

Universidad de Morelos  
Facultad de Ingeniería y Tecnología

TÍTULO

Diseño y creación de prototipo para la optimización del tiempo en el proceso de ensamblaje de manijas en puertas y cajones de cocinas integrales

Tesis  
presentada en cumplimiento parcial  
de los requisitos para el grado de  
Ingeniería Industrial y de Sistemas

Por

Ricardo Midguett Sánchez Fernández

Abril de 2015

**UNIVERSIDAD DE MONTEMORELOS**  
**Facultad de Ingeniería y Tecnología**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**TÍTULO**

"Diseño y creación de un prototipo para la optimización del tiempo  
en el proceso de ensamblaje de manijas en puertas y cajones de  
cocinas integrales"

**AUTOR**

**Ricardo Midguett Sánchez Fernández**

**ASESOR**

**Melquiades Sosa Herrera**

**APROBADA POR LA COMISIÓN**

Miembro: ~~Mary Tolentino~~

Miembro: ~~Emiliano Cruz~~

Asesor Principal: **Melquiades Sosa Herrera**

Director de Facultad: **M.C. Alejandro W. García**

Coordinador Pregrado **M.C. Cr. Jair del Valle**

**FECHA DE APROBACIÓN**

**17 de Abril del 2015**

## DEDICATORIA

Primeramente quiero agradecer a mi Dios por permitirme llegar hasta este lugar, por darme sabiduría e inteligencia para poder llevar a cabo este proyecto, sin su ayuda jamás podría haberlo hecho.

A mi novia Rachel Espinoza, que me dio todo su apoyo y confianza durante estos meses y me animaba a seguir adelante todos los días.

A mis padres, por su apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida y por todas las enseñanzas que me dieron durante toda mi vida que definitivamente me ayudaron en este proyecto.

A mis compañeros de cuarto por haber aguantado las noches de desvelo y en especial a Julio Galindo por recompensar el trabajo realizado con un AGE.

## DECLARACIÓN DE INTEGRACIÓN DE FE

Este trabajo fue realizado para aligerar la carga del trabajo, y así como esta investigación, nosotros como cristianos tenemos las herramientas para aligerar la carga de los afligidos y de aquellos que no tienen esperanza, así como Cristo vino a esta tierra para quitarnos la carga del pecado. Él es nuestro ejemplo, debemos seguirlo.

“ Por que para mi el vivir es Cristo y el morir es ganancia” (Filipenses 1:21)

## Tabla de contenido

Título .....	i
HOJA DE APROBACIÓN .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
DECLARACIÓN DE INTEGRACIÓN DE FE.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
A. ANTECEDENTES.....	1
II. MARCO TEORICO.....	2
A. PROBLEMA .....	2
B. OBJETIVO.....	2
III. Metodología .....	3
A. DISEÑO .....	3
B. FISICO .....	3
C. OBTENCIÓN DE DATOS .....	3
D. COSTOS .....	4
1) Costo del prototipo.....	4
2) Costo total del proyecto .....	4
IV. RESULTADOS.....	5
V. CONCLUSIONES .....	7
A. REFLEXIÓN .....	7
B. TRABAJO A FUTURO .....	7

# "Diseño y creación de un prototipo para la optimización del tiempo en el proceso de ensamblaje de manijas en puertas y cajones de cocinas integrales"

Ricardo Midguett Sánchez Fernández  
Universidad de Montemorelos  
Montemorelos, México  
rmidguets@gmail.com

Ing. Melquiades Sosa  
Universidad de Montemorelos  
Montemorelos, México

**Abstract—** Se propone en este proyecto, un prototipo de una herramienta especializada que permita la optimización del tiempo a la hora de la colocación de manijas en puertas y cajones de cocinas integrales. Este prototipo permite eliminar el paso de marcar en donde irán los agujeros e ir directamente a hacerlos, lo que ahorra mucho tiempo en el proceso. Las herramientas especializadas son hechas para una acción específica o un campo de trabajo específico, esto para permitir que se facilite al trabajador su tarea, esto provoca que su productividad aumente y que se logre optimizar una gran cantidad de tiempo. Este documento incluye la forma en que fue diseñado y construido el prototipo, la metodología utilizada para medir su rendimiento, así como los resultados y costos.

**Palabras clave:** Optimización, Tiempo, Manija, Prueba de hipótesis, T-Student, Diseño, Prototipo.

## I. INTRODUCCIÓN

### A. ANTECEDENTES

La madera ha sido, es y será un recurso indispensable en la vida de los seres humanos, es materia prima para todo, desde papel hasta construcciones, y aún que la reciente recesión económica aparece con claridad en las estadísticas de los últimos cinco años. A nivel mundial, la producción de todos los principales productos (madera en rollo industrial, madera aserrada, paneles de madera, pulpa y papel) disminuyó en 2009 y se ha ido recuperando gradualmente en 2010–12, así como también la producción y el consumo de tableros de madera parece estar experimentando un crecimiento relativamente fuerte en la mayoría de las regiones[1, 2]. En los últimos ocho años, el consumo de madera por habitante en México creció 22.4% [3]. En Costa Rica, la madera procesada por las industrias forestales se destina principalmente a los siguientes usos: embalajes 49.5%, construcción 22.1%, mueblería 18.2%, exportación en bruto 8.7% y otros usos un 1.4% (fabricación de palillos, lápices, carretes y otros)[4].

La madera para la mueblería se convierte en el tercer consumidor más grande de este país, lo que nos dice que es un campo fuerte en la industria.

Podría ser que una de las razones por el incremento de utilización y tala de madera es que los consumidores cada vez exigen más muebles, producto del buen marketing de las grandes empresas ya que promocionan sus muebles mediante campañas de promoción masivas a través de prensa, vallas publicitarias e incluso anuncios a través de la televisión. Además de esto existen diversas promociones en el mercado que buscan incentivar a los consumidores a acercarse a las salas de las tiendas distribuidores de muebles[5]. Provocando así que los productores de muebles se saturen de trabajo y no cumplan con la producción establecida.

Para que los productores de muebles, ensambladoras y carpinterías puedan surtir sin ningún problema, es necesario una optimización, ya sea implementando un nuevo método en el proceso de producción, implementando maquinaria y automatización o introduciendo al proceso herramientas que les permitan minimizar el tiempo de producción y maximizar la productividad.

Según la Real Academia Española, optimizar es el hecho de buscar la mejor manera para realizar una actividad.

El término “mejor” solución implica que hay más de una solución y que cada solución no tiene valores iguales. La definición de “mejor” es relativa al problema que se está manejando, su método de solución y las tolerancias permitidas. Luego entonces la solución óptima depende de la formulación personal del problema[6].

En la industria esta definición se aplica en el proceso de producción para poder encontrar la opción que más aumente la productividad y ganancia, reduciendo el gasto y el tiempo de operación.

La empresa debe analizar sus procesos, mejorarlos y formar a todas las personas que los llevan a cabo, sin importar quien ejecuta el proceso[2].

Para poder crear o analizar un proceso, Vicente Rico dice que es necesario hacer hincapié en tres puntos muy importantes:

- La síntesis o diseño, que nos permite configurar un proceso base, mediante el cual podamos pasar al siguiente punto.
- La simulación o análisis, el cual nos permitirá encontrar los defectos de nuestro proceso y nos permite mejorarlo al máximo.
- Por último tenemos la optimización, que es la aplicación de los dos puntos anteriores.

Estos tres puntos son, a groso modo, el proceso completo de la optimización[7], el cual es de suma importancia para las industrias de hoy en día.

A la hora de optimizar, algún proceso, se debe de tomar en cuenta ciertas cosas en el diseño y la planeación, así también como en la simulación, primeramente el objetivo de la optimización, que es lo que se quiere optimizar, se puede perseguir la optimización de varios objetivos simultáneamente tales como generación de energía, control de crecidas, regulación de caudales, riego, etc., pero se puede presentar una versión simplificada con el único objetivo de lograr que el operador pueda tomar las mejores decisiones que cumplan con las restricciones impuestas al proceso y contribuyan a maximizar su beneficio económico[8].

Es precisamente lo que se busca en este proceso industrial, la maximización de beneficios económicos que pueden llevar a un crecimiento rápido de una empresa.

Anteriormente se han realizado proyectos que han intentado impulsar la mejora continua de la industria maderera y han propuesto herramientas y métodos para lograr la optimización deseada.

Uno de los proyectos se realizó en MODUMART, carpintería propiedad de la Universidad de Morelia que proporciona muebles a los diferentes departamentos de esta y a la población de la zona, fué enfocado principalmente en la estandarización de los del proceso de armado de cajones para mejorar su productividad, así como la estandarización de las medidas de los cajones.

La estandarización ofrece varias ventajas. En primer lugar, permite calcular con facilidad cuánto tiempo y recursos se necesitan para completar una actividad. De esa forma, hacer una estimación de lo que se necesita para cumplir con algún pedido se convierte en un simple cálculo. También, la estandarización provee el fundamento para la mejora continua. Si todos siguen un procedimiento estándar, una vez que se ha descubierto cierta mejora para un proceso, todos los participantes reciben la formación para esa mejora y los beneficios se llegan a multiplicar entre todos, en vez de que sea sólo uno el que lo entienda y lo mejore[2].

Otro Proyecto, enfocado de igual manera a esta empresa, se centró en la implementación de herramientas para la optimización, una mesa de cortes para ser exactos, la cual permitiría realizar cortes más rápidos y precisos en la madera y

así podría optimizar el tiempo de corte, permitiendo a la empresa agilizar la producción.

En este proyecto se continuará con el enfoque de la optimización, mediante la implementación de herramientas que permitan maximizar la producción y por ende minimizar el tiempo.

## II. MARCO TEORICO

### A. PROBLEMA

El tiempo hoy en día es esencial en cuanto a producción se refiere. Es importante, para ser competitivo, hacer las tareas lo más rápido posible, ya que el consumidor quiere todo al instante.

El problema surge cuando un contratista que se dedica a la instalación de muebles de cocinas en las casas recién construidas o remodeladas menciona que pueden llegar a tardar mucho tiempo colocando las manijas en los cajones y puertas, provocando pérdida de tiempo, el cual no se pueden dar el lujo de perder, ya que tienen muchas casas por delante en las que tienen que trabajar. Estas personas trabajan por contrato y por tanto hacen el trabajo lo más rápido posible para así continuar con su siguiente contrato.

Esta compañía ha realizado contratos de hasta 200 departamentos simultáneos y tomando en cuenta que cada departamento tiene un promedio de 35 manijas que hay que colocar, significa que deben de instalar alrededor de 7000 manijas en un solo contrato, esto representa una gran cantidad de trabajo el cual es realizado normalmente por dos empleados.

Su método consiste en abrir los paquetes que se utilizarán en ese día, acto seguido uno empieza a medir y marcar en donde irán las manijas con un método que se explicará más adelante, mientras que otro empleado irá detrás del primero abriendo agujeros para finalmente entre los dos colocar las manijas en sus respectivos lugares. Con este método ellos logran colocar el equivalente a 15 departamentos diarios, esto nos indica que tardarán alrededor de dos semanas en un solo contrato de esta magnitud.

### B. OBJETIVO

El Objetivo en este proyecto fue diseñar y crear un prototipo que permitió reducir los tiempos en la colocación de manijas en puertas y cajones de cocinas integrales.

Lo que se busca es que el tiempo de la colocación de las manijas disminuya, permitiendo que el contratista pueda continuar con sus siguientes compromisos más rápidamente.

Lo que se propone para optimizar este proceso en específico es un aparato, el cual sea compacto, proporcione una fácil adaptación a la puerta o cajón, permita una fácil medición y apertura del agujero y que pueda ser realizado por una sola persona, para optimizar el tiempo en que se puedan poner estas.

### III. METODOLOGÍA

#### A. DISEÑO

La etapa del diseño es la primera etapa a la hora de crear un producto nuevo.

El término diseño se refiere a una representación gráfica mediante cualquier medio y sobre cualquier soporte analógico, digital, virtual en dos o más dimensiones y se puede aplicar desde sencillos artículos de uso cotidiano hasta la compleja organización de una ciudad entera. Busca crear soluciones reales y funcionales por medio de objetos que se relacionan directamente con el usuario[9].

Existen diferentes tipos de diseño, como lo son el diseño gráfico, diseño textil, diseño de moda, diseño de muebles y diseño industrial, entre otros.

Nos concentraremos en el diseño industrial, ya que llena nuestras necesidades pues es un área en la que se crean y recrean objetos para ser producidos, distribuidos y comercializados para el uso y beneficio de los usuarios finales[10].

El diseño del prototipo se realizó enteramente en el software Autodesk Inventor, ya que proporciona herramientas especializadas para la realización de prototipos que acelera el proceso, reduce costos y facilita la realización de pruebas[9].

Otra razón por la que se utilizó esta herramienta de diseño industrial es porque nos permite realizar movimientos en ensamblajes y así tener una visión más amplia de cómo funcionará el prototipo, sin la necesidad de probarlo empíricamente.

El diseño consta de diez piezas diferentes que en conjunto forman el prototipo.

1. Riel principal: Es una pieza rectangular de 25 cm de alto, hueca por dentro.
2. Riel interno: Esta pieza es similar a la anterior solamente a una escala más chica, ya que entra en el riel principal para permitir un mayor alcance a la hora de ser utilizado.
3. Cabeza: Esta se introduce en el riel interior y se desliza por dentro de los rieles. Funciona también como soporte para los rieles verticales.
4. Brazo: Es la pieza en la que se encuentran las medidas de los agujeros para las manijas. Estas medidas fueron consultadas en catálogos de empresas dedicadas a fabricar manijas junto con otros productos de metal y se tomaron las tres medidas más comunes, estas fueron 64, 96, 128 mm de centro a centro.
5. Base: Esta pieza afirma los rieles verticales, así como la guía.
6. Guía: En esta pieza se encuentra la medida para que se pueda encontrar la altura a la que irá la manija.

7. Mango: Forma escuadra con el riel principal para dar mayor estabilidad a la hora de hacer las medidas. También sostiene a las pinzas.
8. Pinzas: Son unas pinzas que se ajustan al mueble para que el prototipo no se mueva a la hora de medir.
9. Rieles verticales: Estos rieles permiten que el brazo corra de arriba hacia abajo para cumplir su función.
10. Bujes: Estos bujes protegen el contorno de los agujeros para evitar un desgaste prematuro del brazo.

#### B. FÍSICO

Una vez diseñado el prototipo en la respectiva herramienta CAD, se hizo el prototipo de manera física utilizando diferentes materiales.

Para crear el riel principal, el riel interno, la cabeza, el brazo, la guía y la base, se utilizó la impresora 3D Rostock Max v2 con un hilo de material PLA. El grosor de capa de las piezas fue de .2mm.

La razón por la cual se recurrió a la impresión en 3D fue por la complejidad y singularidad de cada pieza. Estas deben de ser a la medida y únicas, algo que con las herramientas proporcionadas en el laboratorio no se podría conseguir.

Otras partes como el mango, las pinzas, los rieles verticales y los bujes no se realizaron con la impresora 3D ya que no había necesidad o no era productivo hacerlo.

El mango de este prototipo se hizo con madera debido a la simplicidad de la pieza y la facilidad de hacer correcciones.

Para los rieles verticales se utilizaron rayos gruesos de bicicleta hechos de metal, esto porque es difícil que se doblen y aún más que se rompan, como nos pasó con una prueba anterior hecha en impresión 3D que se doblaba mucho y terminó por romperse.

Los bujes se hicieron de una varilla de acero, el cual se colocó en el torno y se perforó un agujero por en medio de ella con una broca para metal de  $\frac{3}{4}$ , acto seguido se desbastó la orilla para adecuarla al agujero del brazo y se colocaron en los agujeros.

Las pinzas se obtuvieron de una tabla de trabajo de madera prensada.

#### C. OBTENCIÓN DE DATOS

Para poder comprobar que este prototipo realmente funciona y reduce el tiempo de colocación de las manijas en puertas y cajones se hizo un estudio de tiempos sencillo que nos permitió ver el ahorro de tiempo en este proceso, pues según Fred E. Meyers, ofrece gran potencial de ahorro en cualquier empresa humana[11].



Un estudio de tiempos “es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables”[12]. Para poder realizar un estudio de tiempos se necesita contar con tres cosas: (1) un operador calificado y bien capacitado, (2) que trabaja a una velocidad o ritmo normal, y (3) hace una tarea específica[11].

Existen dos procesos básicos para realizar un estudio de tiempos, el continuo y el de regreso a ceros. Para este estudio se decidió utilizar el proceso de regreso a ceros, que consiste en tomar el tiempo del procedimiento o trabajo con un cronómetro, terminar el tiempo cuando se termine la actividad y cuando esta comience nuevamente iniciar el cronómetro de cero. Esto se repite hasta tener los datos necesarios[12].

Se realizaron dos pruebas por separado, una para obtener los datos del tiempo que se tarda el operador en hacer los agujeros para la colocación de manijas en las puertas de los gabinetes de las cocinas integrales y otra para los datos del tiempo que se tarda el operador en hacer los agujeros para la colocación de manijas en los cajones de los gabinetes de las cocinas integrales.

Para las puertas se cortaron 10 rectángulos de triplay de ½ in con medidas de 42cm X 31cm. 5 se utilizaron con el método A y 5 con el método B.

Para los cajones, se cortaron 10 rectángulos de triplay de ½ in con medidas de 42cm X 15.5cm. 5 se utilizaron con el método A y 5 con el método B.

A cada prueba se le midió el tiempo desde que tomó las herramientas de medición hasta que realizó el último agujero.

Para esto, se le pidió a Elmer Acuña, trabajador de la carpintería MODUMART de la Universidad de Montemorelos que nos ayudara. Es el más experimentado en la carpintería a la hora de colocar manijas en puertas y cajones de cocinas integrales.

Se le explicó cómo se llevarían a cabo las pruebas y también cómo funciona el prototipo para que tuviera un pequeño conocimiento a la hora de utilizarlo. Se le pidió que, aleatoriamente, utilizara los métodos A o B, primero en las puertas y luego en los cajones.

Se tomó el tiempo desde que comenzó la medición, hasta que terminó el segundo agujero.

El método A consistió en utilizar el prototipo creado para este proyecto. La forma de utilización del prototipo es sencilla. Primero, se coloca la cabeza y el brazo a la altura que se colocará la manija, después se engancha el prototipo en una orilla del cajón, haciendo escuadra con este, se hacen los agujeros y se retira el aparato manteniendo la forma en la que se ancló previamente. Para así no tener que volver a medir.

El método B es el tradicionalmente utilizado por los carpinteros para hacer los agujeros correspondientes. Consistió en tomar la medida de la manija de centro a centro de los agujeros, después se toma la distancia de separación de las orillas al primer agujero y acto seguido se coloca la medida del segundo agujero y se confirma que esté a la distancia adecuada de la orilla, por último se hacen los agujeros. Este proceso se vuelve a hacer cada vez que se requiere hacer un agujero nuevamente.

#### D. COSTOS

##### 1) Costo del prototipo

En el costo total del prototipo se incluyó el cable utilizado de PLA con costo de \$420 MNM por 1Kg.

Piezas	Material	Costo
Riel Principal	PLA	39.3
Riel interno	PLA	25.6
Cabeza	PLA	4.0
Brazo	PLA	9.3
Base	PLA	1.1
Guía	PLA	1.9
Mango	Madera	7.5
Pinzas	Metal	58
Rieles verticales	Metal	4
Bujes	Metal	50
Gancho con rosca	Metal	2
<b>TOTAL</b>		<b>203</b>

##### 2) Costo total del proyecto

Se tomó en cuenta todos los materiales utilizados para realizar el prototipo y las pruebas antes mencionadas.

Nombre	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
PLA	Rollo de 1Kg	1	420	420
Madera	Viga de 3.5cm*5cm*25	1	15	15
Triplay 1/2	Lámina de 2.45m*1.20m	1	420	420
Tabla/carpeteta	Tabla para sostener hojas	2	29	58
Cinta de medir	Cinta graduada	1	10	10
Barra roscada	Barra de 50cm roscada	1	35	35
Tuercas de 3/4	Juego de tuercas	4	0.5	2
Ganchos metálicos	Ganchos metálicos pequeños con rosca	2	1	2
<b>TOTAL</b>				<b>962</b>

#### IV. RESULTADOS

Una vez obtenidos los datos de las pruebas, fueron analizados mediante el método estadístico T-Test o T de Student, ya que es utilizada para definir si ambas poblaciones son distintas entre sí[13].

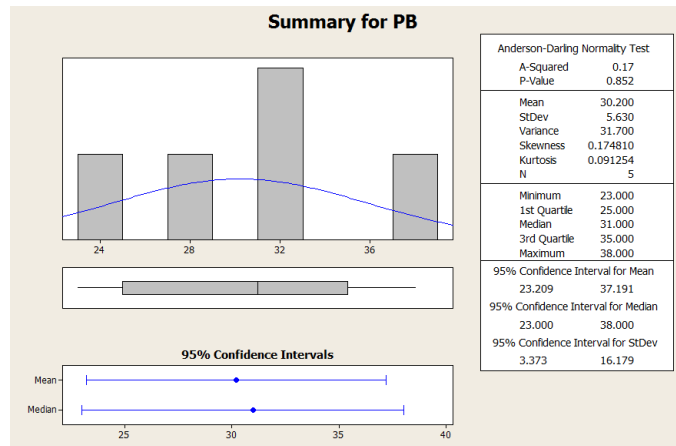
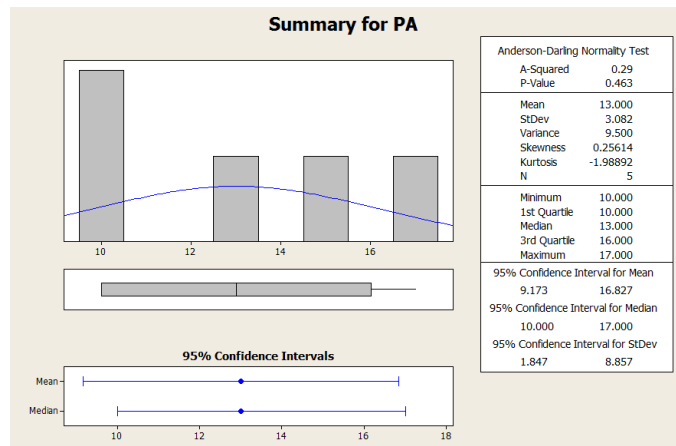
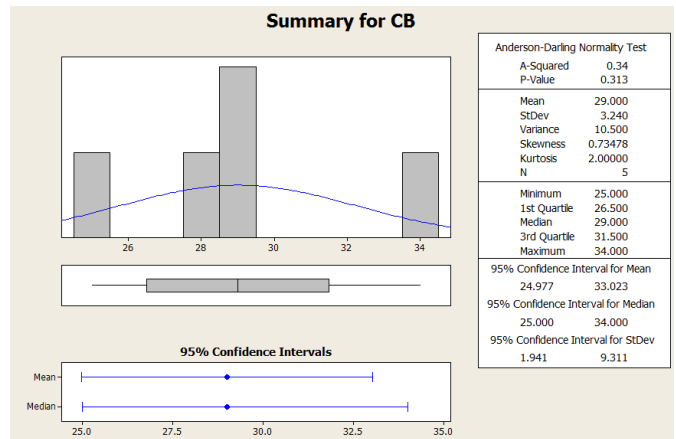
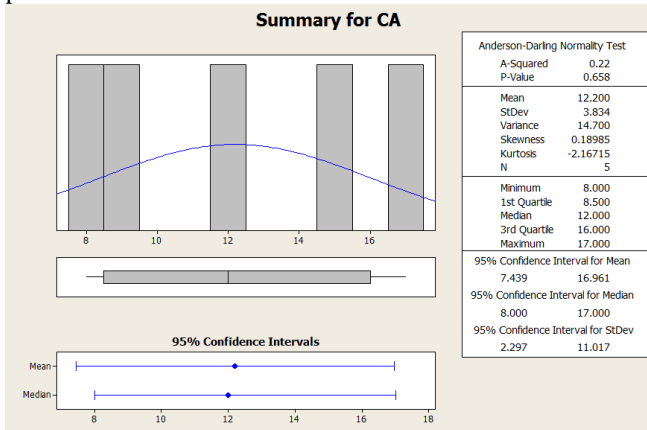
Primero, se efectuó una prueba de hipótesis con un nivel de significancia de 0.05.

Con H0: No existe diferencia entre métodos.

H1: Existen diferencias entre los métodos

Primero, necesita saber si los datos tienen una distribución normal.

Para esto se obtuvo el resumen gráfico de cada una de las pruebas.



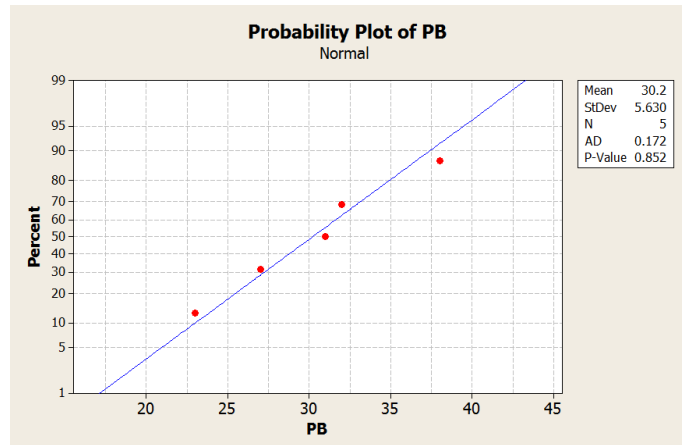
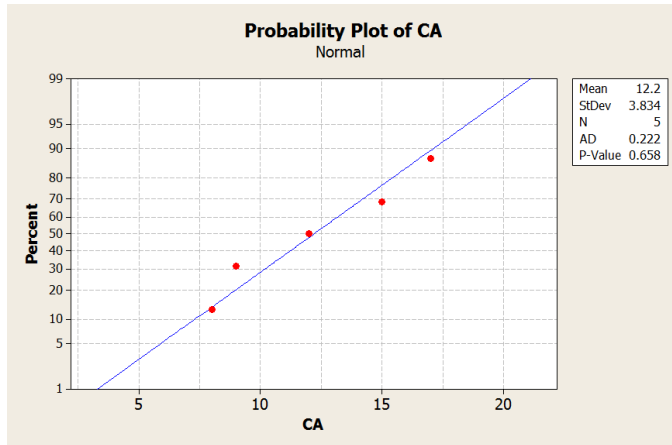
Se pudo observar cómo es que no queda claro si existe una normalidad en los datos, debido a que no se pudo apreciar una forma de campana perfecta en ninguna de las gráficas. Por lo tanto se tuvo que hacer una nueva prueba de hipótesis para saber si hay normalidad en los datos.

La hipótesis quedó de la siguiente manera:

H0: La distribución de probabilidad de la población es normal.

H1: La distribución de probabilidad de la población no es normal.

Para esto se hizo un Probability Plot de cada una de las poblaciones para encontrar si existe o no normalidad:



A simple vista se apreció normalidad y se confirmó con el valor  $P > 0.05$ .

Esto quiere decir que se acepta  $H_0$  siendo esta distribución **normal**.

Al comprobar normalidad en los datos, se puede entonces aplicar el método estadístico t-Test.

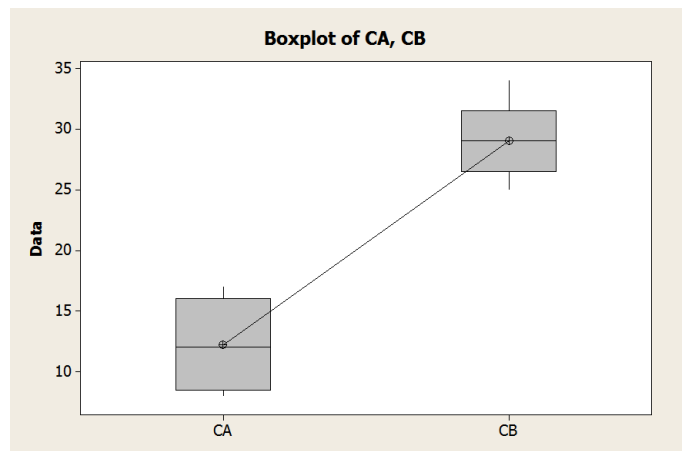
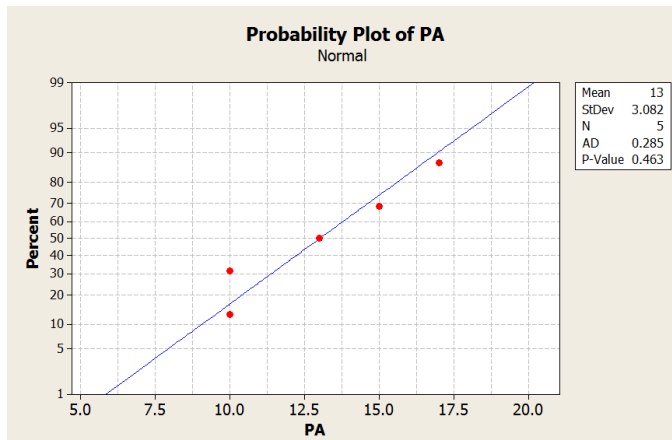
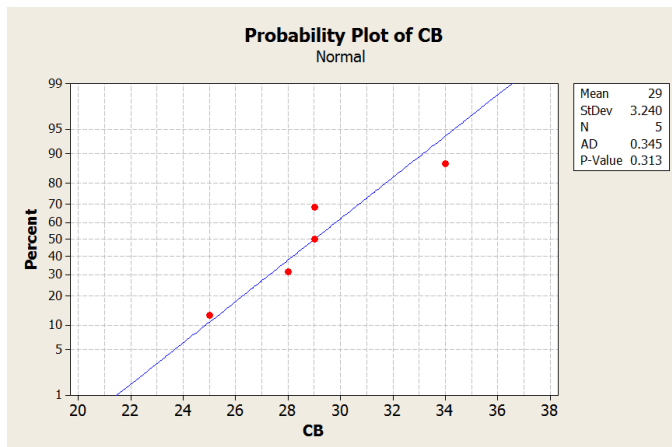
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Two-Sample T-Test and CI: CA, CB**

Two-sample T for CA vs CB

	N	Mean	StDev	SE Mean
CA	5	12.20	3.83	1.7
CB	5	29.00	3.24	1.4

Difference =  $\mu$ (CA) -  $\mu$ (CB)  
 Estimate for difference: -16.8000  
 95% CI for difference: (-21.9770, -11.6230)  
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -7.48 P-Value = 0.000 DF = 8  
 Both use Pooled StDev = 3.5496

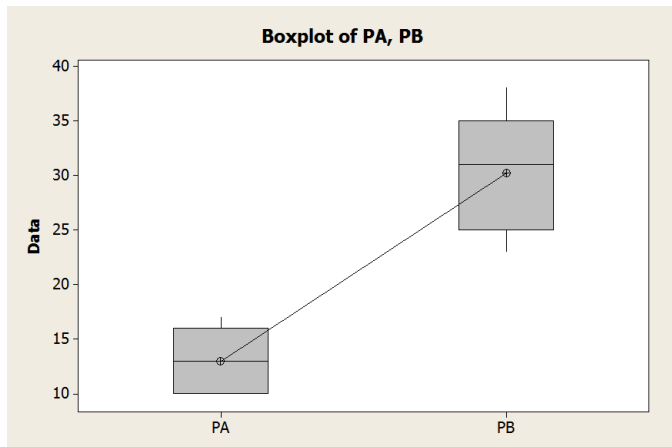


## Two-Sample T-Test and CI: PA, PB

Two-sample T for PA vs PB

	N	Mean	StDev	SE Mean
PA	5	13.00	3.08	1.4
PB	5	30.20	5.63	2.5

Difference =  $\mu$  (PA) -  $\mu$  (PB)  
Estimate for difference: -17.2000  
95% CI for difference: (-23.8195, -10.5805)  
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -5.99 P-Value = 0.000 DF = 8  
Both use Pooled StDev = 4.5387



## V. CONCLUSIONES

Como se pudo observar, tanto en los datos con cajones, como en las puertas el valor-P = 0, lo que quiere decir que se rechazó  $H_0$  y se comprobó que existe diferencia significativa entre el método A y el método B.

Se vio también que la media en CA fue de 12.2s, menos de la mitad que la media de CB, que fue de 29s. También se pudo observar que la media de PA que fue de 13s es de igual manera menos de la mitad que la media de PB que fue 30.2s.

Esto indicó que con el método A se redujo el tiempo en un 58% en cajones, mientras que en puertas se redujo un 57%.

Quiere decir que el método A en los cajones y en puertas es alrededor de 100% más efectivo que el método B.

También estos resultados se pueden traducir directamente como una disminución del mismo porcentaje en el costo de mano de obra, ya que al reducirse el tiempo del proceso con una herramienta especializada, se disminuye el tiempo que debes de pagar a los trabajadores.

Se considera que un producto satisface las expectativas de un consumidor cuando cumple con los siguientes requisitos:

- Funcionalidad: que el producto sea útil y económico a la hora de ejecutar una actividad.
- Usabilidad: debe de ser fácil de entender y debe de ser seguro a la hora de operarlo.

- Estética: que la forma, color, detalle, textura, etc. del producto sea agradable en la apreciación del usuario. [9]

Este prototipo cumple con la funcionalidad al ser útil en el mercado propuesto, como se pudo comprobar anteriormente, y al permitir que se ahorre tiempo al ejecutarlo. También cumple en usabilidad al tener una forma de uso intuitiva y fácil de entender. En el factor de estética, carece un poco debido a ser un prototipo y no un producto terminado, aún faltan por hacer algunos ajustes, pero se espera que cuando esté terminado, también cumpla con este requisito y así pueda satisfacer completamente al consumidor.

## A. REFLEXIÓN

Este trabajo me permitió recordar ciertos conocimientos adquiridos a mitad de carrera que por la falta de uso fueron quedados en el olvido, también me permitió adquirir nuevos como el uso de Autodesk Inventor, herramienta muy útil a la hora de recrear piezas virtualmente.

Creo que una experiencia interesante fue el trabajar con una impresora 3D, aprender cómo se usa, como funciona y llevarla al límite es algo que no se puede hacer todos los días.

## B. TRABAJO A FUTURO

Como propuesta para trabajos futuros está llevar el prototipo a la recreación ya con los materiales con los que se decidió trabajar, otro trabajo a futuro es modificar el prototipo para que éste se acople al taladro y que no sean dos acciones separadas el marcar y taladrar, sino que al mismo tiempo que se marca estar taladrando uno o dos agujeros a la vez, y por último, se tiene pensado el patentar este prototipo para darle una validez y permitir su uso comercial.

- [1] F. a. A. O. o. t. U. Nations, "Estadísticas de Productos Forestales," Food and Agriculture Organization of the United Nations 2012.
- [2] E. Gomez. (2012, Optimización de Calidad y Productividad en empresas industriales.
- [3] "El Mercado de la Madera en el Mundo," *Boletín de Información Técnica*, 2012.
- [4] A. B. F., "Usos y aportes de la madera en Costa Rica," O. N. Forestal, Ed., ed, 2011.
- [5] P. E. Salvador, "ESTUDIO DE MERCADO MUEBLES DE MADERA – EL SALVADOR," 2010.

- [6] R. Vazquez, "Introducción a la Optimización," in *Inteligencia Artificial II*, ed.
- [7] V. R. Ramirez, "Optimización de Procesos," ed, 2011.
- [8] G. M. Croceri, "Optimización práctica: modelos del proceso de operación de un ensamble," G. N. Sottosanto, Ed., ed.
- [9] L. E. M. Martín, *Areas integrales de diseño industrial* Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2009.
- [10] B. Munari, *Diseño y comunicación visual*: GG Diseño, 1995.
- [11] F. E. Meyers, *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*: Prentica Hall, 2000.
- [12] V. P. Library. (2008, Time and motion study.
- [13] J. A. G. García, *Metodología de la investigación, bioestadística y bioinformática en ciencias médicas y de salud*: Mc Graw Hill, 2011.