



Componente formativo

## **Generar prototipo según las técnicas y especificaciones de producto**

---

### **Breve descripción:**

En este componente formativo se tratan conceptos relacionados con la generación de prototipos, parámetros de fabricación, clasificación de materiales y los procesos asociados a la fabricación mecánica y las técnicas de prototipado.

### **Área ocupacional:**

Procesamiento, fabricación y ensamble

---

**Junio 2023**

## Tabla de contenido

Introducción.....	3
1. Establecer parámetros del prototipo electrónico .....	5
1.1. Materiales .....	8
1.2. Técnicas de uso.....	12
2. Procesos de fabricación mecánica .....	13
2.1. Técnicas de fabricación .....	16
2.2. Características de fabricación.....	19
3. Prototipos electrónicos.....	20
3.1. Técnicas de modelado.....	23
3.2. Control numérico computarizado en la fabricación de prototipos electrónicos .....	24
Síntesis .....	27
Glosario .....	28
Material complementario .....	29
Referencias bibliográficas .....	31
Créditos.....	32

## Introducción

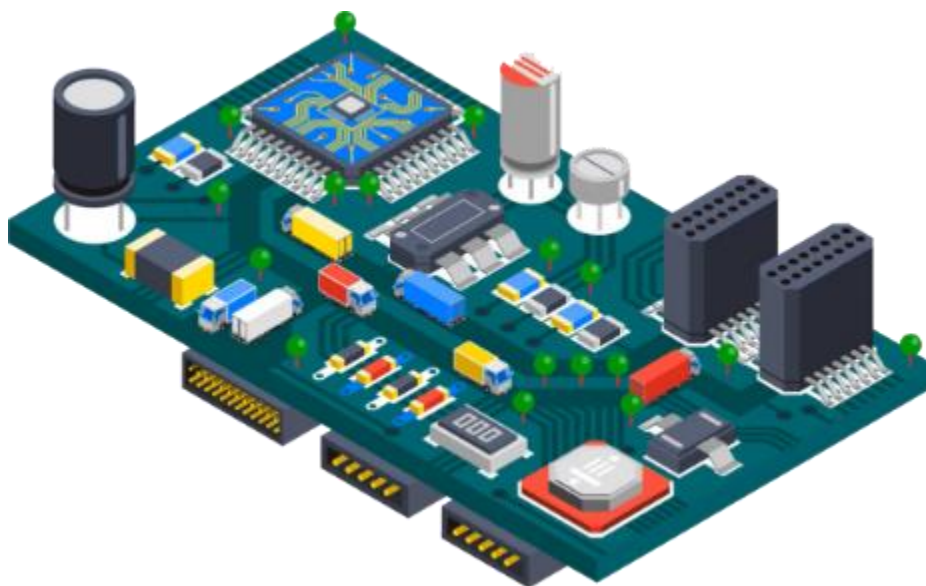
En todo diseño de productos electrónicos es necesario pasar por el proceso de prototipado, el cual permite probar funcionalidad, hacer ajustes, cambiar parámetros, incluso adicionar funciones nuevas a medida que surgen ideas.

El prototipo no pasa a ser el producto final, es necesario aplicar todos los procedimientos técnicos, ya que la idea de este, es demostrar que es completamente funcional y construirlo en serie, no generaría un gasto innecesario.

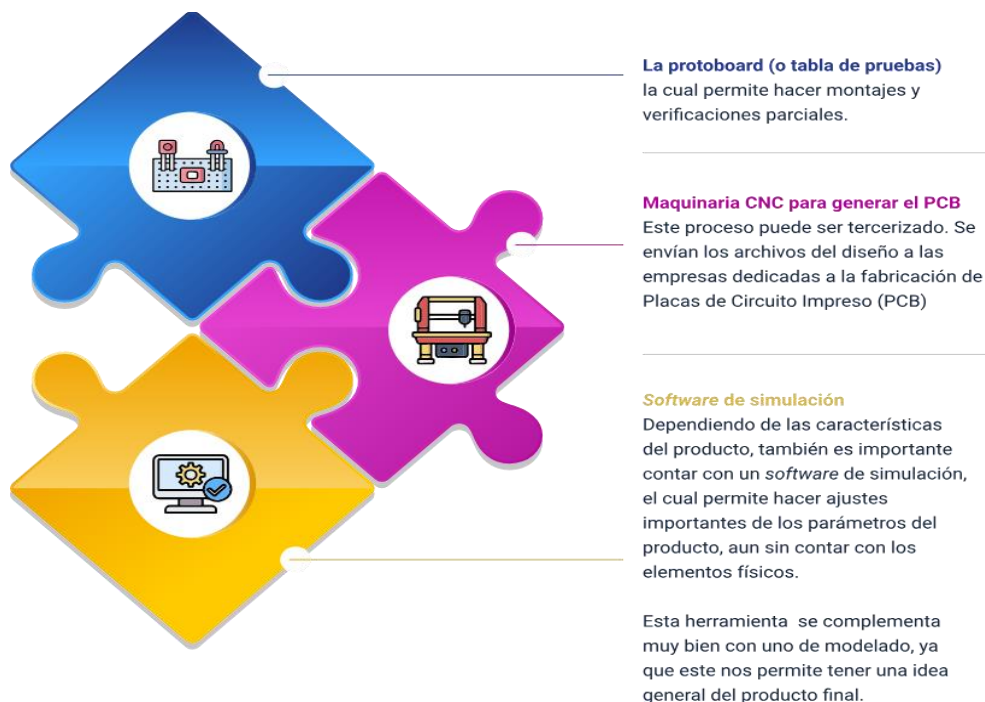
Aunque no es necesario tener todo el montaje requerido para una producción en serie, si es muy importante tener en cuenta que, una vez se tenga implementado el prototipo funcional y se implementen estos procedimientos de producción en serie, no se generen cambios en parámetros importantes del producto.

Es necesario contar con la mayoría de las herramientas para generar el prototipo. En la siguiente figura se presentan las principales.

**Figura 1.** *Diseño electrónico.*



**Figura 2. Herramientas de prototipado.**



### **La protoboard (o tabla de pruebas)**

La cual permite hacer montajes y verificaciones parciales.

### **Maquinaria CNC para generar el PCB**

Este proceso puede ser tercerizado. Se envían los archivos del diseño a las empresas dedicadas a la fabricación de Placas de Circuito Impreso (PCB).

### **Software de simulación**

Dependiendo de las características del producto, también es importante contar con un *software* de simulación, el cual permite hacer ajustes importantes de los parámetros del producto, aun sin contar con los elementos físicos.

Esta herramienta se complementa muy bien con uno de modelado, ya que este nos permite tener una idea general del producto final.

Conforme se vaya avanzando en este componente se irá profundizando en el procedimiento de prototipado.

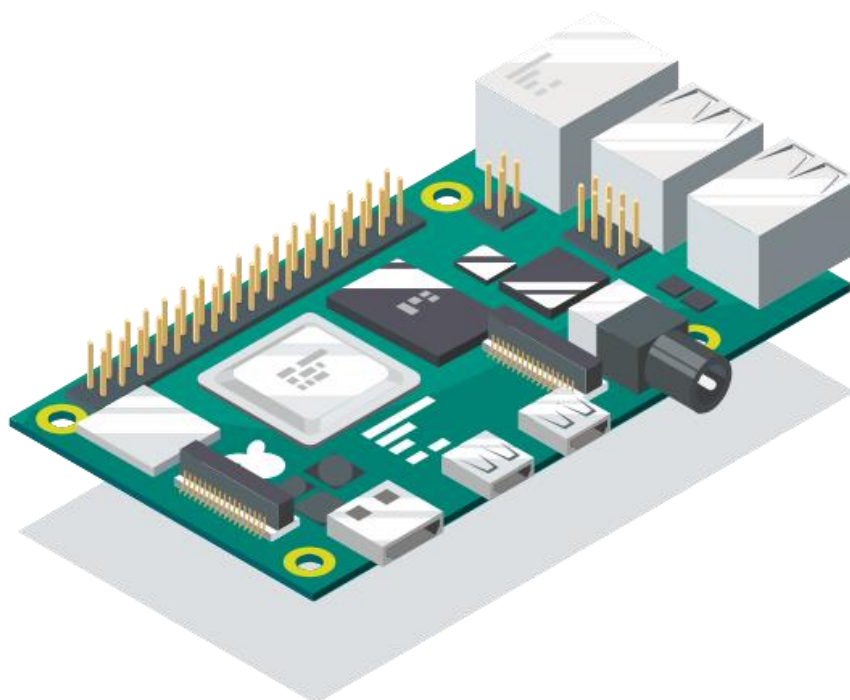
### **Establecer parámetros del prototipo electrónico**

Lo primero que se debe tener claro para iniciar el proceso de prototipado, es precisamente el sentido de este. Un prototipo es un montaje de prueba, eso es lo que indica el nombre: Proto «prueba», Tipo «modelo que reúne los caracteres esenciales de un conjunto y que sirve como pauta para imitarlo, reproducirlo o copiarlo».

Al hacer referencia, entonces, al prototipo de un producto electrónico, se está hablando de un objeto determinado que debe cumplir con todas las especificaciones del producto final, y que al mismo tiempo sirve para corregir errores y hacer ajustes de funcionamiento.

*Protoboard*, elemento clásico de prototipado. Una de las herramientas necesarias para iniciar el proceso de prototipado es la *protoboard*, la cual permite realizar montajes y pruebas previas sin destruir elementos, antes de llegar al diseño final.

**Figura 3. Protoboard**



Además de los elementos necesarios para el montaje del producto, como se indicó inicialmente, se necesitarán otras herramientas incluyendo el software de simulación y modelado, así como también la maquinaria; todo dependerá de las características del producto final.

De ahí la importancia de centrarse en los parámetros generales del producto, es decir aquello que no varía mucho de uno a otro, tal es el caso de los componentes electrónicos (resistores, capacitores, bobinas, circuitos integrados y cables) y la placa de circuito impreso, aunque se solicite la fabricación de esta a una empresa dedicada, las cuales solo se envían los archivos de fabricación, por lo que sus parámetros son establecidos por el desarrollador.

**Figura 4.** *Componentes eléctricos*



Es fundamental, para el caso de los componentes electrónicos, el poder definir bien estos parámetros, ya que cualquier error, por mínimo que parezca, puede desencadenar en un mal funcionamiento del producto.

Naturalmente estos procesos han evolucionado al igual que el producto y es el mismo desarrollo a través del tiempo el que ha dado las pautas para ir estableciendo reglas de diseño, todas ellas encaminadas al mejor desempeño, a la menor afectación posible al medio ambiente y a la salud de las personas.

Siempre será necesario consultar las normas si se quiere establecer parámetros conforme lo ordenan los estatutos, las normas IPC marcan la pauta para tener éxito en el desarrollo de productos y que estos puedan ser utilizados en cualquier parte del mundo. Las normas más utilizadas para este fin son:

1IPC 2221B: norma genérica sobre diseño de circuito impreso.

2IPC 2222A: estándar de diseño seccional para placas orgánicas rígidas.

3IPC 2223D: estándar de diseño seccional para placas impresas flexibles/rígidas-flexibles.

4 IPC 2224: estándar para PCB de PC.

5 IPC 2225: estándar de diseño seccional para módulos orgánicos multi chip (MCM-L) y MCM-L.

6 IPC 2226: estándar de diseño seccional para placas de interconexión de alta densidad (HDI).

Los parámetros más importantes para tener en cuenta en el proceso de prototipado son los siguientes:

#### **a. Reglas de diseño del diagrama esquemático**

Las reglas de diseño en sí son varios parámetros que establecen cómo quedará el prototipo al final, es necesario definir cantidad de capas, grosor de pistas en la placa, separación de pistas, colocación de componentes, pad, grilla, desacoples, etc. Aunque muchas de estas reglas se definen en el software de simulación y modelado, también es necesario establecer algunas reglas externas, tales como tipo de chasis, fijación de conectores y operación de la interfaz.

#### **b. Tipo de lámina**

La lámina es quizás uno de los componentes más influyentes en el funcionamiento final del prototipo. Es necesario definir bien el tipo de lámina a utilizar, la lámina más común es la de bakelita de una sola capa, pero también se pueden encontrar de fibra de vidrio.

En la actualidad, se utilizan mucho, las láminas multicapas, que consisten en un sándwich de placas con cobre conductor en medio. Los componentes suelen ir soldados en la parte superior e inferior, y en las capas intermedias solo hay pistas conductoras de cobre. En

las reglas de diseño, se establecen cuáles serán estas pistas; normalmente son los planos de tierra (GND) y el positivo de la fuente de poder ( $V_{cc}$ ).

### c. Archivos de fabricación

Son datos que se le entregan al desarrollador para gestionar aspectos relacionados con el producto electrónico, pueden contener pautas para el modelado, archivos que alimentan las máquinas CNC (Control Numérico Computarizado) para la fabricación de las PCB, máscara de soldadura, tamaño de perforación, etc.

A estos archivos también se les conoce como GERBER, los cuales son estándar en la industria electrónica; el más común es llamado Gerber 274x.

Easy Eda es un programa gratuito online, visualizador de circuitos impresos mediante el uso de archivos Gerber, puede ser de gran utilidad para tener una idea del diseño final.

## Materiales

Los materiales son un punto importante en el desarrollo del prototipo. De ahí que su elección sea los que más se parezcan a los que se usarán en el producto final; esto incluye hasta el tipo de soldadura y su proceso, pues la forma en la que se realice puede cambiar algunas características del producto. Elaborar una lista con las descripciones de estos componentes y referencias exactas para evitar confusiones es la recomendación principal.

Dada la gran variedad de elementos electrónicos, los riesgos de intercambio de componentes son altos; referencias similares, pero características diferentes, son de los errores más comunes.

En la siguiente tabla se presenta una lista de componentes típica, describiendo cada componente.

**Tabla 1.** *Listado típico de materiales*

Cantidad	Referencia	Descripción
1	509-010	Protoboard de dos bloques



10 m	A22N-100	Cable color negro, calibre 22 AWG, para trabajos en <i>proto</i> board
10m	A22R-100	Cable color rojo, calibre 22 AWG, para trabajos en <b>proto</b> board
2	BAT-9V	Pila de 9V, cuadrada
4	LM555	CI Oscilador
20	RC-10K/1/2	Resistor de carbón 100 K $\Omega$ 1/2 watt
10	RC-1K/1/2	Resistor de carbón 1 K $\Omega$ 1/2 watt
10	RC-4K7/1/2	Resistor de carbón 4 K7 $\Omega$ 1/2 watt
10	RC-47K/1/2	Resistor de carbón 4.7 K $\Omega$ 1/2 watt
20	RC-330E/1/2	Resistor de carbón 220 $\Omega$ 1/4 watt
5	9P5-1L	Fotoresistencia 1M
10	CC-.1/50V	Capacitor Cerámico 0.22 $\mu$ F (220nF)
5	CC-.22/50V	Capacitor Cerámico 0.22 $\mu$ F (220nF)
2	CM-.47/50V	Capacitor Monolitico 0.47 $\mu$ F (470nF)
2	CE-1/50V	Capacitor Electrolítico 1 $\mu$ F
3	BOC-250	Bocina 8 $\Omega$ 1.5 watts
5	IRF640N	Mosfet canal N 18A 125W
7	BC547C	Transistor NPN 50V 0.2A 0.5W 300MHz
7	BC557C	Transistor PNP 50V 0.2A 0.5W 300MHz
4	RAS-0510	Relé 1 polo y 2 tiros. 5VDC 10A
10	1N4004	Diodo rectificador 1A/400V
5	101-5K	Potenciómetro 5K $\Omega$
6	101-100k	potenciómetro de 100k $\Omega$
15	AU-1012	Pulsador de dos terminales
5	S-116	Switch de dos posiciones
5	250-535	Conector Miniplug hembra
2	SOL60-020	Tubo de soldadura
3	L293NE	Puente H, para control de Motores
4	LM386	Amplificador operacional de bajo consumo

2	HER-110	Pinza de punta
1	HER-120	Pinza de corte
2	HER-120	Pinza pela cable
1	MUL-011 B	Multímetro digital
1	CAU-140	Cautín de 40 W

En esta lista se pueden apreciar varios parámetros de componentes que deben ser tenidos en cuenta. Por ejemplo, si se decide cambiar una resistencia a un mismo valor óhmico, este no afecta el funcionamiento electrónico del producto. Ahora bien, con un vatiaje más alto, tendría una tendencia a calentarse menos, solo que, a la hora de hacer el montaje en la placa, puede haber problemas de espacio o colocación del componente en la misma, ya que en resistores, el tamaño define la cantidad de vatios disipado. Algo parecido puede suceder con otros componentes.

Los capacitores, por ejemplo, varían mucho en cuanto a su apariencia física sin cambiar su funcionalidad y esto depende del material que estén fabricados. De ahí la importancia de comprender cada uno de los parámetros y conocer los componentes a usar.

Siempre será importante remitirse a la hoja de datos del elemento electrónico, las cuales contienen información detallada de cada uno de los elementos.

Existen páginas web dedicadas a suministrar este tipo de información, (<https://alldatasheet.com/>). Esta información es de libre consulta. También se encuentran algunos libros con este tipo de información, tal es el caso del manual de reemplazos NTE de *National Instruments*.

En términos generales es importante tener a la mano la información detallada de cada componente, la recomendación general es remitirse a la web del fabricante y descargar las instrucciones de cada uno y tenerla siempre actualizada. La mayoría de software de simulación y modelado, incluyen los componentes más comunes, pudiendo también crear librerías con parámetros personalizados o modificar los existentes.

Los materiales para productos electrónicos son muy diversos, a continuación, realiza una explicación breve de cada uno de ellos.

## **Componentes más usados**

Los materiales para productos electrónicos son muy diversos. Existen unos que están presentes en casi todos los diseños, tal es el caso de los resistores, capacitores y bobinas, Sin embargo, existen unos de aplicación especial y solo están presentes en aquellos casos donde se requieran, como lo son, sensores y actuadores.

## **Materiales de mayor cambio**

También se encuentran los materiales de un solo uso o aquellos que se gastan y se deben reemplazar. Estos los encontramos en equipos que requieren de mucha manipulación o los materiales que se contagian como los sensores biométricos.

## **Materiales transformados**

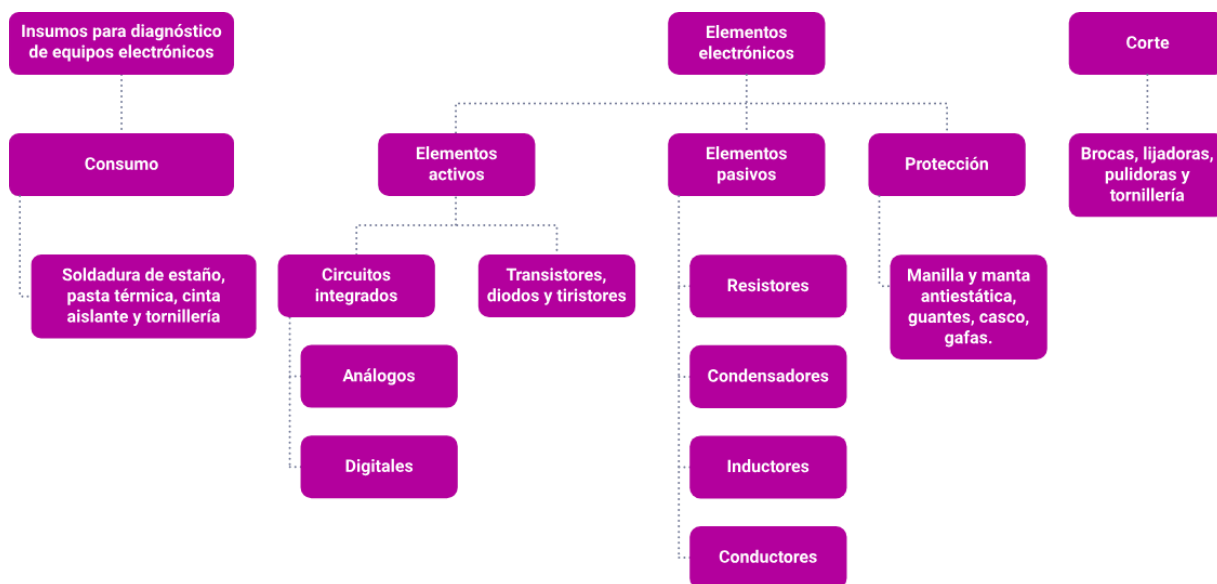
Estos materiales son transformados y pasan a ser de consumo, tal es el caso de los alambres de soldadura de estaño plomo, que se convierten en la soldadura de los componentes o la misma pasta de soldar y el flux. Este tipo de materiales se debe ir reponiendo a medida que se consume.

## **Materiales de protección**

También encontramos los materiales utilizados para protección, tanto de los componentes como de la persona que los manipula. En este tipo de materiales encontramos las manillas antiestáticas, guantes, gafas, protectores de oído.

Ahora bien, un prototipo electrónico es un producto con las mismas características que el diseño funcional, es decir que los materiales utilizados son exactamente iguales, por lo que esta clasificación se hace de la misma manera que la del producto electrónico. La siguiente infografía muestra la clasificación para estos materiales.

**Figura 5.** Clasificación de los materiales más utilizados en el prototipado electrónico



## Técnicas de uso

En el prototipado del producto electrónico pueden usarse los materiales y elementos de diferentes formas, dependiendo del enfoque del producto. Las tres formas más comúnmente usadas son las siguientes.

### a. Simulación

La simulación de los componentes electrónicos se hace desde un *software* especializado. Esta simulación incluye las características más importantes de los componentes, tal es el caso de su valor, condiciones de funcionamiento, cálculos matemáticos asociados y dependiendo del *software*, hasta su forma física. También se pueden incluir algunas características de modelado. Algunos de los *software* libre más utilizados son: *EasyEDA*, *Circuit Sims*, *DcAcLab*, *EveryCircuit*, *EveryCircuit*, *DoCircuits*, *PartSim*, *Thinkercard Circuits*.

### **b. Montaje de *protoboard***

Esta es quizás la técnica más utilizada, ya que nos permite tener una idea clara del funcionamiento físico del producto. La principal ventaja de la *protoboard* es que se pueden intercambiar los componentes una y otra vez, sin que estos sufran mayores daños. La *protoboard* no es recomendada, cuando se trabaja con altas frecuencias, las placas contenidas en ella, se comportan como capacitores, que pueden alterar el funcionamiento del circuito en prueba.

### **c. Montaje de PCB**

Esta técnica consiste en armar los componentes directamente en la placa; no es recomendada hasta que no se tenga un resultado final del producto. Es necesario soldar los componentes, lo que los somete a calor y posibles daños, si existe la necesidad de removerlos una y otra vez.

La gran ventaja de esta técnica es que se tiene una idea más cercana a lo que será el producto final, es recomendable para productos que trabajan con altas frecuencias. La placa final queda tal cual como quedaría en el producto, pero los errores y ajustes de parámetros requieren muchas veces del desmonte de componentes, lo que repercute en daños, a los componentes y a la placa misma.

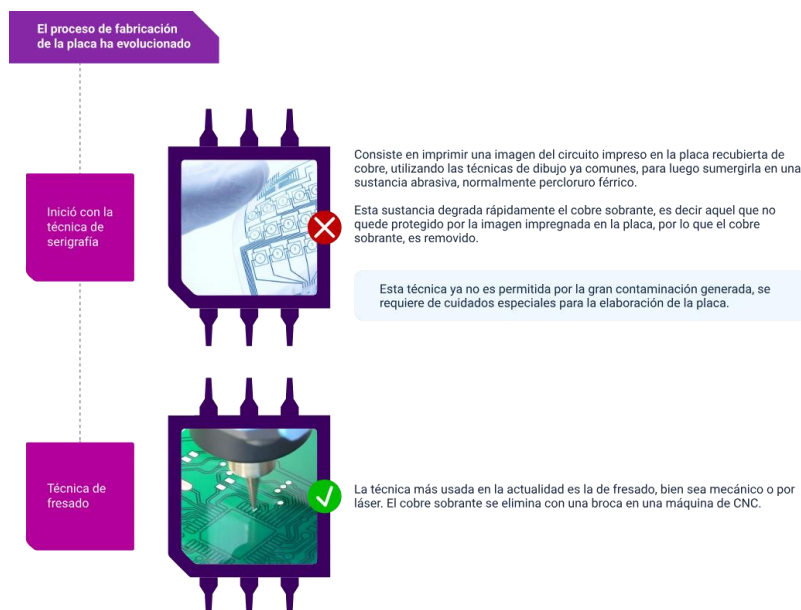
Es importante elegir la técnica de prototipado adecuada dependiendo de las características del producto, el no hacerlo puede incurrir en fallas en la funcionalidad del producto final, parámetros fuera de rango, así como también incurrir en gastos innecesarios.

## **Procesos de fabricación mecánica**

El proceso de fabricación está orientado, más que todo, a la construcción de la PCB y al montaje de los componentes. Estos procesos van desde la fabricación de la misma, usando diferentes técnicas y métodos, hasta el montaje de sus componentes, usando técnicas automatizadas o manuales.

El proceso de fabricación de la placa ha evolucionado, tal como lo expone la siguiente figura.

**Figura 6.** Evolución del proceso de fabricación mecánica



El montaje de componentes, por su parte, también se hace de esta última forma, es decir, por posicionamiento en una máquina o de forma manual. A continuación, se sugiere ampliar su conocimiento sobre esta temática.

### Video 1. Proceso de fabricación de la PCB



[Enlace de reproducción del video](#)

**Video 1. Síntesis del video:** Proceso de fabricación de la PCB.

En una fábrica en China especializada en producción e PCB muestra el proceso de manufactura, los componentes donde se imprimen placas de circuitos compuestas por alambre de cobre y varias capas de fibra de vidrio que se interconectan por varios circuitos integrados y otros componentes organizados que componente un circuito electrónico.

**Video 2.** Montaje de componentes de forma automática



[Enlace de reproducción del video](#)

**Video 2. Síntesis del video:** Montaje de componentes de forma automática.

En este video se evidencia el proceso detallado de producción de una tarjeta, donde inicia presentando una placa que es comparada a un edificio por los niveles y conexiones que posee, siendo el fundamento o base para la instalación de circuitos eléctricos, que permitirán su funcionalidad, hasta llegar al proceso de soldadura de cada componente, a través de un baño de aleación-estaño plomo derretido.

## Técnicas de fabricación

La técnica más utilizada durante mucho tiempo fue la de hacer el dibujo directamente sobre la placa de baquelita, el cual se puede hacer a mano, utilizando un marcador de tinta indeleble; esta a su vez no permite que el ácido penetre el cobre y solo aquellas zonas donde no hay tinta, son oxidadas y removidas por el ácido.

Tratándose de un dibujo, se pueden usar todas las técnicas aplicadas a este, tal como se presenta en la siguiente figura.

**Figura 7. Técnicas de fabricación**





### Video 3. Fabricación de circuitos impresos con el método de planchado



[Enlace de reproducción del video](#)

**Video 3. Síntesis del video:** Fabricación de circuitos impresos con el método de planchado.

En este video enseña la fabricación de impresos por termotransferencia más utilizada para producir prototipos de mediana complejidad, los materiales necesarios para la producción son: papel termotransferible o propalcote, impresora láser, la lamina de feno-plástico o baquelita en donde será estampado el dibujo del circuito impreso, cloruro férrico utilizado en el revelado del circuito impreso, formón o herramienta utilizada para cortar la baquelita, plancha eléctrica utilizada para planchar el dibujo hasta que sea transferido a la baquelita, esponjilla de lana de acero usada para limpiar la película de cobre de la baquelita, taladro para abrir orificios, brocas de diferentes calibres, colofonia o resina natural para proteger el material impreso del oxido. Además, explica el procedimiento con indicaciones detalladas para ser llevadas a cabo hasta obtener el circuito fabricado.

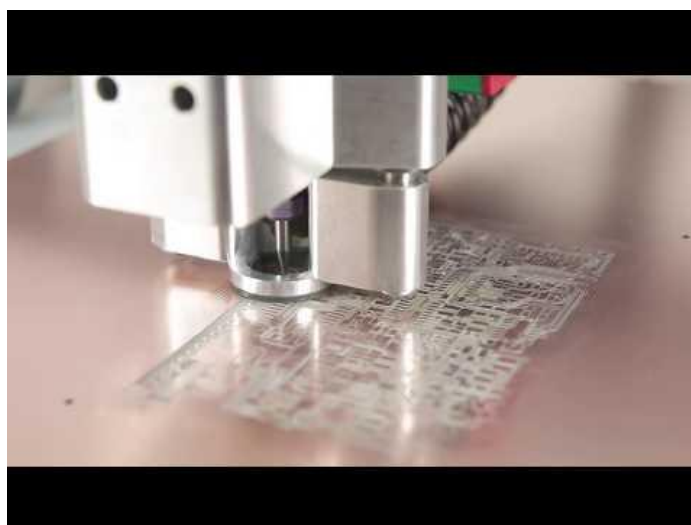
En términos generales el objetivo final al construir una PCB, es retirar el cobre sobrante, dejando solo las líneas de cobre que servirán de conductores para la electricidad, la técnica más usada en la actualidad por las empresas desarrolladoras de productos electrónicos, es la

de fresado por Control Numérico Computarizado (CNC). Una broca o un rayo láser eliminan directamente el cobre sobrante de la placa, esta técnica es más limpia y por lo tanto, menos contaminante. La imagen está contenida en el computador en forma de coordenadas numéricas, de ahí su nombre.

Se utilizan brocas con diámetros muy pequeños y también un láser muy fino, logrando acabados mejorados con una escala muy pequeña, lo que permite el montaje de componentes diminutos.

- PCB final transferida desde una imagen de computador.
- PCB final por fresado CNC. Estas nuevas técnicas permiten la creación de productos, cada vez más pequeños.
- Placa con componentes muy pequeños integrados.

#### Video 4. Procesamiento de superficies



[Enlace de reproducción del video](#)

#### Video 4. Síntesis del video: Procesamiento de superficies.

En este video enseña la fabricación de impresos por termotransferencia más utilizada para producir prototipos de mediana complejidad, los materiales necesarios para la producción son: papel termotransferible o propalcote, impresora láser, la lamina de feno-plástico o baquelita en donde será estampado el dibujo del circuito impreso, cloruro férrico utilizado en

el revelado del circuito impreso, formón o herramienta utilizada para cortar la baquelita, plancha eléctrica utilizada para planchar el dibujo hasta que sea transferido a la baquelita, esponjilla de lana de acero usada para limpiar la película de cobre de la baquelita, taladro para abrir orificios, brocas de diferentes calibres, colofonia o resina natural para proteger el material impreso del oxido. Además, explica el procedimiento con indicaciones detalladas para ser llevadas a cabo hasta obtener el circuito fabricado.

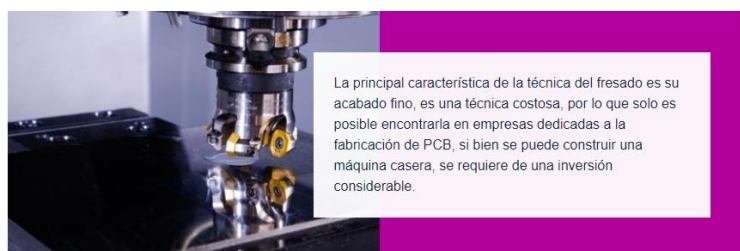
## 2.2. Características de fabricación

Dentro de las características principales en un proceso de fabricación manual está la facilidad y la asequibilidad. Es posible fabricar una PCB desde la casa comprando en el mercado electrónico, solo algunos productos, como lo son: la baquelita, marcador de tinta indeleble y percloruro de hierro.

Si se es un buen dibujante, se pueden lograr diseños con un acabado bastante aceptable, haciendo trazos finos en la placa con el marcador y dando una presentación con mucha estética y cumpliendo las normas de trazado.

La característica común en estas técnicas de dibujo, es el uso del percloruro de hierro para retirar el cobre sobrante, lo que la hace perjudicial para el medio ambiente, si bien es usada por algunos desarrolladores, debe hacerse bajo reglamentación especial.

**Figura 8. Fabricación de PCB**



La principal característica de la técnica del fresado es su acabado fino, es una técnica costosa, por lo que solo es posible encontrarla en empresas dedicadas a la fabricación de PCB, si bien se puede construir una máquina casera, se requiere de una inversión considerable.

En el siguiente video se puede apreciar una CNC casera.

### Video 5. Quiero mi CNC



[Enlace de reproducción del video](#)

#### Video 5. Síntesis del video: Quiero mi CNC

La CNC es una máquina compuesta por una parte mecánica y otra electrónica que sirve para tallar, perforar y cortar en materiales como metal, madera y plástico. Es útil para elaborar los circuitos impresos o PCB de una forma más ecológica, ya que el cloruro férrico es tóxico. EL video muestra su funcionamiento en los materiales mencionados. También cuenta con un esquema donde refleja el funcionamiento y los componentes que posee.

Lo más común es enviar los archivos GERBER a las empresas dedicadas y estas devuelven las tarjetas, ya elaboradas, en la actualidad es posible encontrar varias empresas dedicadas, y ofrecen servicios con costos asequibles.

### Prototipos electrónicos

Un prototipo es un diseño funcional de un producto no comercializable, sirve para establecer parámetros, realizar ajustes, idear nuevas funciones y en muchos casos sirve para exhibición y muestra; en este último, es posible que vaya a consumidores finales, pero solo

con el objetivo de probar el funcionamiento en condiciones parecidas a lo que hará el producto final.

Para elaborar un prototipo electrónico es necesario un diseño preliminar, de acuerdo con unas especificaciones; es posible que se requieran de varios procesos de experimentación, parametrización y validación. El diseño de la parte física se realiza utilizando software de diseño y modelado. También es posible simular gran parte del funcionamiento del prototipo, lo que permite realizar cálculos de variables y ajustes a las mismas.

Aunque es un paso muy importante en el desarrollo de un producto electrónico, construir un prototipo puede resultar en una tarea complicada. Actualmente es posible encontrar módulos prefabricados que facilitan esta tarea, es decir, es posible adquirir en el mercado electrónico un bloque funcional, comercial y validado que se puede integrar a cualquier prototipo que lo requiera.

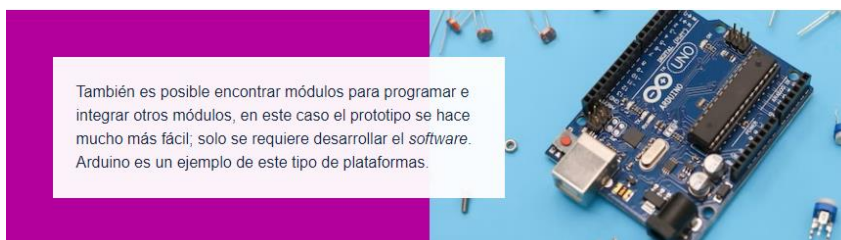
**Figura 9. Tarjeta WIFI**



Por ejemplo, si se desea transmitir y recibir datos de internet, de forma inalámbrica, es posible incorporar un módulo Wifi (como el que se ve en la imagen), y solo construir la parte de procesamiento de datos, ya que el módulo viene programado para recibir y entregar datos, utilizando unos estándares internacionales, lo que garantiza la compatibilidad total.

Por ejemplo, si se desea transmitir y recibir datos de internet, de forma inalámbrica, es posible incorporar un módulo Wifi (como el que se ve en la imagen), y solo construir la parte de procesamiento de datos, ya que el módulo viene programado para recibir y entregar datos, utilizando unos estándares internacionales, lo que garantiza la compatibilidad total.

**Figura 10. Módulo Arduino**



También es posible encontrar módulos para programar e integrar otros módulos, en este caso el prototipo se hace mucho más fácil; solo se requiere desarrollar el *software*. Arduino es un ejemplo de este tipo de plataformas.

Utilizar este tipo de plataformas para la concepción inicial del prototipo, es de gran utilidad, pues es una forma práctica de establecer muchos parámetros y de realizar pruebas de funcionamiento; podría decirse que es una simulación, pero ya no en un ambiente virtual, es un ambiente real y completamente funcional. Lamentablemente no todo tipo de prototipado califica para ser preconcebido en este tipo de plataformas.

En la actualidad, la construcción del prototipo es casi que necesaria, un producto que salga al mercado o entre en funcionamiento directo, si se trata de una planta de producción, está condenado al fracaso. Las principales características que tienen estos prototipos son las siguientes.

#### **a. Son funcionales**

Un prototipo es un producto completamente funcional, hace todo lo que debería hacer el producto final, aunque muchas veces no tenga la forma final del producto.

#### **b. Vida útil corta**

Una vez terminadas las pruebas, es posible que salga de circulación, más aún si se construye el producto final. También es posible que se transforme en otro prototipo, para un producto diferente.

### **c. Variedad de objetos**

Al fabricar un prototipo, es probable que inicialmente sea para definir algunos parámetros, pero a medida que se desarrolla, se pueden ir estableciendo nuevos objetivos o cambiando su finalidad; por ejemplo, se puede desarrollar un prototipo para medir variables como: temperatura, humedad, punto de rocío, cantidad de lluvia, y ese mismo prototipo lo puedo utilizar luego, para transmitir esas variables y desarrollar otro que me permita luego leerlas de forma remota.

### **d. Desarrollo rápido**

Normalmente un prototipo se construye de forma relativamente rápida. Es posible ir integrando módulos prefabricados que permiten realizar funciones en tiempos cortos.

## **5. Evolución**

A medida que se va desarrollando el prototipo va adquiriendo nuevas formas y nuevas funcionalidades. Es posible que un producto tenga, al final, funciones que, en la concepción inicial, no fueron tenidas en cuenta.

### **Técnicas de modelado**

El modelado de un prototipo electrónico sigue las mismas reglas de cualquier prototipo, desde el mismo proceso de la preconcepción, hasta la fabricación del producto final. A continuación, se expondrá cada una de ellas.

#### **a. Desarrollo del boceto**

En productos electrónicos, lo primero que se desarrolla es el diagrama en bloques de la idea general del proyecto para luego ir desarrollando cada módulo y hacer los respectivos ajustes. A continuación, se presenta un diagrama de bloques típicos.

- PC
- Arduino
- Módulo de red
- Fuente de poder

- Control en el hogar
- Teléfono móvil

#### **b. Realizar la prueba concepto**

El siguiente paso es desarrollar los diagramas esquemáticos. Si bien estos pueden hacerse a mano, existen infinidad de software que permiten hacerlos aplicando normas y en la mayoría de los casos simulando algunas funciones, que ayudan en el proceso de desarrollo. Se presenta un diagrama realizado en Proteus.

#### **c. Resolver el problema planteado**

Este paso se hace antes de armar el prototipo final, se debe plantear una solución viable. Es aquí donde se dan los intentos fallidos, estos ensayos también, indican si se va por buen camino en la idea preconcebida.

#### **d. Pruebas de funcionalidad**

En este paso se logra encontrar la versión más eficiente y comercialmente viable.

#### **e. Armar el prototipo**

En este último momento es donde se requiere más tiempo e inversión y no se pueden hacer cambios profundos en el funcionamiento del producto.

### **Control numérico computarizado en la fabricación de prototipos electrónicos**

El Control Numérico Computarizado o CNC, es un proceso en el que un software tiene las instrucciones para guiar una herramienta con un grado de precisión alto. Los movimientos asociados a la herramienta y a la máquina misma son como un GPS en miniatura. El programa tiene coordenadas de posición, tanto de la herramienta como de la máquina, en un espacio que corresponde al elemento a crear.



**Figura 11. Fabricación de piezas**



El uso más común de este sistema, es la fabricación de piezas, pero también es ampliamente utilizado en estampados en alto relieve, letreros, corte de láminas, la creación de PCB en el ámbito electrónico y muchas aplicaciones más.

Esta técnica, aplicada a la electrónica, es un tipo de fresado; una broca o un láser eliminan el material sobrante, es como el arranque de viruta en mecanizado. Las máquinas que utilizan láser, logran unos acabados muy finos y por lo tanto permiten el montaje de componentes muy pequeños, lo que ayuda con la miniaturización de equipos electrónicos.

El uso de las técnicas CNC en la electrónica, eliminó el uso de los químicos abrasivos, perjudiciales para la salud de las personas y para el medio ambiente. Existen muchas empresas dedicadas a la fabricación de PCB usando estas técnicas y a costos asequibles. Si la producción del producto electrónico se hace en serie y con buenos resultados económicos, es posible encontrar en el mercado, máquinas a bajo costo y optimizadas para el trabajo en PCB.

Muchas de estas máquinas vienen con el kit completo: Fabricación de PCB, colocación de pasta para soldar, ubicación de componentes, hornos de reflujo, inserción de contacto para láminas multicapas; estos kits están pensados para empresas productoras.

Un prototipo electrónico puede partir desde algo muy simple y terminar en algo complejo. La misma característica de evolución del prototipo hace que sea difícil predecir con absoluta precisión todos los parámetros asociados a él. Lo primordial aquí es saber dimensionar el alcance de este y avanzar a medida que las mismas condiciones lo permitan.

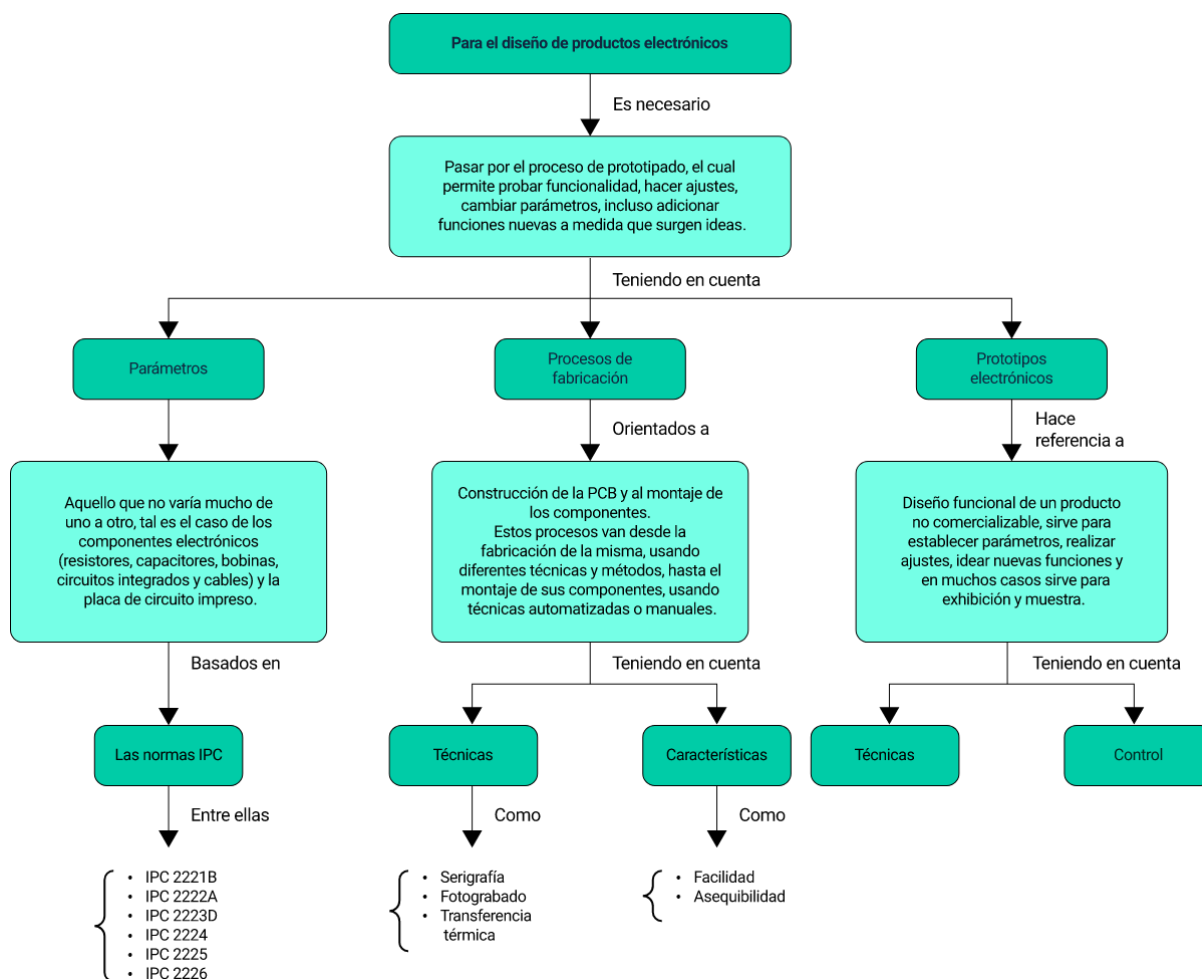
Es importante no desmotivarse por malos resultados en el funcionamiento del prototipo, ese es su sentido, encontrar lo que no es adecuado y quedarse con lo que es funcional, edificar en esas ideas que pasen la prueba y seguir lo que es evidente.

## Síntesis

A continuación, se describe el tema principal del Componente Formativo CF10 Generar prototipo según las técnicas y especificaciones del producto gracias a los conceptos relacionados con la generación de prototipos, parámetros de fabricación, clasificación de materiales y los procesos asociados a la fabricación mecánica y las técnicas de prototipado teniendo en cuenta la aplicación de la normativa de manera correcta en cada una de las técnicas descritas.

Una breve descripción de los temas vistos, se encuentran en el siguiente esquema:

**Figura 12.** Síntesis de la información presentada.



## Glosario

**Biometría:** estudio mensurativo o estadístico de los fenómenos o procesos biológicos.

**Fotgrabado:** procedimiento de grabar un cliché fotográfico sobre planchas de cinc, cobre, etc.

**Indeleble:** que no se puede borrar o quitar.

**Mecanizado:** proceso de elaboración mecánica.

**Serigrafía:** procedimiento de estampación mediante estarcido a través de un tejido, originariamente seda.

**Software:** conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

**Viruta:** hoja delgada que se saca con el cepillo u otras herramientas al labrar la madera o los metales, y que sale, por lo común, arrollada en espiral.

## Material complementario

Tema	Referencia APA del Material	Tipo de material (Video, capítulo de libro, artículo, otro)	Enlace del recurso o archivo del documento o material
Requisitos de Ensamblajes Eléctricos y Electrónicos Soldados	IPC (2016). <i>Requisitos de Ensamblajes Eléctricos y Electrónicos Soldados</i> . <a href="https://www.ipc.org/TOC/J-STD-001G-Spanish-toc.pdf">https://www.ipc.org/TOC/J-STD-001G-Spanish-toc.pdf</a>	Norma	<a href="https://www.ipc.org/TOC/J-STD-001G-Spanish-toc.pdf">https://www.ipc.org/TOC/J-STD-001G-Spanish-toc.pdf</a>
Simulación de Productos	EasyEda(s.f.) <i>An Easier and Powerful Online PCB Design Tool</i> .	Página web.	<a href="https://easyeda.com/">https://easyeda.com/</a>
Simulación de Circuitos	Autodesk, INC. (2021). <i>Tinkercad, Diseño 3D</i> . <a href="https://www.tinkercad.com/">https://www.tinkercad.com/</a>	Página WEB	<a href="https://www.tinkercad.com/">https://www.tinkercad.com/</a>
Hojas de Datos técnicos.	Alldatasheet. (2021). <i>Electronic Components Datasheet Search</i> . <a href="http://www.alldatasheet.com">www.alldatasheet.com</a> .	Página WEB de consulta	<a href="https://alldatasheet.com">https://alldatasheet.com</a>
Fabricación de PCB	Strange Parts. (Junio 12, 2018). <i>Dentro de una gran fábrica de Circuitos Impresos - en China</i> . [Archivo de video]. Youtube. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ljOoGyCso8s">https://www.youtube.com/watch?v=ljOoGyCso8s</a>	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ljOoGyCso8s">https://www.youtube.com/watch?v=ljOoGyCso8s</a>
Fabricación de placas de circuitos electrónicos.	Javi Eternal. (Septiembre 6, 2012). <i>Fabricación de placas de circuitos</i>	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=LqaRELYZ1yE">https://www.youtube.com/watch?v=LqaRELYZ1yE</a>

	<p>electrónicos. [Archivo de video]. Youtube.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=ljOoGyCso8s">https://www.youtube.com/watch?v=ljOoGyCso8s</a></p>		
Quiero Mi CNC	<p>El profe García (Julio 13, 2016). <i>Quiero Mi CNC</i>. [Archivo de video]. Youtube.</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=X4BLydtpllo">https://www.youtube.com/watch?v=X4BLydtpllo</a></p>	Video	<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=X4BLydtpllo">https://www.youtube.com/watch?v=X4BLydtpllo</a></p>

## Referencias bibliográficas

NTE Electronics, INC(2005). Manual de reemplazos. 14th edición,  
<https://www.nteinc.com/>

RAE. (2020) Real academia de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/software>.

## Créditos

ECOSISTEMA DE RECURSOS EDUCATIVOS DIGITALES		
Claudia Patricia Aristizábal	Responsable del Equipo	Dirección General
Norma Constanza Morales Cruz	Responsable de línea de producción	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
CONTENIDOS INSTRUCCIONAL		
Gewin Alfonso Fernández Cáceres	Instructor	Regional Atlántico Centro Nacional Colombo Alemán
Miroslava González Hernández	Diseñador y Evaluador Instruccional	Regional Distrito Capital Centro de Gestión Industrial
Sergio Ausguto Ardila Ortíz	Diseñador Instruccional	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Carolina Coca Salazar	Revisora metodológica y pedagógica	Regional Distrito Capital Centro de Diseño y Metrología
Sandra Patricia Hoyos Sepúlveda	Revisión y corrección de estilo	Regional Distrito Capital Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica
Viviana Esperanza Herrera Quiñonez	Asesora Metodológica	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
DISEÑO Y DESARROLLO DE RECURSOS EDUCATIVOS DIGITALES		
José Jaime Luis Tang Pinzón	Diseñador Web	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Francisco Javier Vásquez Suárez	Desarrollador Fullstack	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Junior Rodríguez Rodríguez	Storyboard e Ilustración	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Nelson Iván Vera Briceño	Producción audiovisual	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Oleg Litvin	Animador	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Francisco Javier Vásquez Suárez	Actividad Didáctica	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
VALIDACIÓN RECURSO EDUCATIVO DIGITAL		
Javier Mauricio Oviedo	Validación y vinculación en plataforma LMS	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Naranjo Farfán	Validación de Contenidos Accesibles	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios