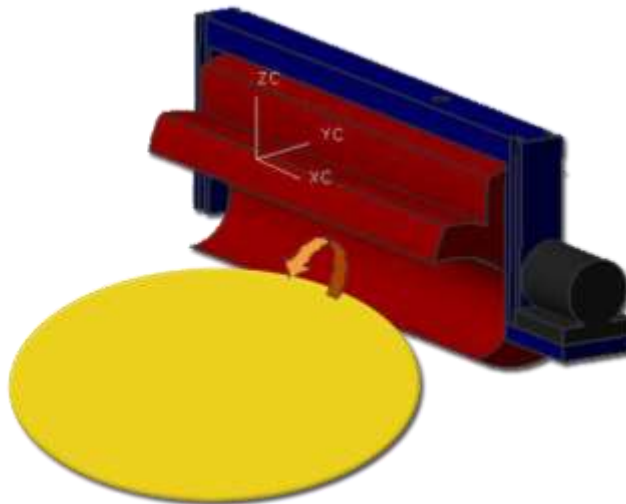


Figura 6.12. Enrollador doble montado en la estructura, justo antes de comenzar el enrollamiento de la tortilla

El soporte del enrollador irá subiendo poco a poco para permitir que el diámetro del rollo siga incrementándose. Cuando termine de hacerse el taco el enrollador gira cerca de 160° para que el taco ya hecho pueda abandonar la banda y el otro lado del enrollador quede listo para enrollar la próxima tortilla.

Ventajas:

- Producción más rápida debido al doble enrollador.
- El mismo enrollador puede transportar el taco recién hecho a otra parte.

Desventajas:

- Se produce mucha fricción entre la superficie del enrollador y la tortilla, superando así la fuerza de empuje que se genera la banda a la tortilla con la fricción. Provocando que se atasque la tortilla y ya no avance.
- Los pocos tacos que si se logran formar no salen por si solos del enrollador por el efecto de la gravedad.

6.4 Enrollador de garra con banda de costillas

Este modelo fue el último modelo que se construyo (antes del prototipo de la máquina) y es el que para su diseño, fue el que empezó a retomar algunas de las ventajas de los anteriores modelos. La limitante de este modelo es que no se pudo construir la banda con todas las características que se requerían por lo que se tuvo que abortar la idea de solución. Por lo que este es el único modelo al que no se le pudieron hacer completas las pruebas de funcionamiento.



Figura 6.13. Enrollador tipo garra



Figura 6.14. Prospecto de banda con costillas

La descripción empezará con el enrollador tipo garra. Recibe este nombre por el parecido que tiene con las garras de un felino aunque también guarda similitud con un gusano de engargolado cortado prácticamente a la mitad, ya que solo abarca 180° de un círculo (a lo largo). Tiene 5 garras de 13.2 mm de ancho, las cuales son de un espesor más delgado en el extremo alejado a donde se encuentran sujetas. El material con el que se hizo fue aluminio para facilitar la manufactura, aunque estaba pensado para ser de acero inoxidable y así poder operar dentro de la industria alimenticia, además de que ofrece mayor resistencia a la deformación. La banda lleva 4 costillas de 5 mm de espesor, dejando así 5 canales que tienen tan sólo un milímetro más del ancho de cada garra (ver figura 6.13). Se

manufacturaron dos prospectos para esta banda pero no se obtuvieron los resultados deseados, pues la primera mostrada en la figura 6.14 que se hizo fue una banda formada por dos telas, las cuales dejaban el espacio para meter unas tiras de hule de 4.4 mm de espesor (de manera análoga como se meten las varillas para armar una tienda de campaña) y el problema que presentó fue que no permitía un diámetro mínimo de giro de 32 mm sin que se produjeran pliegues en la tela; el giro debía ser en sentido contrario a como giran con los rodillos (como se observa en la figura 6.15 marcado con una flecha roja). La otra banda que se manufacturó fue con una base de hule y encima se le pegaron las mismas tiras como en la anterior banda. Con la diferencia de que se les hizo unos pequeños cortes que permitieran el diámetro mínimo de giro de 32 mm. Casi se consigue el resultado esperado, pero al momento de probar el funcionamiento de la banda con el enrollador, los dientes de la banda provocaban que se fueran atorando con el enrollador, por lo que ya no se terminó de hacer esta banda; además de que el material no iba a ser permitido para el uso en el sector alimenticio.

En el mercado existen bandas que se pueden fabricar con todas las características geométricas pero para que se puedan utilizar en el sector alimenticio sólo permiten un diámetro mínimo de giro de 100mm.

Descripción hipotética del funcionamiento: La tortilla con el alimento dosificado se transporta sobre la banda con costillas. En ese momento, la banda tiene una configuración completamente horizontal.

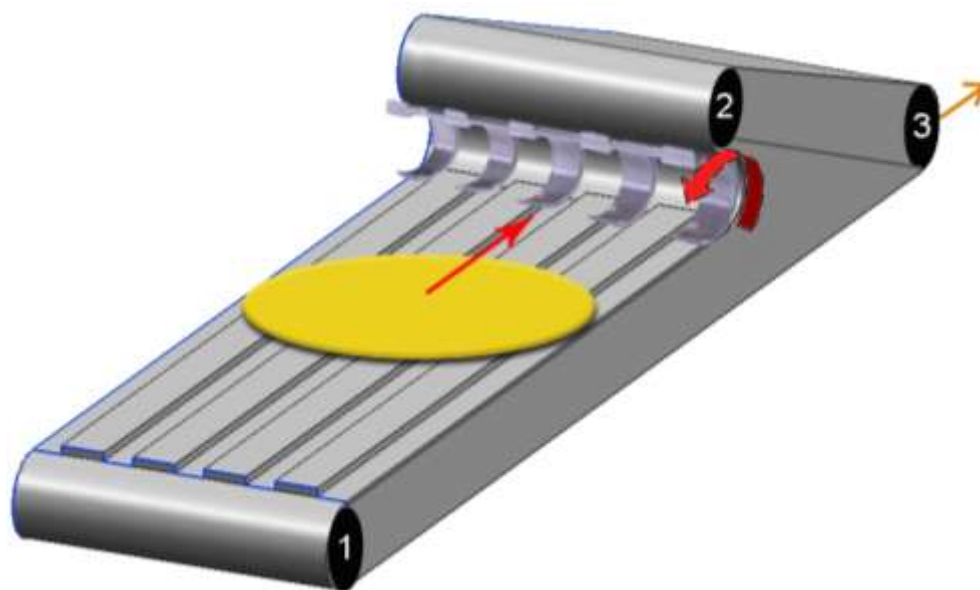


Figura 6.15. Simulación de cómo sería el proceso de enrollamiento de la tortilla con el modelo de enrollador tipo garra de banda con costillas

El enrollador baja introduciendo cada una de las garras entre las costillas de la banda hasta tocar la superficie más baja de ésta, después el rodillo 2 de la banda que se encontraba sin operar, comienza a subir para poder cubrir al enrollador hasta formar un perfil muy parecido a una ola, simultáneamente el rodillo 3 se desplaza en dirección horizontal hacia el rodillo 1 (figura 6.15).

En ese momento el enrollador empezará a realizar dos funciones, una será la de enrollar la tortilla y la segunda mantener la tensión de la banda.

Cuando llega la tortilla hasta donde se encuentra el enrollador, ésta seguirá teniendo la fricción generada por la banda ya que el espesor de cada una de las garras es menor al espesor de las costillas. Como el diámetro del taco se irá incrementando, el enrollador se irá desplazando hacia arriba en sentido vertical para asegurar un buen apriete en el taco.

Al terminarse de hacer el taco, la garra se girará hasta quedar como canastilla para transportarlo a otro lugar donde se vaya a almacenar. El rodillo 2 regresa hasta quedar al mismo nivel de los otros rodillos y simultáneamente el rodillo 3 regresa a su posición original, es decir lo más alejado del rodillo 1 hasta que la banda quede adecuadamente tensada.

Capítulo 7. Principios básicos para el enrollamiento de la tortilla

Estos principios son las conclusiones obtenidas del análisis fotográfico del proceso de elaboración de tacos del capítulo 5 y de las pruebas de funcionamiento de los modelos presentados en el capítulo 6, las cuales son empleadas para proponer una de las soluciones efectivas al problema de enrollamiento de la tortilla (figura 1).



Figura 7.1. Tacos tipo flauta

Cabe señalar que no todos modelos probados funcionaron debido a que, en su momento, no se conocían estos principios aunque algunos se apliquen de manera inconciente al hacer un taco a mano. Todos estos principios se fueron convirtiendo en requerimientos de diseño de la máquina para elaborar tacos.

Es importante indicar que no se ponen imágenes que ilustren cada uno de estos principios para no contaminar las ideas de quien los consulte, ya que el proceso creativo requiere de total libertad para llegar a un mismo destino pero por un camino distinto.

Los principios se enuncian a continuación.

- Debe existir un elemento que levante y/o tome la orilla de la tortilla que será el comienzo del taco.
- No depender de características de la tortilla como: el diámetro, su espesor y de la calidad o su homogeneidad, es decir, que no estuviera rota, agrietada o con pequeños orificios.
- La tortilla debe mantenerse caliente mientras se encuentra en el proceso de enrollado. No es recomendable que la tortilla se recaliente porque va perdiendo humedad, la cual hace que se endurezca y dificulte su enrollamiento.
- La capa más delgada de la tortilla es en la que se dosificará el alimento para que la gruesa sirva de protección al exterior.
- La punta que es el inicio del rollo debe ser clavada para impedir que se vaya en dirección paralela a la superficie del resto de la tortilla.

- Debe existir un elemento guía o una trayectoria guía para que se pueda dar inicio al enrollamiento.
- En todo el proceso de enrollamiento es importante que exista una fuerza de empuje para que la tortilla siga enrollándose.
- Debe existir poca fuerza de fricción entre la tortilla y el elemento que la enrolle.
- Se debe asegurar cierto nivel de apriete o ajuste del rollo para evitar que el taco se desenrolle más fácil o que se mueva el alimento que ha sido envuelto.
- Si el alimento ya fue servido y la tortilla se encuentra estática o al momento de ser transportada, entonces estos deben estar en posición horizontal, ya que al tener cierto número de grados de inclinación con respecto a la horizontal, el alimento se puede desplazar o patinar de su lugar de origen.
- El diámetro de la tortilla va ir aumentando por lo que el elemento guía para enrollar, debe permitir el incremento del diámetro del taco.

Capítulo 8. Descripción de la máquina para elaborar tacos

La máquina para elaborar tacos mostrada en la figura 8.1 cuenta con un sistema de doble banda, el cual fue desarrollado basado principalmente en la esencia de funcionamiento de la máquina “Dalia” y en los principios básicos para el enrollamiento de la tortilla (capítulo 7), los cuales fueron tomados como requerimientos de la máquina.

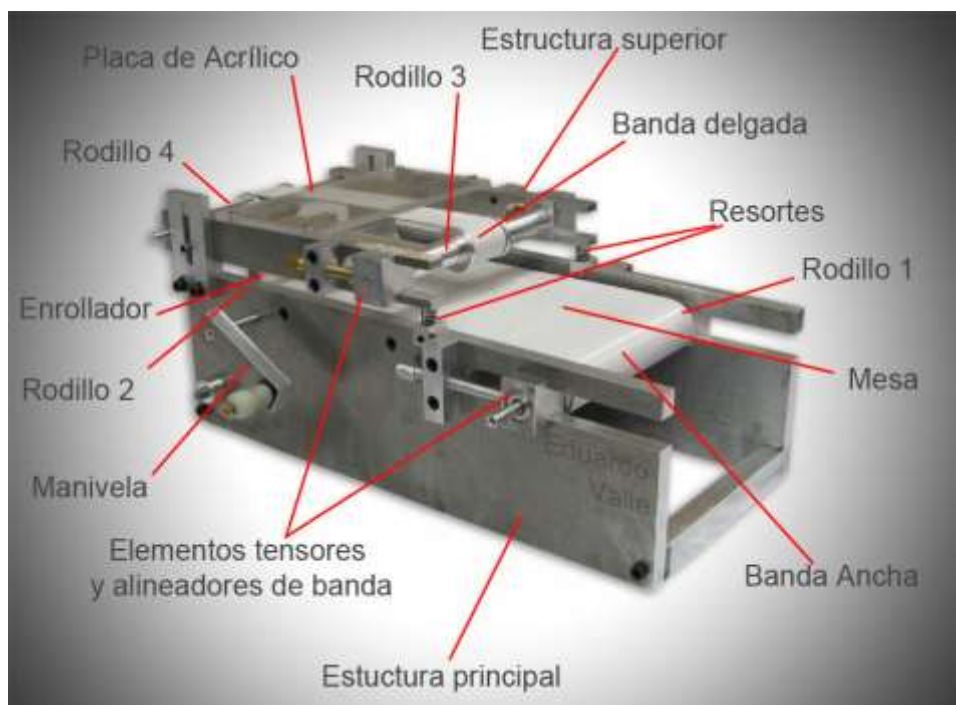


Figura 8.1. Identificación de los elementos de la máquina

8.1 Descripción general de la máquina

Para poder hacer la descripción general de la máquina, se apoyará en los nombres asignados a los elementos en la figura 8.1.

Las dimensiones máximas generales de la máquina son: [43 de largo x 30.6 de ancho x 18.7 de alto] cm.

La máquina está dividida en dos estructuras. Una llamada principal es la que soporta a los rodillos de la banda ancha, con sus respectivos elementos tensores y alineadores, a la mesa, a la estructura superior. Mientras que esta última se encuentra por encima de la estructura principal y da soporte a los rodillos de la banda delgada con sus respectivos elementos tensores y alineadores.

Las dos estructuras de la máquina, los cuatro rodillos, el enrollador y la manivela están hechos de aluminio.

Las bandas son comerciales marca Durasil y vulcanizadas. Con la aprobación USDA para su uso en la Industria Alimenticia y son certificadas por la FDA (21 CFR 177.2600). La banda ancha es de 60 cm. de largo por 15 cm. de ancho, mientras que la banda delgada es de 50 cm. de largo por 3.4 cm. de ancho. Ambas bandas tienen incorporado un sistema para alineación de las mismas y graduar su tensado los cuales se regulan a través de unos tornillos de cabeza hexagonal.

El accionamiento de la banda ancha y delgada se hace de manera manual al girar una manivela que está conectada al rodillo 2 (de la banda ancha). Su relación de transmisión es de 1 a 1. Una pequeña banda está acoplada a dos poleas, las cuales a su vez están sujetas a las espigas del rodillo 2 y 4.

Los rodillos 1 y 2 son cilíndricos con 2 espigas de cada lado y no tienen ninguna protuberancia, mientras que los rodillos 3 y 4 tienen unas ligeras protuberancias que sirven de registro para la banda delgada.

El enrollador está montado sobre una placa, la cual está restringida a un solo grado de libertad (un giro de 90°) para permitir la salida del taco hecho.

La placa de acrílico que se encuentra en la estructura superior tiene dos funciones: una es para dar soporte a la estructura superior y la otra es evitar que se descuadre la estructura.

Por debajo de la banda ancha se encuentra una mesa metálica para darle soporte a ésta, impidiendo que ésta se hunda cuando transporte a la tortilla con el taco y además sirve para evitar saltos que hagan que se desplace el relleno de su lugar.

La mayoría de todas los elementos están unidos por tornillos allen, el resto son tornillos convencionales de cruz.

8.2 Descripción del funcionamiento

El relleno se dosifica sobre uno de los extremos de la tortilla para que su parte más larga quede paralelo al enrollador dejando sólo 1.5 cm. libres (ver figura 8.2). Esto se debe hacer previo al enrollamiento.

Una de las restricciones para el buen funcionamiento de la máquina es que el relleno debe quedar en forma cilíndrica 1.8 cm. de diámetro por 10 cm. de largo aproximadamente (ver figura 8.3). El relleno del taco debe tener una consistencia muy viscosa y algo pegajosa como es el caso de los frijoles refritos, puré de papa, requesón, etc. Ya que alimentos sólidos o con un alto porcentaje de humedad no pueden ser enrollados bajo el sistema de doble banda.



Figura 8.2. Alimento de relleno ya dosificado



Figura 8.3. Medición del diámetro del relleno

El desplazamiento de la tortilla (con el relleno previamente dosificado) se hace en dirección del rodillo 1 al rodillo 2. La tortilla sigue su camino hasta que la punta que quedó libre de la tortilla se levanta cuando toca al enrollador provocando que el relleno se impacte con esta punta de la tortilla por la inercia generada por el movimiento de la banda ancha y como el alimento es pegajoso, obliga a que la punta baje para tocar al resto de la tortilla. Y con la fricción y el par generado por la banda delgada y la ancha, la tortilla se seguirá enrollando hasta que se termine de hacer el taco.

Cabe señalar que la estructura superior está articulada a la estructura principal a la altura del rodillo 4 y en el otro extremo está recargada sobre unos resortes, los cuales le ayudan a aminorar su peso y así permitir que el diámetro de la tortilla enredada crezca hasta que se termine de hacer el taco.

Esta máquina se acoplará a otra tortilladora, ya que otra restricción para que el enrollamiento se logre es que la tortilla debe estar caliente y con buena humedad, para que se pueda enrollar sin que se rompa y la deformación que sufra sea sólo completamente circular y no parezca un polígono de varios lados (ver figura 8.4).



Figura 8.4. Vista lateral de un taco hecho por la máquina



Figura 8.5. Medición del diámetro de un taco de tortilla de maíz

El diámetro del taco terminado es en promedio de 2.4 cm. para una tortilla de maíz y de 2.6 cm. para una tortilla de harina (ver figura 8.5). Y el número de grados de giro de la tortilla de maíz es de 700° y para la de harina de 735° aproximadamente como se muestra en las figuras 8.6 y 8.7 en donde se dibujó el contorno de la tortilla enredada simulando un corte (con el plano en transparencia en color azul).

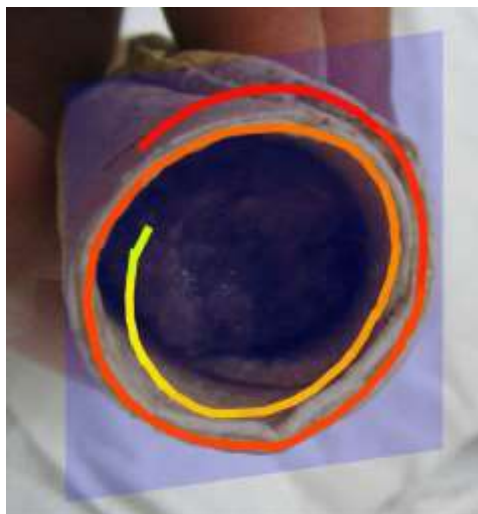


Figura 8.6. Con tortilla de maíz se gira la tortilla 700° aproximadamente.

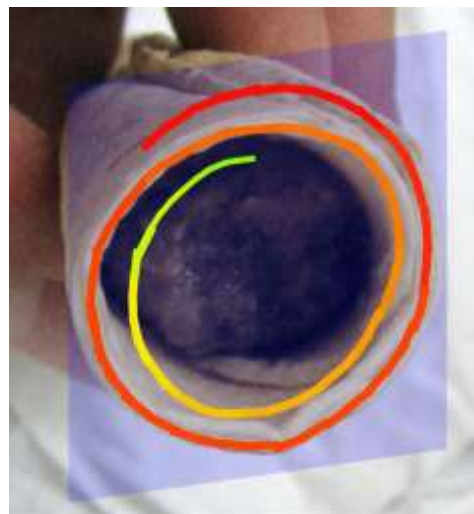


Figura 8.7. Con tortilla de harina se gira la tortilla 735° aproximadamente.

Con respecto a esto último, la ventaja que tiene esta máquina es que puede trabajar tanto con tortillas de maíz como de harina. Otra de las ventajas que se encontraron al desarrollar la máquina es que no requiere de un sistema mantenga agarrado al taco o lo coloque entre dos superficies perpendiculares (como se hizo la observación al final del capítulo 5). Esto se logró adicionando una capa muy delgada del mismo relleno hasta el final del rollo y se le dan aproximadamente tres vueltas después de terminado el taco para que el alimento se adhiera bien a la superficie de la tortilla. Eliminando así la necesidad de utilizar algún pegamento especial comestible o derivados de la fructosa. Así el taco ya no se deshace y facilita su transportación hasta que pueda ser almacenado.

El taco terminado y pegado se muestra en la figura 8.8.



Figura 8.8. Resultados de enrollamiento con tortilla de harina y de maíz

8.3 Pruebas de funcionamiento

Se han hecho pruebas de funcionamiento para tortillas de maíz y de harina con diferentes tipos de alimento para el relleno del taco como son: nopales cortados en cuadritos, carne deshebrada, queso cottage, frijoles refritos, puré de papa y requesón. En la tabla 8.1 se muestra el resultado de envolver con la tortilla estos alimentos.

Tabla 8.1. Pruebas al enrollar diferentes alimentos de relleno			
Tipo de alimento	Comportamiento del relleno para ser enrollado	¿Se logra hacer el taco?	¿Sirve para pegar la orilla del taco?
Nopales cortados en cuadritos	Al llegar al enrollador, los cuadritos se desplazan y como no tiene adherencia con la tortilla no logra bajar la punta de ésta.	No	No
Carne deshebra	Al llegar al enrollador, las hebras se desplazan y como no tiene adherencia con la tortilla no logra bajar la punta de ésta.	No	No
Queso cottage	Al llegar al enrollador, los trocitos de queso se desplazan muy poco, pero gracias a lo pegajoso permite que baje la punta de la tortilla. Pero el rollo queda un poco flojo.	Más o menos	Sí
Frijoles refritos	El relleno no se mueve hasta que la punta libre de la tortilla sube por el enrollador y el relleno se impacta en ésta, adhiriéndose a su superficie. Provocando que la punta baje hasta tocar el resto de la tortilla y permitiendo así el giro de ésta.	Sí	Sí
Puré de papa	El relleno no se mueve hasta que la punta libre de la tortilla sube por el enrollador y el relleno se impacta en ésta, adhiriéndose a su superficie. Provocando que la punta baje hasta tocar el resto de la tortilla y permitiendo así el giro de ésta.	Sí	Sí
Requesón	El relleno no se mueve hasta que la punta libre de la tortilla sube por el enrollador y el relleno se impacta en ésta, adhiriéndose a su superficie. Provocando que la punta baje hasta tocar el resto de la tortilla y permitiendo así el giro de ésta.	Sí	Sí

Un punto muy importante a considerar es la temperatura de la tortilla. Cuando la tortilla se enfría se endurece y no permite ser enrollada por la máquina, pues cuando llega al enrollador simplemente no sube y se queda patinando sobre la banda ancha. Inclusive se rompe al intentarlo. Si después de que se enfrió la tortilla es calentada, los resultados del

enrollamiento no son los óptimos debido a que al elevar su temperatura pierde humedad provocando que se endurezca y que en algunas ocasiones se rompa al intentar enrollarla. El momento y la temperatura óptima de la tortilla para ser enrollada es recién salida de la máquina que las fabrica.

También se hicieron pruebas de enrollamiento cuando el relleno (frijoles refritos, puré de papa y requesón) era dosificado en la cara delgada de la tortilla y otra sobre la cara gruesa. En la tabla 8.2 se muestran los resultados:

Tabla 8.2 Resultados de enrollar el taco con sus diferentes caras.		
Relleno dosificado en:	Comportamiento al ser enrollado	Comportamiento después de pegada la orilla del taco
Cara gruesa.	Tiene buen resultado y no se rompe por la fricción generada con el enrollador.	El taco no se despegas, permitiendo que cuando la tortilla se enfríe y se endurezca no se deshaga el taco.
Cara delgada.	Tiene buen resultado pero algunas veces se rompía por la fricción generada con el enrollador.	La presión que ejerce la cara gruesa para desenrollarse al estar pegado el taco, generalmente es mayor y provoca que se desprenda la cara delgada y se desenrolle el taco.

Por lo que se concluye que el alimento debe ser dosificado sobre la cara delgada y la gruesa estar en contacto con la superficie de la banda.

También se consiguió pegar el taco para que no se deshaga después de ser enrollado y no tener que desarrollar un sistema que mantenga agarrado al taco o lo coloque entre dos superficies perpendiculares (como se hizo la observación al final del capítulo 5). Esto se logró adicionando una capa muy delgada del mismo relleno hasta el final del rollo y se le dan aproximadamente tres vueltas después de terminado el taco para que el alimento se adhiera bien a la superficie de la tortilla. Eliminando así la necesidad de utilizar algún pegamento especial comestible o derivados de la fructosa.

Por esa razón, la máquina sólo podrá envolver con la tortilla alimentos muy viscosos y un poco pegajosos.

Y por último se hicieron pruebas de funcionamiento, con transmisión manual de las bandas y se observó que la velocidad de la banda repercute en la calidad de enrollamiento de la tortilla.

Los resultados de estas pruebas se muestran en la tabla 8.3:

Tabla 8.3. Pruebas de enrollamiento a diferentes velocidades	
Velocidad aproximada De la banda	Resultado de enrollamiento
0.058 m/s	La tortilla no logra subir por el enrollador provocando que la patine sobre la banda.
0.074 m/s	El giro de la tortilla se hará muy grande (3.5 cm de diámetro) y se tardará dos vueltas más en hacer bien y quedar de un diámetro de 2.5 cm
0.118 m/s	El taco se formará en sólo 2 vueltas y su diámetro será de 2.5 cm
0.23 m/s	La orilla que entra primero simplemente no cae sobre el resto de la tortilla si no que se sigue hasta voltearse completamente, provocando que el alimento caiga sobre la banda y nunca se forme el taco.

Hasta que no se automatice esta parte de la máquina, no se podrá caracterizar correctamente la velocidad a la cual debe correr la banda y obtener un óptimo enrollamiento.

8.4 Comparativo con los otros modelos

Después de que ya fue hecho la descripción física y de funcionamiento, mostrando ventajas y desventajas de cada uno de los modelos y de la máquina, se hace un comparativo de los motores, sensores y sistemas que requerían para funcionar.

A continuación se presenta el comparativo:

Modelo de pluma de cilindros concéntricos:

- Motor para hacer girar el enrollador.
- Sensor para detectar que el clip tipo pluma ya tomó la orilla de la tortilla.
- Compresor de aire.
- Motor para retirar el enrollador.
- Sistema que sujete al taco ya hecho para que no se deshaga.
- Sistema de dosificación de relleno ya incluido.

Enrollador de pinzas con giro excéntrico:

- Sistema para dosificar el relleno.
- Sensor para detectar que la orilla de la tortilla en las pinzas.
- Motor para soltar las pinzas del tope.
- Motor para hacer girar las pinzas.
- Motor para desplazar horizontalmente en sentido de las bandas.

- Motor para retirar las pinzas del la tortilla con un giro.
- Motor para dar movimiento a las dos bandas.
- Sistema que sujete al taco ya hecho para que no se deshaga.

Enrollador doble:

- Sistema para dosificar el relleno.
- Sensor para detectar que la tortilla ya llegó al enrollador.
- Motor para girar al enrollador.
- Motor para desplazar verticalmente al enrollador.
- Motor para dar movimiento a las dos bandas.
- Sistema que sujete al taco ya hecho para que no se deshaga.

Enrollador de garra con banda de costillas:

- Sistema para dosificar el relleno.
- Sensor para detectar que la tortilla ya va a llegar al enrollador.
- Motor para subir al rodillo 2.
- Motor para desplazar horizontalmente al rodillo 3.
- Motor para girar al enrollador.
- Motor para desplazar verticalmente al enrollador.
- Motor para dar movimiento a la banda.
- Motor para que el enrollador garra en su función de canastilla lleve al taco para almacenar.

Máquina para elaborar tacos:

- Sistema para dosificar el relleno y capa para pegar el taco.
- Sensor para detectar que la tortilla ya llegó al enrollador.
- Motor para dar movimiento a las dos bandas
- Sistema para almacenar el taco pegado ya hecho.

Todos los modelos y la máquina fueron pensados para acoplarlos a la salida de una máquina tortilladora debido a la importancia de que la tortilla esté caliente y con porcentaje de humedad adecuado. Por lo que necesitarían de un sistema para alimentación de la tortilla.

La máquina además ser la única que si funcionó completamente sin depender de la calidad de la tortilla, logra simplificar el diseño y utilizar menos motores y sensores.

9. Variables que mejoran el proceso de enrollamiento de la tortilla con el sistema de doble banda

Estos principios son resultado de las pruebas de funcionamiento con el último modelo construido. Durante el proceso se fueron detectando que algunas variables mejoran el funcionamiento de enrollamiento de la tortilla. Este modelo está diseñado para enrollar alimento como frijoles refritos y puré de papa, entre otros (figura 9.2).

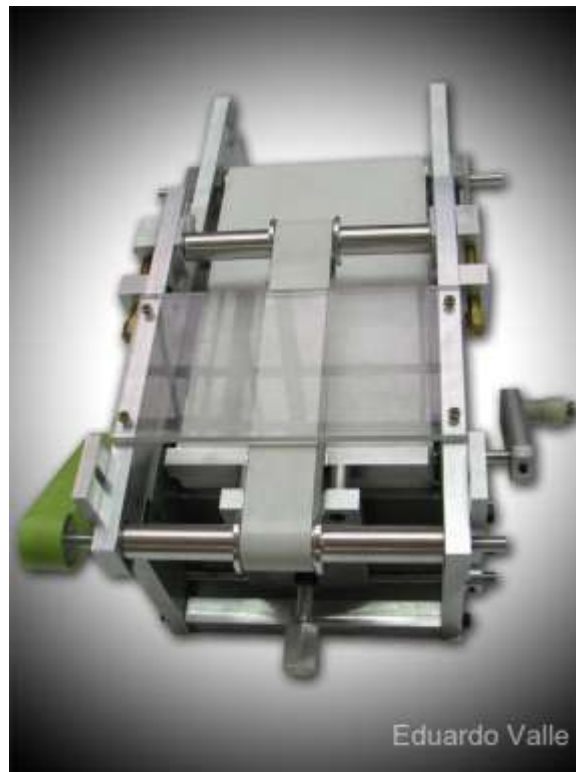


Figura 9.2. Máquina para elaborar tacos

La velocidad con que la banda transporta la tortilla es parte crucial para que el alimento se desplace un poco hacia al frente y se adhiera al extremo de la tortilla al momento de impactarse con el elemento enrollador, permitiendo así que baje por sí sola la orilla de ésta sin necesidad de que exista algún otro elemento que haga esa tarea.

En pruebas de funcionamiento con transmisión manual, la velocidad a la que se forma bien el taco es a 0.118 m/s con un diámetro aproximado de 2.5 cm.

La capa más delgada de la tortilla es en la que se dosificará el alimento. Esto se debe a que si la capa delgada queda en contacto con la banda, la fricción que se genera con el elemento enrollador y la banda superior provoca, en la mayoría de los casos, que se desprenda parte de esta capa del resto de la tortilla.

El alimento debe ser dosificado de tal manera que se forme un cilindro. De no ser de este modo, no permitirá un giro sencillo (es como ponerle llantas ovaladas a un carro y esperar que ruede igual que un círculo) y posiblemente no se termine de enrollar la tortilla.

Poner pegamento para evitar que se desenrolle el taco o enredarlo con hilos en forma de espiral.

El alimento no debe ser húmedo, de preferencia debe tener un contenido de humedad muy bajo para que no remoje la tortilla y evitar que escurra el alimento.

La fuerza o presión ejercida al inicio del rollo por la banda superior debe ser muy ligera pues con mucha presión ejercida provoca que el alimento se aplaste y no permita que la tortilla pueda girar fácilmente, pues la comida al estar en contacto con la tortilla se va a adherir haciendo que la tortilla empiece a tomar la forma del alimento aplastado como de elipse alargada en lugar de ser círculo.

Resultados

Hasta el momento se logró resolver el problema de enrollamiento de la tortilla por medio del sistema de doble banda. Se han hecho pruebas de funcionamiento para tortillas de maíz y de harina con diferentes tipos de alimento para el relleno del taco como son: nopales cortados en cuadritos, carne deshebrada, queso cottage, frijoles refritos, puré de papa y requesón. Pero sólo con los tres últimos se han tenido buenos resultados.

Se consiguió pegar el taco para que no se deshaga después de ser enrollado y no tener que desarrollar un sistema que mantenga agarrado al taco o lo coloque entre dos superficies perpendiculares (como se hizo la observación al final del capítulo 5). Esto se logró adicionando una capa muy delgada del mismo relleno hasta el final del rollo y se le dan aproximadamente tres vueltas después de terminado el taco para que el alimento se adhiera bien a la superficie de la tortilla. Eliminando así la necesidad de utilizar algún pegamento especial comestible o derivados de la fructosa.

Por esa razón, la máquina sólo podrá envolver con la tortilla alimentos muy viscosos y un poco pegajosos, ya que los alimentos sólidos o con alta humedad se deslizan antes de ser envueltos con el primer giro de la tortilla y no sirven para pegar el taco.

La máquina presentada en este trabajo debe de alimentarse de tortillas calientes para que se pueda hacer el enrollado sin que ésta se rompa antes de que se enfríe, por esta razón se tienen pensado acoplarla a una máquina tortilladora.

Al hacer las pruebas de funcionamiento, con transmisión manual de las bandas, la velocidad de la banda repercute en la calidad de enrollamiento de la tortilla.

Los resultados de estas pruebas (tomados de la tabla 8.3) son:

Tabla de resultados. Pruebas de enrollamiento a diferentes velocidades	
Velocidad aproximada de la banda	Resultado de enrollamiento
0.058 m/s	La tortilla no logra subir por el enrollador provocando que la patine sobre la banda.
0.074 m/s	El giro de la tortilla se hará muy grande (3.5 cm de diámetro) y se tardará dos vueltas más en hacer bien y quedar de un diámetro de 2.5 cm
0.118 m/s	El taco se formará en sólo 2 vueltas y su diámetro será de 2.5 cm
0.23 m/s	La orilla que entra primero simplemente no cae sobre el resto de la tortilla si no que se sigue hasta voltearse completamente, provocando que el alimento caiga sobre la banda y nunca se forme el taco.

Cuando se le coloque un motor para la transmisión de las bandas se podrá caracterizar el sistema de enrollamiento y así saber la velocidad máxima con la cual podrán ser enrolladas las tortillas y tener un óptimo resultado. Y para asegurar que el diámetro final del taco siempre sea el mismo se apoyará de la fotografía como registro de calidad (como se planteó en el punto 2.7 del capítulo 2).

Cabe señalar que cuando se empezaron a construir los modelos de enrollador doble y garra, antes de comenzar a hacerles las pruebas de funcionamiento con tortillas, se probaron con hojas de papel. Los resultados obtenidos para enrollar el largo de una hoja de papel tamaño carta fueron muy buenos, destacando aún más el enrollador garra sobre el doble.

El solo elemento del enrollador garra, sin la banda, guiado con la mano hacia el resto de la hoja y al mismo tiempo de un ligero deslizamiento hacia los lados tiene excelentes resultados al enrollar una hoja tamaño carta, además de que mantiene siempre un mismo diámetro final. Faltaría hacer pruebas de funcionamiento para ver cómo se comporta con una hoja de cartón delgado como para elaborar los núcleos o corazones de los rollos de papel higiénico o de servitoalla.

Otra de las aportaciones de este trabajo, aparte de la máquina para elaborar tacos de origen mexicano, es que en él se sientan las bases de cómo diseñar a través de la herramienta fotográfica. Pues algunas aplicaciones de esta herramienta ya se usan dentro de la Ingeniería, pero en la literatura no dicen cómo se logran mejores resultados al tener una imagen fotográfica de buena calidad, ni tampoco se puede encontrar en una sola referencia el compendio de las aplicaciones de la fotografía dentro de la Ingeniería de Diseño.

Y por último pero no menos importante, en este trabajo también se aportan los principios básicos de enrollamiento, ya que al preparar un taco a mano no se está conciente de todas las actividades que se tienen que realizar para formarlo. Estos principios surgieron del análisis de los procesos de cómo la gente prepara sus tacos y del estudio comparativo de los modelos realizados. Además estos principios también se pueden aplicar a otros materiales muy similares a la consistencia de la tortilla.

Conclusiones

El relleno del taco debe ser dosificado con una forma cilíndrica y debe tener una consistencia viscosa y pegajosa. Una capa delgada del mismo hasta parte final de la tortilla sirve como pegamento para que no se desenrolle el taco. Y debe ser servido sobre la cara delgada de la tortilla.

Con respecto al “Método de Diseño por Fotografía” se aplicó satisfactoriamente al análisis fotográfico a la máquina “Dalia”, a la máquina que elabora los burritos y de cómo la gente prepara sus tacos.

Los resultados de los análisis fotográficos más el estudio comparativo de los modelos realizados arrojó como conclusiones los principios básicos de enrollamiento de la tortilla. Los cuales se convirtieron en requisitos para el diseño de la máquina para elaborar tacos la cual soluciona el problema de enrollamiento.

La fotografía también resultó una buena herramienta para mantener orden y facilitar la explicación durante el desarrollo de este trabajo. Ésta también resultó ser un buen auxiliar para obtener las dimensiones relativas de un elemento que no se tenía físicamente como se presentó en el capítulo 4. Además en la etapa de diseño conceptual se demostró que la fotografía tiene varias ventajas sobre un simple dibujo o un diseño en CAD, ya que el tiempo que se requirió para hacer una toma fue menor que el hacer el dibujo o el modelado en CAD.

También se puede concluir que cuando se requiere hacer una presentación, ya sea a un cliente o a un directivo de una empresa para aprobar el rediseño, y que no están familiarizados con representaciones utilizadas en los planos (materiales, cortes, etc.), la fotografía, ayudará en gran medida a un mejor entendimiento. Asimismo se logra tener el llamado proceso de consumidor a consumidor, para asegurar desde el diseño conceptual el éxito de venta del producto.

De acuerdo a lo anterior, se consiguió llevar a buen término lo que se propuso en el objetivo planteado para este trabajo, pues se logró conjugar la Ingeniería de Diseño con la fotografía.

Aunque falta más por investigar y documentar en qué otras áreas de Ingeniería de Diseño se emplea la herramienta de la fotografía, se puede concluir que ésta es una herramienta poderosa al aplicarla a la Ingeniería de Diseño.

Estas conclusiones terminan con ideas y aportaciones que dejó todo el proceso creativo y de diseño empleados en este trabajo:

- Poner atención en las imágenes mentales (al leer un texto o al escuchar los requerimientos o necesidades del problema de un cliente). Después se va descartando lo común para luego plasmarlas en papel o buscar imágenes en la red o en algún otro medio impreso que ayuden a representar las ideas.

- El tiempo destinado a la elaboración de este trabajo también fue tiempo de reflexión, pues las incertidumbres muchas veces fueron las que dieron inicio a la creación.
- La técnica fotográfica permitió proyectar más fácil las ideas. Pues las metodologías sirven más para conocerse a uno mismo, es decir, la facilidad o complejidad para llevar a cabo pasos de un método a un proyecto, tiene que ver con la forma de percepción y transformación del entorno (llámese problemas, necesidades, requerimientos, etc.), ya que ayudan a estructurar mejor las ideas.
- Lo que también sirvió para el desarrollo de los modelos es saber valorar el funcionamiento y forma de las cosas simples.
- En todo proceso de diseño es muy bueno documentarse de lo que ya se ha hecho dentro del área de desarrollo del área del proyecto ya sea con patentes, en la literatura, etc.
- Buscar analogías entre el resultado de lo que se trata de solucionar con la forma en que se resuelve en otro campos de conocimiento o con la forma que tiene la naturaleza para solucionarlo. Por ejemplo en el sistema de enrollamiento se hicieron analogías de cómo se enrolla el cable para hacer resortes, cómo hacen los tubitos que combinan el chocolate blanco con el oscuro, cómo enrollan papel, etc.
- Es bueno registrar todo el proceso de creación, ya sea con fotografías o con video, ya que existen diferentes etapas del acto creador, así se pueden analizar las dificultades de elaboración. A esto se le llaman estado de prueba en las artes visuales. En donde en los estados de prueba lo importante es lo que uno puede aprender durante el proceso. Que es más o menos lo que también hacen en el libro “Effective Inquiry for Innovative Engineering Design” de Ozgur Eris en las páginas 58 a 64.
- Para la creatividad deben existir estímulos visuales. Ya que los estímulos condicionan la producción.
- Existen dos caminos en la Ingeniería de Diseño: Uno es el proceso creativo en el diseño, el cual aporta distintas formas y rutas para llegar a un destino o punto final, teniendo como base los conocimientos. Y el segundo es el proceso metodológico, el cual dice cuáles son los pasos de cómo ir desde un punto inicial hasta el final.
- Quien no tenga claro cuál fue el proceso creativo de diseño que se siguió en este trabajo (aplicando la herramienta fotográfica), les costará más trabajo entender cómo se llegó al prototipo de la máquina final.
- Generalmente el proceso creativo de diseño aplicado en este proyecto se resolvió alejado de la mesa de trabajo que en la mesa misma. Es decir, cuando ya se tienen las imágenes mentales o dibujos, se hacen pausas para ir a caminar a algún lugar donde uno se desenvuelva con tranquilidad y seguridad. Lo que pase afuera puede contrastar con lo que trae adentro. Así al regresar a la mesa de trabajo es más fácil tomar una postura de cómo encarar el problema... La magia está en la realidad, sólo hay que descubrirla.
- Para la Ingeniería de Diseño también hay que aprender a pensar con las manos. Muchas veces podemos tener una gran idea en la mente, en papel o en computadora, pero si no estamos concientes de los materiales, los procesos de manufactura y de las herramientas será algo complicado aterrizar esas ideas para que se pueda construir.
- Se deja como consejo: si no se es creativo, se tiene que poner a analizar a las personas que sí lo son; estudiando en dónde tienen fluidez de ideas libres y frescas.

Trabajo a futuro

La máquina para elaborar tacos aún no está terminada, falta colocar un motor para la transmisión de las bandas, un sensor para detectar cuando ya esté hecho el taco, desarrollar el sistema para recepción de las tortillas recién salidas de la máquina tortilladora, el sistema de dosificación de alimento y el sistema de almacenamiento de los tacos.

Cuando se le coloque motor para la transmisión de las bandas se podrá caracterizar el sistema de enrollamiento para saber la velocidad máxima con la cual podrán ser enrolladas las tortillas para tener un óptimo resultado.

En el momento que esté completamente terminada la máquina se registrará la patente y se empezará a ofrecer a empresas que requieran una máquina de este tipo.

También se elaborará un manual con ayuda de la fotografía para el ensamble y desensamble de la máquina, el cual también servirá para su mantenimiento.

Con respecto al “Método de diseño por fotografía” falta adicionar e investigar más aplicaciones en la que se utiliza la fotografía en el campo de la Ingeniería como es:

- Foto elasticidad.
- Mecánica de fluidos.
- Análisis por cámara de alta velocidad
- Dimensionamiento por óptica (en la fotografía)
- Reconocimiento de geometría mostrada en una imagen fotográfica a través de un software.
- Registrar el estado de prueba de todo el proceso de creación en el diseño con fotografías.

Se tiene pensado que por la ambición de este método, será necesario continuarlo en el programa de doctorado.

Lista de figuras

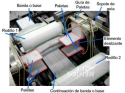
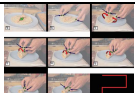
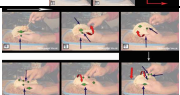
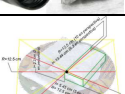
	Figura 1.1. Tortillas infladas por el vapor de agua recién salidas de la máquina con la cara delgada hacia arriba	7
	Figura 2.1. Simbología	8
	Figura 2.2 Análisis fotográfico de un proceso manual	9
	Figura 2.3. Identificación de elementos en un proceso automático	10
	Figura 2.4. Análisis de un proceso automático de una máquina para elaborar burritos	10
	Figura 2.5 Análisis de un semi-enrollamiento (partiendo de la mitad) apoyado en una superficie plana	11
	Figura 2.6. Análisis de un enrollamiento en dos dobleces apoyado en la mano	11
	Figura 2.8. Explosivo para mostrar todas las partes que componen una linterna de mano	12
	Figura 2.9. Explosivo para mostrar todas las partes que componen una linterna de mano marca Eveready	13
	Figura 2.10. Explosivo para mostrar todas las partes que componen una linterna de mano marca Varta	13
	Figura 2.11. Acoplamientos de linterna Eveready	14
	Figura 2.12. Acoplamientos de linterna Varta	14
	Figura 2.13. Desacoplamientos de linterna Eveready	14
	Figura 2.14. Desacoplamientos de linterna Varta	14
	Figura 2.15. Dimensiones relativas de unos burritos	15
	Figura 2.16. Lámpara con dimensiones. Escala 1 : 2. Acot. en cm.	15

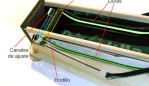
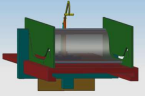
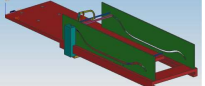
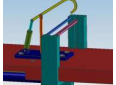
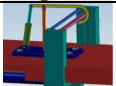
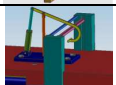
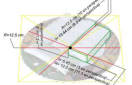
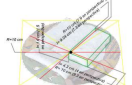
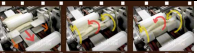
	Figura 2.17. Manipulación de las dimensiones generales de un refrigerador. El segundo refrigerador de izquierda a derecha no tiene ningún tipo de manipulación.	16
	Figura 2.18. Manipulación de las dimensiones de las puertas de un refrigerador y de los accesorios. El segundo refrigerador de izquierda a derecha no tiene ningún tipo de manipulación.	16
	Figura 2.19. Manipulación del color original de un refrigerador	16
	Figura 2.20. Tableta digitalizadora.	17
	Figura 2.21. Simulación de refrigerador sin accesorios en la puerta y de otro con radio, bocinas y pantalla para ver Tv y acceso a Internet	18
	Figura 2.22. Simulación de ventana en un refrigerador	18
	Figura 2.23. Fotografía de linterna Steren	19
	Figura 2.24. Modelado en CAD de linterna Steren	19
	Figura 2.25. Registro de calidad en el sellado de ampollitas.	19
	Figura 3.1. Identificación de elementos de la máquina “Dalia”	21
	Figura 3.2. Dibujo de contornos de algunos elementos de la máquina	22
	Figura 3.3. Estado 1 y 2 de la máquina	23
	Figura 3.4. Se baja la palanca con la mano. La palanca a su vez mueve a los brazos y éstos mueven al rodillo para empezar a enrollar la hoja de parra	23
	Figura 3.5. Por la primer pendiente que tiene la guía, el rodillo hace que el extremo de la hoja de parra (recargada en la banda) libre la comida al aproximarla con el resto de la hoja.	23
	Figura 3.6. Se sigue jalando la palanca y en este momento forma una “C” ligeramente cerrada.	24
	Figura 3.7. En esta toma se puede observar cómo el rodillo queda unos milímetros por encima del resto de la banda	24
	Figura 3.8. Por el largo de la hoja de parra se necesita que la guía tenga una parte alargada (sin curvatura) para que se pueda terminar de enrollar la hoja	24

	Figura 3.9. En este momento el rollo está casi terminado	24
	Figura 3.10. Esta ligera curvatura que presenta la guía es para que el rodillo libre al eje donde está fijo el otro extremo de la banda	24
	Figura 3.11. En esta toma se pudo ver el rodillo se empieza a elevar y el rollo está a punto de ser expulsado	24
	Figura 3.12. Cuando el rodillo llega al final de la guía, el rollo de hoja es expulsado	25
	Figura 3.13. Este es el único momento en el que la banda se tensiona debido a que como los ejes que sujetan a la banda se encuentran fijos y el rodillo al llegar al final de la guía estira la banda	25
	Figura 3.14. Sistema automatizado de enrollamiento hecho con banda.	25
	Figura 3.15. Vista en isométrico de la máquina con los ejes XYZ mostrados como referencia en la parte superior izquierda	26
	Figura 3.16. Vista en isométrico. Detalle del ajustador de banda (balancín en la parte superior)	27
	Figura 3.17. Vista en isométrico. Detalle del ajustador de banda (balancín a la mitad del recorrido)	27
	Figura 3.18. Vista en isométrico. Detalle del ajustador de banda (balancín en la parte inferior)	27
	Figura 3.19. Vista lateral mitad del recorrido	27
	Figura 3.20. Vista inferior mitad del recorrido	27
	Figura 3.21. Vista superior mitad del recorrido	28
	Figura 4.1. Fotografía de la máquina dobladora de burritos	29
	Figura 4.2. Presentación del producto final de la máquina dobladora de burritos de Solbern	29
	Figura 4.3 Círculo en perspectiva.	30
	Figura 4.4a. Aproximación de dimensiones del burrito con un plato extendido	30
	Figura 4.4b. Aproximación de dimensiones del burrito con un plato mediano	30
	Figura 4.5 a 4.7 Imágenes del GIF animado de la máquina para	31

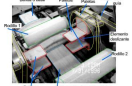
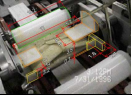
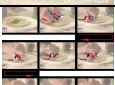
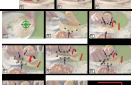
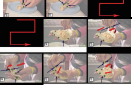
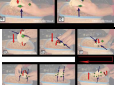
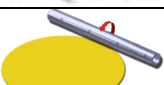
	elaborar burritos	
	Figura 4.8 a 4.10 Imágenes del GIF animado de la máquina para elaborar burritos	31
	Figura 4.11 Asignación de nombre a algunos elementos	31
	Figura 4.12 Dimensiones aproximadas de una estación de la máquina para elaborar burritos	33
	Figura 5.1. Simbología	35
	Figura 5.2.a. Imagen antes del tratamiento.	35
	Figura 5.2.b. Inicio para hacer la imagen transparencia.	35
	Figura 5.2.c. Imagen completa en transparencia.	36
	Figura 5.2.d. Detección y marcación de los puntos de contacto.	36
	Figura 5.2.e. Detección y marcación de las trayectorias de enrollamiento.	36
	Figura 5.2.f. Detección y marcación de las fuerzas aplicadas más representativas.	36
	Figura 5.3. Serie fotográfica del caso 1.	37
	Figura 5.4. Serie fotográfica del caso 2.	38
	Figura 5.5. Serie fotográfica del caso 3.	40
	Figura 5.6. Serie fotográfica del caso 4.	41
	Figura 5.7. Serie fotográfica del caso 5.	42
	Figura 5.8. Serie fotográfica del caso 6.	43
	Figura 6.1. Boceto de pluma de cilindros concéntricos	45
	Figura 6.2. Pluma de cilindros concéntricos	46

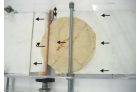
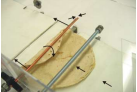
	Figura 6.3. Pinzas del enrollador montadas en disco de plástico para proporcionar giro excéntrico	46
	Figura 6.4. Enrollador montado sobre placa de acrílico que le proporciona movilidad en un eje	46
	Figura 6. 5. La tortilla es transportada sobre la banda	47
	Figura 6. 6. Cuando la orilla entra en las pinzas, estas se sueltan del tope	47
	Figura 6. 7. Las pinzas giran excéntricamente para librar la comida	47
	Figura 6. 8. Las pinzas se mueven en dirección y la misma velocidad que la banda	47
	Figura 6. 9. La tortilla se sigue enrollando debido a la fricción que le provoca la banda y la placa.	47
	Figura 6. 10. Se termina de hacer el taco y ahora ya puede ser empaquetado	47
	Figura 6.11. Isométrico y vista lateral del enrollador doble	49
	Figura 6.12. Enrollador doble montado en la estructura, justo antes de comenzar el enrollamiento de la tortilla	49
	Figura 6.13. Enrollador tipo garra	50
	Figura 6.14. Prospecto de banda con costillas	50
	Figura 6.15. Simulación de cómo sería el proceso de enrollamiento de la tortilla con el modelo de enrollador tipo garra de banda con costillas	51
	Figura 7.1. Tacos tipo flauta	52
	Figura 8.1. Identificación de los elementos de la máquina	55
	Figura 8.2. Alimento de relleno ya dosificado	57
	Figura 8.3. Medición del diámetro del relleno	57

	Figura 8.4. Vista lateral de un taco hecho por la máquina	57
	Figura 8.5. Medición del diámetro de un taco de tortilla de maíz	57
	Figura 8.6. Con tortilla de maíz se gira la tortilla 700° aproximadamente	58
	Figura 8.7. Con tortilla de harina se gira la tortilla 735° aproximadamente	58
	Figura 8.8. Resultados de enrollamiento con tortilla de harina y de maíz	58
	Figura 9.2. Máquina para elaborar tacos	62

Lista de tablas

Tabla 4.1. Posibles materiales y funciones de los elementos de la máquina para elaborar burritos	32
Tabla 8.1. Pruebas al enrollar diferentes alimentos de relleno	59
Tabla 8.2 Resultados de enrollar el taco con sus diferentes caras.	60
Tabla 8.3. Pruebas de enrollamiento a diferentes velocidades	61
Tabla de resultados. Pruebas de enrollamiento a diferentes velocidades	64

Bibliografía

- **“Engineering design: a systematic approach”**, G. Pahl and W. Beitz
 - London, Springer, 1996
- **“Engineering design: a materials and processing approach”**, George E. Dieter
 - 3rd ed., Edit. McGraw-Hill, New York, 2000
- **“The Development of Design”**, Gordon Glegg
 - Edit. Cambridge University Press, Gran Bretaña, 1981
- **“The mechanical Design Process”**, David G. Ullman
 - Edit. McGraw-Hill, New York, 1992
- **“Conceptual design for engineers”**, Michael J. French
 - 2ª ed., Edit. Design council, London, c1985
- **“Diseño de máquinas”**, Robert Norton
 - Edit. Prentice Hall, México 1999
- **“Effective Inquiry for Innovative Engineering Design”**, Ozgur Eris
 - Edit. Kluwer Academia Publishers, EUA 1999
- **“Fundamentos de la fotografía”**, Helen Drew
 - Edit. Blume, Singapur
- **“Fotografía digital avanzada en Blanco y negro”**, John Beardsworth
 - Edit. Evergreen, China
- **“Diseño Comparativo”**, Alejandro Ramírez Reivich, Notas de clase 2006
 - DF, México
 - UNAM, Facultad de Ingeniería, 2007
- **“Dirección y Control de los Procesos de Diseño e Innovación”**, Guillermo Aguirre Esponda, Notas de clase.
 - DF, México
 - UNAM, Facultad de Ingeniería, 2008

- **“IV Simposio: Procesos Creativos en las artes visuales, el diseño y la comunicación visual”**, Guillén Ramón, Betancourt, Suzán, Salazar, Juárez, Pascual y García.
 - DF, México: UNAM, Facultad de Arquitectura, 2008
- **“Evaluación a partir de experimentos sobre el sellado de ampollitas”**, Carlos A. Vázquez J.
 - Trabajo de tesis, 2008
- **“Plato, cuchara y comida... La tortilla”**, Luis Amador, Revista del consumidor, pags. 60-63, diciembre de 2005. de http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_05/tortillas_dic05.pdf
- Empresa “Solbern” <http://www.solbern.com>
- Buscador Google de imágenes <http://www.google.com>