



**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE LABORATORIO PARA AFIANZAR LOS
PROCESOS DE PROTOTIPADO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN
SOACHA**

Autor:

LUIS FELIPE PINILLA PACHECO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA- EXTENSIÓN SOACHA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

2018



**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE LABORATORIO PARA AFIANZAR LOS
PROCESOS DE PROTOTIPADO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN
SOACHA**

Autor:

LUIS FELIPE PINILLA PACHECO

**Proyecto para optar por el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Director:

**ANA MARIA CAMACHO B.
DISEÑADORA INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA- EXTENSIÓN SOACHA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

2018

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios,
Ya que gracias a él he logrado terminar
Uno de los procesos más importantes en la vida de
Cualquier ser humano.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios ya que él me brindo fortaleza en los momentos difíciles de mi carrera. Asimismo, agradecer a la Universidad de Cundinamarca por haberme permitido ser parte de ella durante cinco años, y adquirir el conocimiento de sus docentes. Adicional, quiero agradecer a mi directora la diseñadora industrial Ana María Camacho por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su conocimiento científico y apropiarme de el para el desarrollo de este trabajo. También quiero realizar un agradecimiento muy especial a mi familia mi padre Orlando Pinilla, a mi madre Martha Pacheco y a mi hermano Omar Pinilla que me brindaron apoyo en los momentos que más los necesite.

1 CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	5
1 CONTENIDO.....	6
RESUMEN.....	19
INTRODUCCION.....	21
JUSTIFICACIÓN.....	23
2 PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	27
2.1 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA PROBLEMA.....	32
3 OBJETIVOS.....	33
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
4 MARCO TEÓRICO.....	34
5 DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	42
5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
6 DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA EL LABORATORIO DE PROTOTIPADO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA, EXTENSIÓN SOACHA.....	49

6.1	CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO EN LAS ASIGNATURAS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA, EXTENSIÓN SOACHA.	50
6.1.1	ANÁLISIS DE LA VARIABLES DEL MÉTODO 5M SOBRE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA, EXTENSIÓN SOACHA.....	55
6.2	CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO EN LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, ESCUELA DE INGENIEROS JULIO GARAVITO Y UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA.	62
6.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO DE LAS UNIVERSIDADES ESTUDIADAS PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE: MANO DE OBRA, MÉTODO, MEDIO AMBIENTE, MATERIAS PRIMAS, MAQUINARIA QUE SE REQUIERE PARA EL DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PROTOTIPADO EN LA UDEC.	75
6.3.1	CARACTERISTICAS DE MANO DE OBRA.....	89
6.3.2	CARACTERISTICAS DE MATERIAS PRIMAS:.....	91
6.3.3	CARACTERÍSTICAS DE MEDIO AMBIENTE.....	78
6.3.4	CARACTERÍSTICAS DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.	81
6.3.5	CARACTERÍSTICAS DE METODO:.....	93

6.3.6	MODELADO LABORATORIO DE PROTOTIPADO PARA LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA.	101
6.4	PROPUESTA ECONÓMICA DE LABORATORIO DE PROTOTIPADO UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSION SOACHA.	103
6.4.1	PROPUESTA DE LAS AREAS DEL LABORATORIO DE PROTOTIPADO.....	103
6.5	PRESUPUESTO GENERAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE PROTOTIPADO EN LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA:	113
7	CONCLUSIONES	117
8	RECOMENDACIONES.....	121
9	BIBLIOGRAFÍA.....	122
	ANEXOS.....	125

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1: Datos para determinar tamaño de la muestra	45
Tabla 2: Número total de encuestas. Teniendo en cuenta las universidades encuestadas y el cargo de los usuarios encuestados.....	47
Tabla 3: Caracterización de los procesos de prototipado UdeC. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 4: Materias las cuales desarrollan prototipos en sus núcleos temáticos vs clases de prototipos que desarrollan.	51
Tabla 5: Tabla comparativa para caracterizar el proceso de prototipado en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha	55
Tabla 6: Universidad de los Andes tabla comparativa; (Universidad de los Andes, 2018).....	62
Tabla 7: tabla comparativa para establecer las características tecnológicas y metodológicas con relación a los procesos de prototipado laboratorios que tienen otras universidades (universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito) (Escuela de Ingenieros Julio Garavito, 2018).	67
Tabla 8: Tabla comparativa de la mano de obra Universidad de Cundinamarca versus Universidad de Cundinamarca, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.	89
Tabla 9: Tabla comparativa del método de la Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los Andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.....	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 10: Tabla comparativa de la maquinaria y equipos Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11: Tabla comparativa del medio ambiente de Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.....	78
Tabla 12: Tabla comparativa de materias primas de los procesos de prototipado en la Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.....	91
Tabla 13: Tabla de las áreas sugeridas para el laboratorio de prototipado.	103
Tabla 14: Herramientas que los estudiantes y docentes consideran necesarias para su formación como profesional.	81
Tabla 15: Operaciones que se deben realizar durante las prácticas en el laboratorio de prototipado.	97
Tabla 16: Capacidad del laboratorio de prototipado	99
Tabla 17: Presupuesto área de modelado asistido por computador	109
Tabla 18: Presupuesto área de manufactura aditiva.....	109
Tabla 19: Presupuesto área manufactura sustractiva Universidad de Cundinamarca	110
Tabla 20: Presupuesto para el área de manufactura convencional.	110
Tabla 21: Presupuesto área de escáner manual y baja fidelidad.....	112
Tabla 22: Presupuesto general para la implementación del laboratorio de prototipado en la Universidad de Cundinamarca	113

Ilustración 1: Estudiantes de la universidad de Cundinamarca que han realizado prototipado vs los que no lo han realizado.....	50
Ilustración 2: Participación de materias que utilizan el prototipado como método de enseñanza	52
Ilustración 3: Evidencia fotográfica de la mano de obra en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.	55
Ilustración 4: Evidencia fotográfica del método en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.	56
Ilustración 5:Evidencia fotográfica de la maquinaria y equipos en la UdeC extensión Soacha.....	56
Ilustración 6:Evidencia fotográfica del medio ambiente en la UdeC extensión Soacha.....	58
Ilustración 7: Evidencia fotográfica de los materiales en la UdeC extensión Soacha.	59
Ilustración 8: Prototipo de mesa estudiantes de ingeniería industrial en formación.	60
Ilustración 9: Prototipo de juego de alcoba estudiantes ingeniería industrial extensión Soacha.	60
Ilustración 10: Plano primer piso planta de producción.....	61
Ilustración 11: laboratorio de interacción robótica universidad de los andes	62
Ilustración 12:laboratorio de manufactura universidad de los andes	63
Ilustración 13: laboratorio de materiales universidad de los andes.....	64

Ilustración 14: laboratorio de Dinámica universidad de los andes.	64
Ilustración 15: laboratorio de plásticos universidad de los andes	65
Ilustración 16: laboratorio de manufactura universidad Julio Garavito.....	67
Ilustración 17: Laboratorio de materiales, universidad Julio Garavito.	68
Ilustración 18: laboratorio de manufactura universidad Julio Garavito.....	68
Ilustración 19: laboratorio de prototipado universidad Julio Garavito.....	69
Ilustración 20: laboratorio de diseño asistido por computador universidad Julio Garavito.	70
Ilustración 21: laboratorio de materiales universidad católica de Colombia.	72
Ilustración 22: laboratorio de manufactura aditiva Universidad Católica de Colombia.	72
Ilustración 23: laboratorio de métodos y tiempos universidad católica de Colombia.	73
Ilustración 24: laboratorio de materiales universidad católica de Colombia.	73
Ilustración 25: Prototipo puente laboratorio de prototipado.....	74
Ilustración 26:Herramientas que estudiantes de la UdeC consideran necesarias para su formación.	82
Ilustración 27: Ruta de evacuación laboratorio de prototipado	95
Ilustración 28: Operaciones dentro del laboratorio de prototipado.....	96
Ilustración 29: Modelado laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.	101
Ilustración 30: Vista frontal laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.	101

Ilustración 31: Vista lateral derecha laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.	102
Ilustración 32: Foto 1, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha.....	114
Ilustración 33: Foto 2, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha.....	115
Ilustración 34: Foto 3, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha.....	115
Ilustración 35: Foto 4, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha.....	115

LISTA DE FIGURAS.

Ilustración 1: Participacion de materias que utilizan el prototipado como método de enseñanza **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 2: Evidencia fotográfica de la mano de obra en la UdeC extensión Soacha..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 3:Evidencia fotográfica del método en la UdeC extensión Soacha. **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 4:Evidencia fotográfica de la maquinaria y equipos en la UdeC extensión Soacha..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 5:Evidencia fotográfica del medio ambiente en la UdeC extensión Soacha..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 6: Evidencia fotográfica de los materiales en la UdeC extensión Soacha. **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 7: Prototipo de mesa estudiantes de ingeniería industrial en formación.
..... ¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 8: Prototipo de juego de alcoba estudiantes ingeniería industrial
extensión Soacha. ¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 9: Plano primer piso planta de producción. ¡Error! Marcador no
definido.

Ilustración 10: laboratorio de interacción robótica universidad de los andes .. ¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 11: laboratorio de manufactura universidad de los andes ¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 12: laboratorio de materiales universidad de los andes ¡Error! Marcador
no definido.

Ilustración 13: laboratorio de Dinámica universidad de los andes. ¡Error! Marcador
no definido.

Ilustración 14: laboratorio de plásticos universidad de los andes ¡Error! **Marcador no definido.**

Ilustración 15: laboratorio de manufactura universidad Julio Garavito. ¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 16: Laboratorio de materiales, universidad Julio Garavito. ¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 17: laboratorio de manufactura universidad Julio Garavito. ¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 18: laboratorio de prototipado universidad Julio Garavito. ¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 19: laboratorio de diseño asistido por computador universidad Julio Garavito. ¡Error! **Marcador no definido.**

Ilustración 20: laboratorio de materiales universidad católica de Colombia. ... ¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 21:laboratorio de manufactura aditiva universidad católica de Colombia.
..... ¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 22: laboratorio de métodos y tiempos universidad católica de Colombia.
..... ¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 23: laboratorio de materiales universidad católica de Colombia.¡Error!
Marcador no definido.

Ilustración 24: Prototipo puente laboratorio de prototipado¡Error! **Marcador no
definido.**

Ilustración 25:Ilustración 24: Vista superior propuesta salón de prototipado
extensión Soacha (todas las cotas están dadas en metros).¡Error! **Marcador no
definido.**

Ilustración 26:Herramientas que estudiantes de la UdeC consideran necesarias para
su formación. ¡Error! Marcador no definido.

Ilustración 27: Ruta de evacuación laboratorio de prototipado¡Error! **Marcador no
definido.**

Ilustración 28: Operaciones dentro del laboratorio de prototipado. **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 29: Modelado laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha. **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 30: Vista frontal laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha. **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 31: Vista lateral derecha laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha. **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 32: Foto 1, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 33: Foto 2, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 34: Foto 3, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 35: Foto 4, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha..... **¡Error! Marcador no definido.**

RESUMEN

Hoy en día las industrias a nivel mundial emplean métodos de prototipado a la hora de desarrollar sus productos, con el objetivo de evaluar las características de los mismos. En la formación académica de algunas universidades, los conocimientos prácticos alejan a los estudiantes de la realidad de la industria moderna.

Existen Universidades en Colombia que han implementado métodos de enseñanza que formen en la práctica a los estudiantes. Un ejemplo es la Escuela de Ingenieros Julio Garavito, que dentro de sus técnicas de formación enseña a los estudiantes a través de un laboratorio de manufactura, el funcionamiento de una planta con relación a temas de calidad, seguridad, productividad.

Dentro de la Universidad de Cundinamarca se evidencia la aplicación de métodos de prototipado. Sin embargo, no se aprecia una articulación entre las asignaturas asociadas a la producción, como ingeniería concurrente, diseño de plantas, dibujo técnico, ingeniería de métodos. Por ende, se pretende realizar una propuesta de laboratorio de prototipado, que cuente con las herramientas suficientes para realizar las practicas que simulen fielmente dichos procesos en la industria moderna y que permita establecer una relación entre las asignaturas del programa para comprender las diferentes aplicaciones de la disciplina de ingeniería industrial.

A partir de métodos de recolección de información estructurados y análisis 5M (método, mano de obra, medio ambiente, maquinaria y equipos y materias primas), se buscó caracterizar los procesos de prototipado de la Universidad de Cundinamarca, la Universidad de los Andes, la Escuela de Ingenieros Julio Garavito y la universidad católica de Colombia. haciendo énfasis en los métodos de enseñanza de la Universidad Cundinamarca, se evidencia que esta carece de un aula donde se puedan realizar prototipos de diversa índole, por esta razón se plantea una propuesta de laboratorio de prototipado que cuente con cinco áreas que son: (I) Área de modelado, (II) Área de manufactura aditiva, (III) Área de manufactura sustractiva, (IV) Área de manufactura convencional y (V) Área de escáner manual y de prototipado de baja fidelidad.

Al final de la investigación se presenta una propuesta para la implantación de un laboratorio de prototipado en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, donde se puedan realizar gran variedad de prototipos y simulaciones del ciclo de vida de los productos, desde sus diseños preliminares hasta su disposición final en residuos.

INTRODUCCION

Hoy en día las industrias a nivel mundial emplean métodos de prototipado a la hora de desarrollar sus productos, con el objetivo de evaluar las características de los mismos. En la formación académica de algunas universidades, los conocimientos prácticos alejan a los estudiantes de la realidad de la industria moderna.

Existen Universidades en Colombia que han implementado métodos de enseñanza que formen en la práctica a los estudiantes. Un ejemplo es la Escuela de Ingenieros Julio Garavito, que dentro de sus técnicas de formación enseña a los estudiantes a través de un laboratorio de manufactura, el funcionamiento de una planta con relación a temas de calidad, seguridad, productividad.

Dentro de la Universidad de Cundinamarca se evidencia la aplicación de métodos de prototipado. Sin embargo, no se aprecia una articulación entre las asignaturas asociadas a la producción, como ingeniería concurrente, diseño de plantas, dibujo técnico, ingeniería de métodos. Por ende, se pretende realizar una propuesta de laboratorio de prototipado, que cuente con las herramientas suficientes para realizar las practicas que simulen fielmente dichos procesos en la industria moderna y que permita establecer una relación entre las asignaturas del programa para comprender las diferentes aplicaciones de la disciplina de ingeniería industrial.

A partir de métodos de recolección de información estructurados y análisis 5M (método, mano de obra, medio ambiente, maquinaria y equipos y materias primas), se buscó caracterizar los procesos de prototipado de la Universidad de Cundinamarca, la Universidad de los Andes, la Escuela de Ingenieros Julio Garavito y la universidad católica de Colombia. haciendo énfasis en los métodos de enseñanza de la Universidad Cundinamarca, se evidencia que esta carece de un aula donde se puedan realizar prototipos de diversa índole, por esta razón se plantea una propuesta de laboratorio de prototipado que cuente con cinco áreas que son: (I) Área de modelado, (II) Área de manufactura aditiva, (III) Área de manufactura sustractiva, (IV) Área de manufactura convencional y (V) Área de escáner manual y de prototipado de baja fidelidad.

Al final de la investigación se presenta una propuesta para la implantación de un laboratorio de prototipado en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, donde se puedan realizar gran variedad de prototipos y simulaciones del ciclo de vida de los productos, desde sus diseños preliminares hasta su disposición final en residuos.

JUSTIFICACIÓN

Siguiendo a Varsavsky (1971), se empieza de la base de que para no ser meros observadores de un proceso productivo que se desarrolla en la distancia, se cree necesario que: un Ingeniero Industrial debe ser y sentirse parte de este, para poder influir en cualquier proceso (BOCOS, 2010, pág. 2)

Para la Universidad de Cundinamarca el Ingeniero Industrial egresado, está en capacidad de diagnosticar, diseñar, mejorar e integrar sistemas industriales pudiendo enfrentar cualquier tipo de problema relacionado con la gestión empresarial incluyendo las áreas financiera, administrativa, producción y operaciones, que le permitan desempeñarse en el campo de la producción logrando solucionar racionalmente problemas de tipo empresarial con fundamentación investigativa y científica (Cundinamarca, 2016). esto es lo que se encuentra en el perfil del ingeniero Industrial de la universidad de Cundinamarca, pero es esto verdaderamente cierto, si los ingenieros industriales se enfrentan a un sistema productivo tienen las competencias para influir en el proceso de manera positiva o se está formando netamente en la parte teórica dejando de lado la parte práctica y convirtiéndose solo en un simple observador cuando se encuentra frente a un proceso productivo.

Los Ingenieros Industriales de la Universidad de Cundinamarca del mañana merecen todas las herramientas para desarrollar sus ideas y conocimiento, además necesitan tener conocimientos sobre otras disciplinas como lo son: Diseño industrial, diseño gráfico, ilustración industrial, diseño asistido por computador, entre otras ramas. Además, que sucederá cuando en el futuro todas las personas sean capaces de imprimir cualquier cosa a solo costo de materia primas, los ingenieros Industriales deben estar en la vanguardia diseñando y creando nuevos productos que satisfagan las necesidades de todos los clientes y personas de todo el mundo (Vazchnov, 2013). Por otra parte, si comparamos la universidad de Cundinamarca, con otras universidades que ofrecen las mismas carreras se evidencia que se está quedando rezagado en materia de innovación tecnológica en cuanto a prototipado se refiere, otras universidades ya lo tienen y además tienen proyectos de investigación con dichas tecnologías (véase Pag.9).

Las nuevas tecnologías de prototipado impulsan la creatividad cuando los alumnos consiguen ver, sujetar y poner a prueba un concepto estudiado en un objeto real. Las ventajas que aportarían las nuevas tecnologías de prototipado la educación de los ingenieros industriales de la UDEC son:

Fomentar la creatividad y la capacidad de resolver problemas, debido a que provoca un cambio en la mentalidad del estudiante quien directamente se expone a los obstáculos que se presenten en el mundo físico, aplicando la creatividad e

innovando hasta obtener el objetivo deseado; el desarrollo de estas competencias prepara mejor a los estudiantes para el mundo laboral.

La realización del proyecto “DESARROLLO DE UNA PROPUESTA QUE CONTRIBUYA AL PROCESO DE PROTOTIPADO DE LOS ESTUDIANTES DE DIBUJO TÉCNICO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA” captaría el interés de los estudiantes debido a que genera la oportunidad de poner en práctica y de ver el resultado de los conocimientos adquiridos en el aula, ocasionando que el alumno se sienta más motivado, además esto facilita el trabajo del docente debido a que permite trasladar a la realidad conceptos que son difíciles de explicar, ocasionando que el aprendizaje sea más lúdico y participativo.

Por lo tanto, el proyecto puede generar un soporte en el aprendizaje de los Ingenieros industriales en formación de la UDEC, al punto de llevar a la práctica el concepto del proceso productivo de un producto desde la concepción de la idea hasta su fabricación. Esto incentivara el desarrollo de competencias para los ingenieros industriales en formación de la UDEC brindando todas las herramientas posibles para garantizar un futuro laboral brillante, debido a que llevan a la práctica los conocimientos adquiridos en los núcleos temáticos como: Dibujo I, Dibujo II, Diseño de Producto, Ingeniería de métodos, Materiales y proceso industriales, producción; impulsando la creatividad sin límite cuando los alumnos, consiguen ver sujetar y poner a prueba sus ideas en el espacio real, aplicando conocimientos como simulación de procesos, optimización de procesos, ubicación en el espacio X, Y, Z, geometría descriptiva y perspectiva, y lo más importante el diseño de un producto

en todas sus etapas (planeación – Diseño del producto-diseño y desarrollo del proceso-validación del producto y proceso-y finalmente su producción.)

2 PROBLEMA DE INVESTIGACION

La producción en la actualidad es parte esencial en la economía de cualquier país, ya que esta en muchos casos es la encargada de respaldar la economía y generar una buena imagen ante las otras naciones. Sin embargo, hoy en día, con el crecimiento de la población y una cultura consumista se vuelve necesario innovar con productos cada vez más económicos y útiles para el cliente. Con la necesidad de facilitar esta tarea las empresas en el mundo han desarrollado técnicas de prototipado, que permiten hacer productos fiables y realizar pruebas con ellos antes de que lleguen al mercado. La producción de prototipos es una competencia que tiende a generalizarse en todo el mundo; diferentes herramientas de diseño 3D, el CNC (control numérico por computadora) o el prototipado rápido, producen un diseño físico partiendo de modelados en 3D (Bortolato, 2008).

En el desarrollo de piezas, herramientas y objetos complejos, la visualización multisensorial, es decir poder visualizar y tocar el objeto representa una fuente de información esencial para comprender el objeto en la realidad ya que en ocasiones es mejor contar con el objeto en físico que detrás de la pantalla de un computador (Bortolato, 2008). Actualmente las industrias, cuentan con una tecnología denominada prototipado rápido que permite elaborar objetos en diferentes materiales. Por ejemplo, está TOYOTA que innova constantemente con sus prototipos; en 2013 mientras se realizaba el salón del automóvil en Ginebra, estrenó su i-Road (TOYOTA, 2018), el cual va dirigido a los centros urbanos y ofrece gran flexibilidad para moverse en el mundo actual, lo interesante del hecho es el número

de materiales y de tecnologías que aplican este tipo de industrias a la hora de innovar con un prototipo. Las tecnologías de prototipado permiten crear productos innovadores en poco tiempo y sin gran número de complicaciones, esto constituye una ventaja comparativa de cualquier industria con relación a otra.

En Colombia, existen empresas como Dwed3d que buscan ofrecer mayor calidad entorno al diseño, y nace cuando Jorge Forero, Diseñador Industrial de la Universidad Nacional, atraído por el aprendizaje, la investigación, y la evolución de internet (Jorge Forero, 2018), crea una empresa que se dedica a aprovechar las herramientas de la ingeniería y el diseño para elaborar soluciones dirigidas a la industria. Adicional, las universidades colombianas utilizan estas técnicas, para diseñar, representar gráfica y físicamente procesos productivos, productos y utilidades de los mismos. No obstante, en las asignaturas de carácter ingenieril, es necesario que los estudiantes cuenten con los conocimientos más actualizados sobre las temáticas y procesos en la industria actual. Por ejemplo, el hecho que las industrias actualmente desarrollan prototipos para evaluar las propiedades físico químicas de sus productos, sin embargo, existe una oportunidad de mejora en cuanto al fortalecimiento de las practicas relacionadas con producción, lo que conlleva a que las Universidades se actualicen en la adquisición de equipos, laboratorios, Software, entre otros recursos que optimizan la calidad educativa.

Ahora bien en Colombia también se les está inculcando a los estudiantes de todos los niveles educativos la cultura del “saber hacer” (Capella, 2010), y del “aprender a aprender”, que permita asimilar nuevos métodos y tecnologías con rapidez;

ejemplo de esto tenemos la universidad EAFIT de Medellín, los talleres de diseño del centro de Laboratorios de la Universidad, adquirieron para los estudiantes de la escuela de ingeniería durante el año 2014 herramientas, instrumentos, maquinaria de prototipado, los cuales llegaron para facilitar y dar más libertad a la creación de diseños de los estudiantes.

En Bogotá, algunas instituciones de formación profesional, como lo son el SENA, la Universidad Javeriana, La Universidad Militar, entre otras, cuentan con laboratorios que favorecen la formación profesional de los ingenieros y de otras disciplinas. Otro ejemplo de actualidad en este campo lo tiene la Universidad de los Andes, dos estudiantes en el año 2014 lograron desarrollar objetos del tamaño de bacterias, su principal objetivo es imprimir estructuras que promuevan el crecimiento celular para desarrollar tejidos y prótesis.

Hoy en día la Universidad de Cundinamarca cuenta con el laboratorio de producción académico más grande de Colombia el HAS-200, es un laboratorio que simula una planta de producción en su totalidad, desde la parte de logística de abastecimiento hasta logística de distribución, pasando por procesos de gestión de la calidad y gestión de las operaciones. Adicional, la Universidad cuenta con laboratorios de Física y Química industrial, salas de informática para manejo de Software de diseño.

La Universidad Cundinamarca ofrece el programa de ingeniería industrial, la cual en su Pensum de materias ofrece Dibujo técnico, diseño del producto, procesos industriales, Ingeniería concurrente donde se enseña a entender, realizar, leer y presentar diferentes tipos de objetos en planos y planchas para el aprendizaje de la

producción. Actualmente los estudiantes desarrollan sus prototipos fuera del escenario Universitario, por ejemplo, en talleres de metalmecánica, carpintería o en algunos casos los fabrican ellos mismos. Aspecto que abre la posibilidad de crear un laboratorio de prototipado al interior de la Universidad para fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje de la producción o una oportunidad de establecer alianzas estratégicas con instituciones que cuenten con laboratorios de prototipado adecuados para la elaboración de proyectos.

Las competencias que tienen las personas no son innatas, según Rene Descartes dice que “El conocimiento se desarrolla simultáneamente con el desarrollo de los sentidos” (Descartes., 1635), quiere decir que a medida que los seres humanos entrenamos una actividad vamos adquiriendo los conocimientos y las habilidades para hacerla con más facilidad. Por esta razón es fundamental ampliar estas competencias en el ingeniero industrial egresado de la Universidad de Cundinamarca, Ya que esto le ayudaría a desarrollar conocimientos sobre diseño, procesos, ensamblajes, además le brindaría a la universidad de Cundinamarca un Plus adicional para la formación de sus estudiantes.

En la Universidad de Cundinamarca existe la dificultad de que no se cuenta con un espacio apropiado para desarrollar y trabajar los conocimientos adquiridos en el aula y colocarlos en práctica mediante el desarrollo de productos y procesos nuevos, con la creación de una propuesta que contribuya a mejorar los procesos de prototipado en la Universidad de Cundinamarca esta será más competitiva con respecto al resto de Universidades, además se afianzaran los conocimientos de los

ingenieros en formación, y permitirá la unificación de diferentes asignaturas de la carrera en una sola aula promoviendo el desarrollo de un profesional integral en todos los aspectos.

2.1 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo afianzar los procesos de prototipado en los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de laboratorio para afianzar los procesos de prototipado de los estudiantes de ingeniería industrial de la universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los procesos de prototipado de las asignaturas del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha.
- Identificar los procesos de prototipado que se utilizan en otras universidades como: Universidad de los Andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito, Universidad Católica de Colombia, para establecer las características tecnológicas y metodológicas con relación a los procesos de prototipado.
- Determinar las características de infraestructura, equipos, herramientas, y metodología que se requiere para el diseño de un laboratorio de prototipado.

4 MARCO TEÓRICO

EL PROTOTIPO

Etimológicamente, la palabra prototipo está formada con raíces griegas y significa “ejemplar usado para fabricar otros iguales”. Sus componentes léxicos son: el prefijo Protos (el primero), y tipos (el segundo, tipo, impresión, modelo). Los procesos de prototipado surgen industrialmente en el año 1987, con el proceso de estereolitografía (StereoLithography- SL) de la empresa norteamericana 3D Systems (Rodríguez, 2001), y es un proceso que básicamente lo que hace es derretir capas de plástico llamadas layers por medio de una resistencia eléctrica y sobreponer las capas hasta generar un objeto en tercera dimensión 3D. En el año 1994, la industria de los prototipos se revolucionaría ya que empresas en todo el mundo empezarían a utilizar sus utilidades, y se aprovecharían diferentes tipos de materiales para desarrollar prototipos cada vez más cercanos a la realidad.

Clases de prototipado

Prototipado rápido en este tipo de prototipo se realizan rápidamente diseños, se evalúan, se acepta o se rechaza un prototipo según vaya avanzando el producto final, ejemplo de este tipo de prototipo están los bocetos a mano alzada y dibujos que no superan el lápiz y el pape. Adicional, existe el prototipado reutilizable en este tipo de prototipo las partes del prototipo no se desechan, pueden ser utilizadas en

el producto final, ejemplo a esto se tienen objetos con fines productivos esto se realiza después evaluar sus características básicas. Por otra parte, existen prototipos modulares que se utilizan principalmente cuando es necesario añadir nuevas cosas al prototipo a medida que el proyecto progresa, como por ejemplo las maquetas que simulan espacios arquitectónicos que permite al diseñador añadir o retirar características a medida que el proyecto avanza. No obstante, en la industria existe el prototipado horizontal y vertical, mientras el prototipo vertical es el tipo de prototipo que evalúa una parte concreta del producto en su funcionalidad y alcance (planos, modelados en 3D). Mientras que el prototipo horizontal se concentra principalmente en la construcción del prototipo sin que este funcione realmente, sirve generalmente para medir el alcance del producto (simulaciones, maquetas, objetos básicos, mecanismos), (Pera, 2014).

Los prototipos de alta y baja fidelidad. Son aquellos prototipos que no pasan del lápiz y el papel y sirven para representar la idea (Planos, bocetos, dibujos), mientras los prototipos de alta fidelidad buscan recrear el producto final con todas sus características, funcionalidades y alcances (Pera, 2014, pág. 13).

Prototipado rápido.

El prototipado rápido, es un conjunto de actividades por las cuales se trasladan los conocimientos científicos a la solución de problemas de una manera efectiva (Cantú, 2006). Estos permiten la obtención de prototipos, en un tiempo corto a partir de un Diseño previo en computador, este tipo de prototipos se utilizan en la industria ya

que reducen el tiempo de desarrollo de productos. El prototipado rápido se utiliza principalmente para realizar pruebas geometría, formas y hasta costos de un objeto permitiendo a la empresa estandarizar la producción final en un tiempo relativamente corto (Rodríguez J. A., 2001). La técnica del prototipado rápido consiste principalmente en sobreponer capa sobre capa de un filamento plástico fundido hasta obtener un objeto previamente elaborado en un software CAD (Trevejo-Bocanegra, 2013).

Bajo el nombre de prototipado rápido se utilizan una serie de tecnologías que sirven para construir sólidos y realizar pruebas con ellos buscando determinar características del producto final. Entre ellas tenemos:

Funciones del prototipo

Algunos prototipos tienen la característica de ser traslucidos, lo cual puede ser una ventaja en objetos que requieran gran precisión con sus piezas internas, adicional permite evaluar el objeto bajo escenarios no tan claros y cambiantes, desarrollando una mejor planeación desde la industria y la agilidad del proceso, también es posible reducir la incertidumbre sobre diseños e incluso se puede medir la satisfacción del usuario final (Salazar., 2012). Sin dejar de lado que el prototipado permite evaluar características del producto final antes de ser lanzado como producción final. Adicional reconoce el producto desde sus inicios hasta su disposición final dejando claro cómo se va a desechar y cuál sería su punto máximo de vida. Buscando optimizar los recursos que permiten elaborarlo sin dejar de lado el medio ambiente por mal manejo de residuos. Tanto en producción como en el desecho del producto.

NUEVOS HORIZONTES DEL PROTOTIPADO.

El ciclo de vida del producto se basa principalmente en entender un producto desde su nacimiento (impacto al mercado), hasta su disposición final, desechar el producto. Para realizar un análisis de ciclo de vida del producto existen varias opciones. Una de ellas es analizar productos similares y observar cual ha sido su comportamiento en cada una de las etapas de vida del producto. Sin embargo, esta opción se queda corta cuando es un producto nuevo con características innovadoras y nunca antes vistas en el mercado. Para determinar el ciclo de vida de estos productos la industria ha encontrado una solución y está apuntando hacia el prototipado de alta fidelidad. Que su función principal sería determinar el plus de todas las características del producto y determinar las etapas de su ciclo de vida. Desarrollando métodos de desecho apropiados e innovadores de estos nuevos productos contribuyendo al medio ambiente y a los objetivos económicos de las organizaciones.

El modelado en la industria actual.

El modelado tiene su raíz etimológica en la palabra italiana “modello”, y trata de referirse, a un ejemplo matriz o punto de referencia para imitar o reproducir constantemente. Es la acción de elaborar un objeto que sirva de referencia a los diseñadores para lograr referenciar y ejemplificar prototipos de la misma naturaleza. Su uso principal en la industria es elaborar prototipos virtuales, que evalúan

características como formas, color, dimensiones. entre otras. Adicional sirve como visualización preliminar del producto y punto de referencia para futuros prototipos.

El diseño en la industria.

El Diseño Industrial es una actividad de diseño de productos, que busca crear nuevos productos colocando énfasis en forma, función y uso buscando y teniendo especial énfasis en el usuario. El principal objetivo del diseño industrial es satisfacer las necesidades de los usuarios, pero también analiza el ciclo de vida de los productos, la optimización de materiales y los procesos de producción, además analiza la manera de exhibir los productos al mercado y su manera de comercializarlos. Es una disciplina llena de herramientas que permite la creación y proyección de los objetos que nos rodean, busca equilibrar los factores que conforman los objetos como función, forma, sustentabilidad y rentabilidad; para que el ser humano las aproveche de mejor manera (Hernández, 2011.).

En la ingeniería industrial se puede apreciar el diseño en la mayoría de sus campos. No solamente desde la producción el diseño tiene que estar de continuo en las actividades diarias del ingeniero. Ya que el diseño permite crear y cultivar un ambiente de desarrollo e innovación en el tiempo adicional que permite desarrollar todo el ímpetu y competencias del ingeniero. Cuando un ingeniero industrial llega a un proceso nuevo empieza a adaptarse al mismo buscando oportunidades de mejora y desarrollo de los métodos de producción. Estos procesos de mejora se desarrollan mediante la creatividad e innovación del ingeniero, y muchos productos

exitosos de las compañías se desarrollan con la capacidad de sus colaboradores no solo en el nivel ejecutivo sino en todos los niveles. Adicional gracias al diseño de nuevas propuestas de mejora. Las industrias progresan y se vuelven más competitivas en su nicho de mercado.

Nuevas tecnologías en el desarrollo de prototipos.

“Denme un punto de apoyo y moveré el mundo”, dijo Arquímedes de Siracusa explicando el principio de la palanca (Vazhnov, 2013). Cada nuevo avance tecnológico tiene como propósito potenciar las capacidades humanas. Por ejemplo, el internet, la televisión y la radio, potenciaron la comunicación y la capacidad de transmitir información, los computadores aumentaron la capacidad de analizar datos y tomar decisiones. Ahora la impresión 3D nuevas tecnologías que llegan a la humanidad, pero aun dejan una clase de mística que muy pocas personas son capaces de entender con total entendimiento. Antes de entender que es la impresión 3D surgen ciertas inquietudes como: a ¿quién beneficia?, ¿qué industrias ataca?, ¿Qué mejoras al estilo de vida humano ofrece? A medida que las tecnologías de impresión 3D van mejorando empiezan a tener en todas partes del mundo más consumidores y gente dispuesta a comprar sus productos y a comprarlas a ellas en sí. Hoy en día el uso de las impresoras 3D es tan versátil que se han comprobado usos de esta tecnología en medicina, industria alimentaria, construcción. Aplicando el mismo principio de colocar ordenadamente material, lo que varía de un objeto, a una prótesis, o una hamburguesa es el material que se usa para cada caso. Como decía el filósofo Bertrand Russell, todo el trabajo consiste en mover materia en el

espacio (Vazhnov, 2013, pág. 02). Asimismo, como vemos tantas ventajas de la impresión 3D, también se producen algunas desventajas y una de ellas tal vez la más grande es no tener plena conciencia del potencial de estas máquinas y hacia donde pueden dirigir la industria en el futuro. Se puede deducir que la manufactura humana queda de lado con la llegada de estos nuevos aparatos capaces de reproducir objetos con exactitud humana en tiempo record. Sin embargo, hay que esperar el cambio a la sociedad que estas tecnologías pueden traer y analizar el impacto positivo o negativo, que puede beneficiar o afectar a la sociedad.

LA PEDAGOGÍA MODERNA, EL PROTOTIPADO Y LAS NUEVAS NECESIDADES EN LA INDUSTRIA.

La pedagogía tiene su raíz etimológica en el griego παιδίον *paidíon* 'niño' y ἀγωγός *agōgós* 'guía conductor, es considerada como ciencia y tiene como objetivo el estudio de la educación y la enseñanza busca organizar la educación para cumplir con determinados fines que beneficien a la sociedad. La pedagogía está guiada por otras ciencias y disciplinas que ayudan a entender lo que es la educación. Además, la pedagogía tiene como objetivo incorporar a los sujetos a una sociedad determinada, buscando que el ser humano desarrolle todas sus capacidades entorno al bien de la sociedad (Abbagnano, Madrid: Fondo de Cultura Económica.). La pedagogía es la ciencia que busca articular los conocimientos exigidos en la industria y desarrollarlos en la formación de los profesionales. Ejemplo de esto tenemos el desarrollo de nuevos productos, sostenibles tanto en el tiempo como ambientalmente. La industria pide que el profesional del futuro tenga pensamiento

crítico, creatividad, inteligencia emocional, trabajo colaborativo y que principalmente contribuyan a la solución de pensamientos complejos (internacional, 2018). Estas exigencias de la industria son principalmente porque para el año 2020, la llamada inteligencia artificial habrá automatizado muchos procesos que hoy hacemos los seres humanos. No obstante, en la mayoría de las escuelas se sigue enseñando el método de memorizar líneas de teoría sin el fundamento práctico real que la industria moderna exige. Creando un espacio entre las necesidades de la industria y la academia, adicional dejando oportunidades de mejora en la pedagogía moderna.

5 DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la realización del proyecto titulado “DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE LABORATORIO PARA AFIANZAR LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA”, se utilizará una investigación de tipo mixto, debido al nivel de descripción y a los procesos de observación que se requieren para analizar la problemática existente. Este tipo de metodología pretende dar sentido a los problemas conforme a los significados que se tienen para las personas implicadas (Gómez, 1999). Además, se utilizarán métodos de recolección de información cuantitativos como las encuestas para poder entender el fenómeno a partir de las matemáticas. No obstante, se utilizara la investigación de tipo cualitativa ya que esta “Estudia la realidad en su contexto natural, quiere decir tal y como sucede, procurando sacar sentido de interpretación de los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas en dichas observaciones” (Gomez., 2016). Adicionalmente, la investigación cualitativa ayuda al investigador a desarrollar conceptos partiendo de datos netamente visualizados y no construyendo datos para evaluar modelos. Por otro lugar el método se fundamenta en la observación del fenómeno para levantar conclusiones basándose en teorías preconcebidas (Alvarez, 2013).

Por estas razones se utilizará una metodología de investigación mixta debido a que la parte cuantitativa presentará datos sobre variables mientras la investigación cualitativa determina fenómenos a partir de la observación del sujeto investigador (Pita Fernández, 2002).

Para llegar al análisis de causa raíz, que este en contraste con la actualidad de los procesos de prototipado de la universidad de Cundinamarca y de otras Universidades se aplicara la metodología 5 m. Que es una investigación de tipo cualitativo donde su objetivo es estructurar 5 variables básicas que giran alrededor de un problema buscando caracterizarlo de la mejor manera, las cinco M son: maquinaria, mano de obra, método, medio ambiente y materia prima. No obstante, se recolecto información mediante un instrumento estructurado (encuesta), buscando establecer características generales de los procesos de prototipado en la universidad de Cundinamarca, adicional caracterizar el estudiante de ingeniería industrial y encontrar oportunidades de mejora frente a los procesos actuales en la UdeC.

Para conseguir este objetivo se buscó se caracterizar los procesos de prototipado con una investigación de tipo mixto, en primera instancia se realiza la recolección de la información mediante una encuesta. Seguido por el análisis cualitativo del método, la mano de obra, materiales, medio ambiente y maquinaria. Este análisis se pudo llevar a cabo mediante la participación en el desarrollo de los procesos de prototipado en la UDEC.

Se realizan instrumentos de recolección de información estructurados (Ver anexo 1), donde el espacio muestral van a ser los estudiantes de la universidad de Cundinamarca, y algunos de otras universidades en Bogotá.

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Selección de la muestra:

Para realizar esta encuesta se definió una muestra teniendo en cuenta la población de estudiantes de la universidad de Cundinamarca extensión Soacha, los datos para escoger mi espacio muestral fueron:

Tabla 1: Datos para determinar tamaño de la muestra

N =	810
Z =	90
P =	10
d =	5

Donde:

N= Total de la población de estudiantes del programa ingeniería industrial

Z= Nivel de seguridad del 90%

P= valor máximo error estándar = proporción esperada (en este caso 10% = 0.1)

d = precisión del estudio (en este caso 5%)

n= Tamaño de la muestra.

Y se aplicó la siguiente formula definiendo el tamaño de la muestra:

Ecuación 1: Formula para determinar el tamaño de la muestra cuando la población es conocida finita.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Arrojando un resultado de 87 encuestas con una seguridad del 90%, y una precisión del estudio del 5%.

Ficha técnica de la encuesta - Tabulación:

Tabla 2: Número total de encuestas. Teniendo en cuenta las universidades encuestadas y el cargo de los usuarios encuestados.

Cuenta de Seleccione su genero	Cargo		Total general
	Docente	Estudiante	
Universidades encuestadas			
Fundación Universitaria Autónoma		1	1
Los libertadores		1	1
Politécnico Gran colombiano		4	4
Remington		3	3
UECCI		1	1
Unitec		2	2
Universidad Antonio Nariño		2	2
Universidad católica		5	5
Universidad Cooperativa de Colombia		1	1
Universidad de Cundinamarca	11	73	84
Universidad de los andes		1	1
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1		1
Universidad Javeriana	4	3	7
Universidad Jorge Tadeo Lozano		9	9
Universidad Nacional	1	26	27
Universidad Piloto de Colombia		8	8
Universidad Santo Tomas		1	1

Universidad Uniminuto		3	3
Total general	17	144	161

La encuesta se aplicó a 161 personas donde el 10,55% son docentes de la UDEC. Y 54,03% son estudiantes de la UDEC. El 35,42% restante son estudiantes y docentes de otras universidades en Bogotá.

6 DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA EL LABORATORIO DE PROTOTIPADO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA, EXTENSIÓN SOACHA

La primera parte de este capítulo refleja la participación de los procesos de prototipado en las diferentes asignaturas de la Universidad de Cundinamarca y la clasificación de prototipos elaborados para la enseñanza y el aprendizaje. Posteriormente se analiza a partir del método 5M las variables que propone el método, para hallar la causa raíz de los problemas de prototipado que se presentan en la universidad. Adicionalmente, se presenta una comparación del análisis 5M entre las diferentes universidades a nivel nacional que ofrecen el programa profesional de ingeniería industrial, para proponer mejoras en los procesos de prototipado en el programa de ingeniería industrial. Finalmente se presenta la propuesta de laboratorio para afianzar los procesos de prototipado en la Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha.

6.1 CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO EN LAS ASIGNATURAS DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA, EXTENSIÓN SOACHA.

Para la caracterización de los procesos de prototipado en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se realizó una encuesta a los estudiantes y docentes de la Universidad para identificar las asignaturas en donde se elaboran prototipos y determinar los tipos de prototipado que desarrollan los estudiantes de ingeniería industrial.

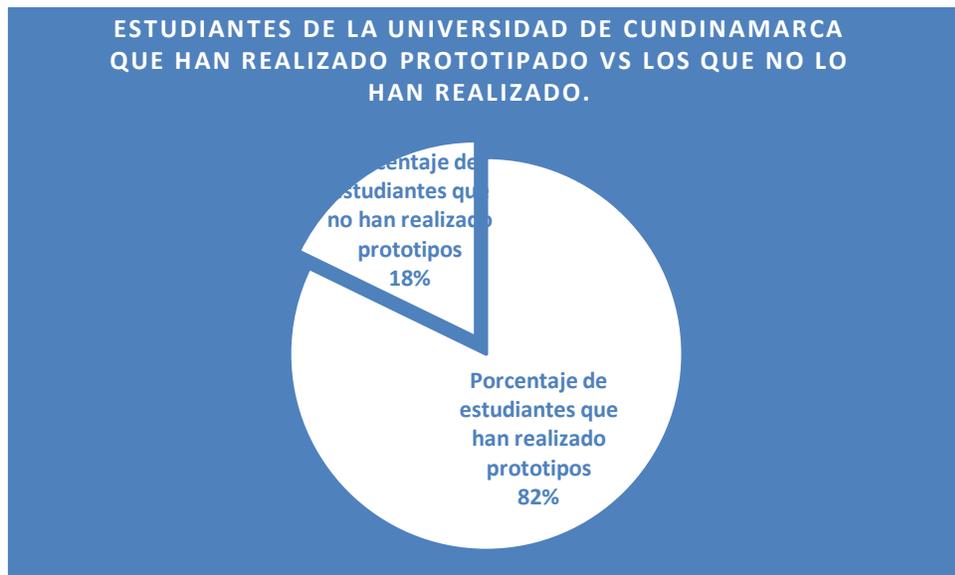


Ilustración 1: Estudiantes de la universidad de Cundinamarca que han realizado prototipado vs los que no lo han realizado.

Hallazgo numero 1:

Se evidencia que del 100% de los estudiantes encuestados el 82,2% si han realizado prototipos, mientras 17,8% no han realizado ningún tipo de prototipado

durante su formación como profesional, la mayoría de los tipos de prototipos realizados han sido maquetas con 29.16% de participación con respecto a los otros tipos de prototipos.

En el siguiente gráfico se muestran las asignaturas en las cuales se desarrollan prototipos tanto en la Universidad de Cundinamarca (que se encuentran dentro de la franja de color azul), como asignaturas de ingeniería industrial de otras Universidades.

Tabla 3: Materias las cuales desarrollan prototipos en sus núcleos temáticos vs clases de prototipos que desarrollan.

Asignaturas de Ingeniería Industrial	Maquetas espacios	Modelados 3d	Planos	Prototipos Productos funcionales	Simulaciones	Total
Contabilidad, financiera.						2
Dibujo técnico	17	9	16	2		44
Diseño de plantas	3		2			5
Física					1	1
Ingeniería Concurrente	2	2	5			9
Ingeniería de métodos	3	2	4	1	5	15
Ingeniería de producción		1	2		4	7
Simulación	1	1				2

Electiva de Electrónica y Automatización Universidad de los Andes		2				2
Diseño Industrial – desarrollo de producto. Escuela de Ingenieros	9	5	18	1	1	34
Total	29	15	29	3	10	86

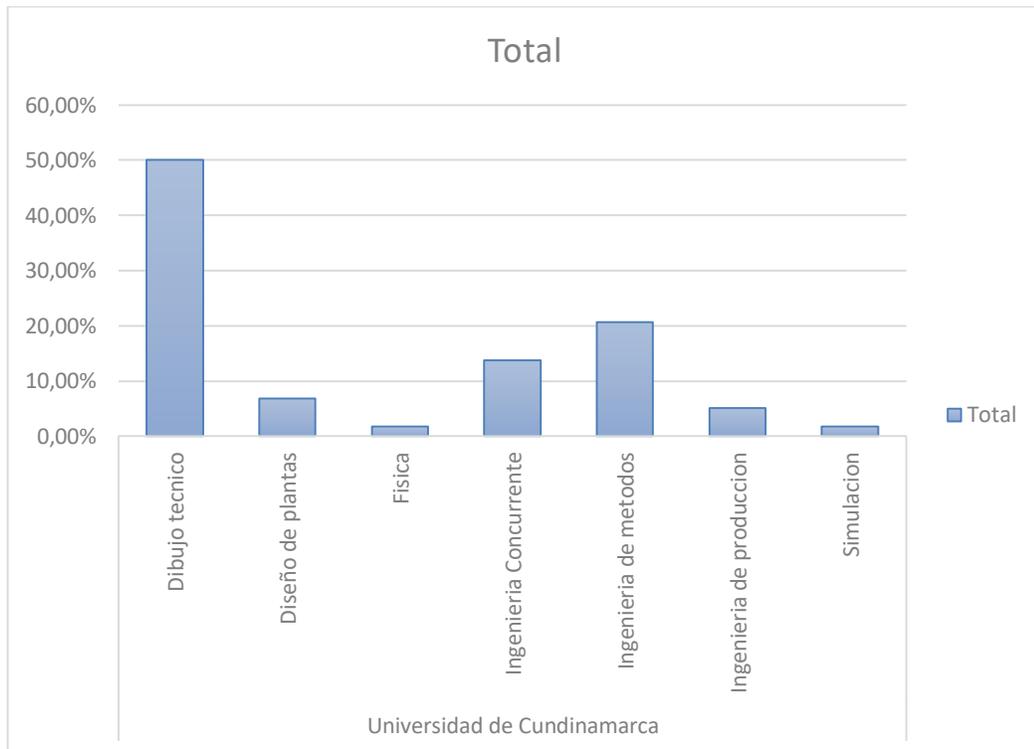


Ilustración 2: Participación de materias que utilizan el prototipado como método de enseñanza

Hallazgo numero 2:

En la tabla número 4, se observa que en las asignaturas donde más se desarrollan prototipos son Dibujo técnico e ingeniería de métodos con el 36,97% y el 17,24% respectivamente. del total de todos los prototipos desarrollados en la Universidad de Cundinamarca (sombra azul tabla 4). Elaborando prototipos tipo maquetas con un 38,63% del total general elaborado en toda la Universidad.

Del 100% de los prototipos desarrollados en la UdeC, los tipos de prototipos que más se realizan son: planos con un 34,18% del total, seguido por maquetas con un 29,11% y modelados con un 18,99% del total de prototipos elaborados en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

Hallazgo numero 3:

Materias como ingeniería de métodos, ingeniería concurrente, ingeniería de la producción, diseño de plantas, simulación. Constituyen el 24% del total de las asignaturas vistas en la formación del ingeniero industrial de la UdeC. Algunas de ellas son consideradas materias de ciencias básicas, como Física y Dibujo técnico. Asimismo, están las materias como ingeniería de métodos, e ingeniería de la producción que son materias básicas de ingeniería. Del mismo modo ingeniería concurrente, administración y control de la producción, diseño de plantas. Son materias de ingeniería aplicada. Adicional que son base fundamental del ingeniero en formación, y en todas ellas se desarrollan métodos de prototipado. En la tabla 4, se evidencia que estas asignaturas también desarrollan prototipos con el 25,46%

del total de prototipos desarrollados en la UdeC, acudiendo al prototipado como herramienta de enseñanza.

Ahora bien, el desarrollo de prototipos en la formación del ingeniero industrial es fundamental para cumplir con la misión del programa ingeniería industrial, que dice: “utilizar adecuadamente la ingeniería y las herramientas más modernas tecnológicamente, a fin de gestionar y optimizar procesos de productividad y desarrollo humano en las organizaciones” (Cundinamarca, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA COLOMBIA., 2018). Para desarrollar las competencias relacionadas a la optimización de la productividad y el desarrollo de las organizaciones. El prototipado se vuelve una herramienta básica en la consecución de dicho objetivo. Ya que brinda la oportunidad a los estudiantes de aprender mediante la práctica de su ejercicio profesional.

6.1.1 ANÁLISIS DE LA VARIABLES DEL MÉTODO 5M SOBRE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA, EXTENSIÓN SOACHA

En la siguiente grafica se muestra una tabla comparativa donde busca caracterizar los procesos de prototipado teniendo en cuenta cinco variables. Las cuales son: Mano de obra, medio ambiente, método, materias primas y maquinaria.

Tabla 4: Tabla comparativa para caracterizar el proceso de prototipado en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha

COMPONENTE.	SITUACION REAL, ¿Cómo se está haciendo en la vida real?	Evidencia fotográfica.
MANO DE OBRA.	La universidad de Cundinamarca extensión Soacha, en la carrera de Ingeniería industrial cuenta con 824 estudiantes con 24 profesores de ingeniería y 6 de ciencias básicas, Adicional, las personas que elaboran los prototipos son estudiantes de ingeniería Industrial.	 <p data-bbox="961 1276 1458 1360">Ilustración 3: Evidencia fotográfica de la mano de obra en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.</p>

<p>METODO.</p>	<p>La metodología que aplica el docente, buscando desarrollar en los estudiantes habilidades como manejo de herramientas y construcción de objetos a partir de ideas abstractas. se consigue mediante el desarrollo de prototipos, y la interacción del estudiante con la práctica en la ejecución de los mismos en la realidad.</p>	 <p>Ilustración 4: Laboratorio Has-200</p>
<p>MAQUINARIA Y EQUIPOS.</p>	<p>La Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, cuenta con el laboratorio HAS-200, un laboratorio que simula y reproduce una planta de producción en su totalidad. Adicional, este laboratorio es el más completo de Colombia cuenta con</p>	 <p>Ilustración 5: Laboratorio Has-200 Universidad de Cundinamarca.</p>

	<p>10 de 12 estaciones de trabajo faltando solamente la estación de abastecimiento y de almacén horizontal. Sin embargo, se presenta una oportunidad de mejora en el tema de manejo de herramientas tales como: Equipos de soldadura MIG, TIG, soldadura de arco, sierras, taladro de banco, extrusora, esmeriles de banco, cizalla, fundición, laminación, herramientas manuales. Que son pieza fundamental en el desarrollo de prácticas para el desarrollo de prototipos relacionados a plantas de tipo manufacturero.</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

<p>MEDIO AMBIENTE.</p>	<p>En las salas de Dibujo Técnico, se cuenta con la iluminación adecuada, un área de 97,2 mts cuadrados, con 26 mesas y 30 sillas. Adicional, se cuenta con espacios para desarrollar pruebas físico químicas como lo son los laboratorios de Física y Química, cuenta también con salas de Audiovisuales que permiten a los estudiantes y docentes realizar sustentaciones de manera asertiva, sin dejar de lado la Biblioteca estudiantil, las salas de informática, y el laboratorio Profesor Siglo 21, que permite incursionar en las nuevas técnicas de innovación que ofrecen las TIC`S.</p>	 <p>Ilustración 6: Evidencia fotográfica del laboratorio profesor del siglo 21.</p>
-------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

MATERIALES PRIMAS INSUMOS.	La universidad de Cundinamarca extensión Soacha, en muchas ocasiones exige a sus estudiantes la elaboración de prototipos. Estos a su vez exigen materiales como: cartón paja, balzo, silicona, madera.	 <p>Ilustración 7: Evidencia fotográfica de los laboratorios en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.</p>
-------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hallazgo numero 6:

Los estudiantes de ingeniería industrial desarrollan tipos de prototipos representados en productos, envases, modelos, entre otros objetos que ayudan a la comprensión de las temáticas. En materias como diseño de planta e ingeniería concurrente los docentes exigen una simulación de la planta de producción, teniendo en cuenta parámetros dados en clase. Adicional es necesario llevar estos conocimientos a la práctica porque estas materias son de ingeniería aplicada, y sirven como método de enseñanza de dichas asignaturas. A continuación, se ejemplifica algunos de los prototipos desarrollados por los estudiantes de ingeniería Industrial de la Universidad de Cundinamarca.



Ilustración 8: Prototipo de mesa estudiantes de ingeniería industrial en formación.



Ilustración 9: Prototipo de juego de alcoba estudiantes ingeniería industrial extensión Soacha.

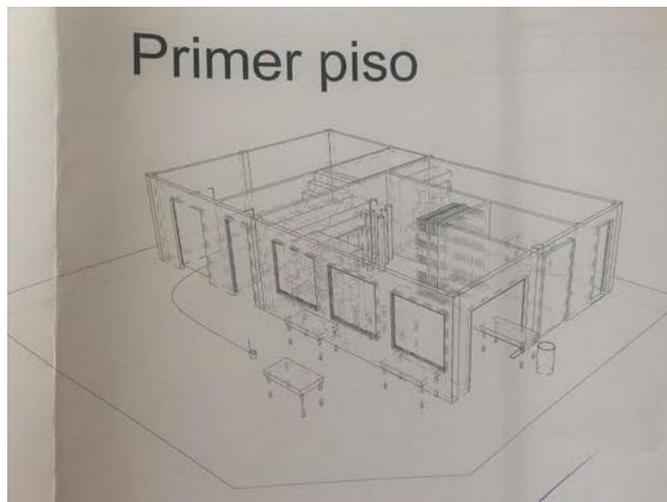


Ilustración 10: Plano primer piso planta de producción.

Cabe añadir que el desarrollo de estos prototipos fortalece en los estudiantes de ingeniería industrial su capacidad de innovación, resolución de problemas complejos, pensamiento crítico, trabajo en equipo, plasticidad al momento de desarrollar objetos. Adicional el desarrollo de prototipos con materiales básicos como cartón, balzo y utilizando herramientas como bisturí, y colbon ayuda a los estudiantes a simular un proceso productivo desde diseño del producto, hasta elaboración y disposición final del mismo. Adicional, que estas habilidades son esenciales en el ejercicio profesional del ingeniero industrial, por el campo de acción laboral en el cual se desempeña.

6.2 CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO EN LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, ESCUELA DE INGENIEROS JULIO GARAVITO Y UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA.

Resultados del análisis de los diferentes procesos de prototipado que se utilizan en otras universidades como: universidad de los Andes, escuela de ingenieros Julio Garavito, universidad católica de Colombia, para establecer las características tecnológicas y metodológicas con relación a los procesos de prototipado.

Tabla comparativa para establecer las características tecnológicas y metodológicas con relación a los procesos de prototipado laboratorios que tiene la Universidad de los Andes:

Tabla 5: Universidad de los Andes tabla comparativa; (Universidad de los Andes, 2018)

COMPONENTE.	SITUACION REAL, ¿Cómo se está haciendo en la vida real?	Evidencia fotográfica.
MANO DE OBRA.	Existen universidades en Bogotá, como lo es la universidad de los andes. Donde los estudiantes desarrollan prototipos y diseños CAD, de alta fidelidad, gracias a las herramientas que la academia les brinda.	 <p data-bbox="967 1612 1433 1671">Ilustración 11: laboratorio de interacción robótica universidad de los andes</p>

	<p>Miembros de toda la universidad (doctorado, maestría y pregrado) de Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Sistemas y Computación, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, industrial, en esta universidad las ingenierías están articuladas y se logran desarrollar objetos funcionales para la sociedad. Con aplicaciones en Medicina, Diseño, Toma de decisiones, entretenimiento y entrenamiento.</p>	
<p>METODO.</p>	<p>En la universidad de los andes, la institución brinda los medios para que el estudiante pueda explorar nuevos proyectos, y prototipos de alta fidelidad, mejorando la calidad y aplicación de los</p>	 <p>Ilustración 12: laboratorio de manufactura universidad de los andes</p>

	mismos. (Universidad de los Andes, 2018)	
MAQUINARIA Y EQUIPOS.	En estos laboratorios existen equipos de visualización inmersiva (exploración de entornos virtuales), realidad virtual, interfaces hombre máquina, procesamiento de imágenes, robótica y control. Cuenta con equipos de última tecnología en conectividad, computación, visualización, robótica e interacción.	 <p>Ilustración 13: laboratorio de materiales universidad de los andes</p>
MEDIO AMBIENTE.	Existe un espacio especialmente diseñado para la experimentación en disciplinas, como ingeniería, economía, diseño, y ciencias aplicadas. Cuenta con 250 metros cuadrados una altura	 <p>Ilustración 14: laboratorio de Dinámica universidad de los andes.</p>

	de 8 metros, que busca la interacción entre disciplinas, para mejorar la toma de decisiones.	
MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.	Estos tipos de laboratorio cuentan con la infraestructura para desarrollar métodos de caracterización de termoplásticos, elastómeros, compuestos para empaques de productos.	 <p>Ilustración 15: laboratorio de plásticos universidad de los andes</p>

Hallazgo número 1, características de los laboratorios Universidad de los Andes

En la Universidad de los Andes los proyectos son multidisciplinares, es decir, se unen varias facultades para desarrollar proyectos que tengan impacto a nivel sociedad. Ejemplo de esto tenemos la impresora 3D que busca elaborar objetos de alta fidelidad con materiales caseros como el azúcar por el método de superposición de capas (TECNÓSFERA, 2018). Adicional en los proyectos no solo trabajan estudiantes de pregrado, sino que estudiantes de maestría y hasta de doctorado trabajan constantemente en la elaboración que tengan impacto a nivel social.

Hallazgo número 2, características de los laboratorios universidad de los andes

La Universidad de los Andes cuenta con infraestructura, materiales y equipos suficientes para desarrollar prácticas de los estudiantes tanto de pregrado como de post grado. Además, cuenta con el espacio y la capacidad instalada para elaborar proyectos que simulen la realidad como: interfaces hombre-máquina, visualización inmersiva, equipos para la simulación robótica, entre otros, que fortalecen las competencias de los ingenieros en el ámbito de producción.

Tabla comparativa para establecer las características tecnológicas y metodológicas con relación a los procesos de prototipado laboratorios que tiene la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Tabla 6: Tabla comparativa de las características tecnológicas y metodológicas con relación a los procesos de prototipado laboratorios que tiene la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (Escuela de Ingenieros Julio Garavito, 2018).

COMPONENTE.	SITUACION REAL, ¿Cómo se está haciendo en la vida real?	Evidencia fotográfica.
MANO DE OBRA.	En este laboratorio se cuenta con recursos que permiten al estudiante desarrollar un amplio criterio en la selección de materiales y tecnología para el desarrollo de productos de calidad, y en la gestión de plantas de producción de bienes manufacturados.	 <p data-bbox="967 1276 1419 1329">Ilustración 16: laboratorio de manufactura universidad Julio Garavito.</p>

<p>METODO.</p>	<p>Esta área, a través del arranque (torneado, fresado, esmerilado, taladrado, electroerosión) o conformado de material (inyección, soldadura, fundición, estere litografía), permite al estudiante generar un criterio amplio en la selección y aplicación de la tecnología para el desarrollo de productos de calidad y la gestión de la planta de producción de bienes manufacturados.</p>	 <p>Ilustración 17: Laboratorio de materiales, universidad Julio Garavito.</p>
<p>MAQUINARIA Y EQUIPOS.</p>	<p>Tornos, fresadoras, taladros de árbol, equipos de soldadura MIG, TIG, soldadura de arco, oxi-acetileno y resistencia, sierra de cinta continua, inyectora, taladro de banco, extrusora, esmeriles de banco, cizalla, fundición,</p>	 <p>Ilustración 18: laboratorio de manufactura universidad Julio Garavito.</p>

	<p>laminación, herramientas manuales para el desarrollo de prácticas y proyectos aplicados, fresadora CNC Didáctica, torno Paralelo CNC Didáctico, Centro de Mecanizado Industrial CNC.</p>	
<p>MEDIO AMBIENTE.</p>	<p>Dentro de este laboratorio se encuentran las siguientes áreas:</p> <p>Área de Fundición</p> <p>Área de Metalmecánica</p> <p>Área de Metrología</p> <p>Área de CNC</p> <p>Área de Soldadura</p> <p>Área de Procesamiento de Polímeros</p>	 <p>Ilustración 19: laboratorio de prototipado universidad Julio Garavito.</p>

<p>MATERIALES PRIMAS E INSUMOS.</p>	<p>Se cuenta con software especializado CAD/CAM, equipos CNC, Scanner 3D y un equipo para prototipado rápido. Adicionalmente, goza de un espacio adecuado llamado Almacén, en donde se concentra el almacenamiento de todos los equipos y están los cubículos de trabajo de los auxiliares de laboratorio.</p>	 <p>Ilustración 20: laboratorio de diseño asistido por computador universidad Julio Garavito.</p>
----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hallazgo número 1, características de los laboratorios universidad escuela de ingenieros Julio Garavito:

En este laboratorio se cuenta con los recursos que permiten al estudiante desarrollar un criterio amplio en la selección de materiales y tecnología para el desarrollo de productos de calidad (Escuela de Ingenieros Julio Garavito, 2018), y en la gestión de plantas de producción de bienes manufacturados. Sin dejar de lado la parte seguridad y salud en el trabajo, queda en evidencia el uso de los elementos de protección personal por parte de los estudiantes.

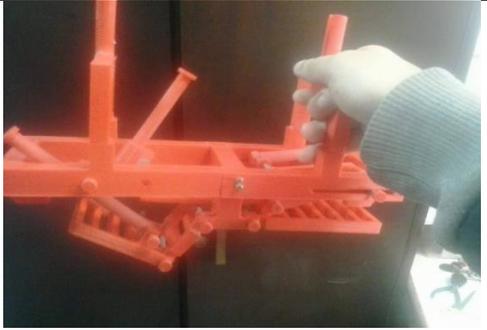
Hallazgo número 2, características de los laboratorios universidad escuela de ingenieros Julio Garavito:

Esta universidad cuenta con un laboratorio donde dispone de maquinaria como: Torno, fresadora, taladro de árbol, esmeril, equipos de soldadura, y manufactura por adición, o sustracción. Desarrollando en el estudiante la competencia de saber escoger que tecnología usar y en qué momento usarla. Asimismo, fomentan el desarrollo de las habilidades que necesita el ingeniero para su uso laboral en la planta manufacturera. Sin dejar de lado la capacidad de desarrollar modelos asistidos por computador para después poderlos pasar a la realidad por medio de procesos de mecanizado.

Tabla comparativa para establecer las características tecnológicas y metodológicas con relación a los procesos de prototipado laboratorios que tienen (Universidad Católica de Colombia).

COMPONENTE.	SITUACION REAL, ¿Cómo se está haciendo en la vida real?	Evidencia fotográfica.
MANO DE OBRA.	En este laboratorio se cuenta con mano de obra experta en Ergonomía, Control de Calidad y Gestión Metrológica, adicional cuenta con análisis de puestos de trabajo.	 <p data-bbox="967 1062 1451 1115">Ilustración 21: laboratorio de materiales universidad católica de Colombia.</p>
METODO.	El Laboratorio de Ergonomía, Control de Calidad y Electrotecnia ha sido concebido para ilustrar los principios físicos que hacen del movimiento y transporte de la electricidad en pro de investigación del desarrollo de nuevos productos, y en especial de la Ingeniería.	 <p data-bbox="967 1543 1451 1596">Ilustración 22: laboratorio de manufactura aditiva Universidad Católica de Colombia.</p>

<p>MAQUINARIA Y EQUIPOS.</p>	<p>La universidad católica cuenta con equipos como: Cronómetros, Arma todos, Legos, Flexómetros, Decámetros, Reglas metálicas, Extintores, Banda transportadora, Tableros de circuitos, Amperímetros.</p>	 <p>Ilustración 23: laboratorio de métodos y tiempos universidad católica de Colombia.</p>
<p>MEDIO AMBIENTE.</p>	<p>Este laboratorio cuenta con área de espacio físico de 40 m², para el desarrollo de las siguientes prácticas:</p> <p style="padding-left: 40px;">Identificación, valoración y control de riesgo</p> <p style="padding-left: 40px;">Estudio de materiales y prototipos.</p>	 <p>Ilustración 24: laboratorio de materiales universidad católica de Colombia.</p>

<p>MATERIALES PRIMAS E INSUMOS.</p>	<p>El laboratorio cuenta con un sistema de fotoelasticidad que permite medir esfuerzos y deformaciones en materiales, plásticos, hierros entre otros.</p>	 <p>Ilustración 25: Prototipo puente laboratorio de prototipado</p>
----------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Hallazgo número 1, características de los laboratorios universidad católica de Colombia:

En este laboratorio se hace énfasis principalmente en los temas de ergonomía y gestión de la calidad. Donde cuenta con equipos como: Cronómetros, arma todos, fluxómetros, decámetros, reglas metálicas, extintores, luxómetro y decibelímetros. Equipos que principalmente buscan desarrollar en el estudiante de ingeniería competencias basadas en la implementación de sistemas de gestión, basados en la calidad, la salud ocupacional y el medio ambiente. Asimismo, para el desarrollo de sus prototipos la universidad busca fomentar la calidad por medio de la gestión y verificación de los materiales necesarios para la elaboración del mismo.

6.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE PROTOTIPADO DE LAS UNIVERSIDADES ESTUDIADAS PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE: MANO DE OBRA, MÉTODO, MEDIO AMBIENTE, MATERIAS PRIMAS, MAQUINARIA QUE SE REQUIERE PARA EL DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PROTOTIPADO EN LA UDEC.

El laboratorio de prototipado.

El laboratorio de prototipado es un espacio diseñado para desarrollar diferentes tipos de prototipos, como lo son: de alta y baja fidelidad, prototipos rápidos, prototipos reutilizables y modulares, entre otros. La función principal de estos laboratorios es obtener de manera rápida y exacta objetos o productos antes de ser lanzados a la producción, buscando evaluar características como: Forma, tamaño, color, precio, relación costo-beneficio, tanto para el consumidor como para el empleador, así como también procesos productivos, planificación de producción, análisis de mano de obra, presupuestos y costos reales.

Los laboratorios de prototipado en la industria se fundamentan en la creación de diversos productos, por ello deben con múltiples áreas. Las áreas básicas que debe tener el mismo son: Área de desarrollo de prototipos por manufactura, área de desarrollo de prototipos por adición de material, área de desarrollo de prototipos por sustracción de material y área de modelado en 3D (CAD). Empresas de tecnología como Apple (Applesfera, 2017), Samsung y Microsoft, cuentan con estas áreas dentro de su laboratorio de prototipado.

El laboratorio de prototipado en la academia colombiana.

De igual modo, la academia en Colombia también cuenta con laboratorios de prototipado. Sin embargo, estos no están en un solo espacio, sino que se encuentran repartidos en diferentes aulas, por ejemplo: se encuentra la Universidad de los Andes, que tiene más de 10 aulas de laboratorio para desarrollar sus prototipos, o la Escuela de Ingenieros Julio Garavito, que cuenta con más de 5 aulas para el desarrollo general de prototipos. Aunque estas universidades son líderes en la formación de profesionales, no cuentan con una sola aula que tenga las cuatro áreas necesarias para constituir el laboratorio de prototipado.

En estas universidades utilizan las aulas de enseñanza como áreas de interacción multidisciplinar. En otros términos, se reúnen, ingenieros de diferentes disciplinas como son: Mecánicos, industriales, electrónicos, eléctricos, adicional se unen otras áreas del conocimiento como lo es la medicina y aprovechando el conocimiento de todas estas disciplinas se desarrollan macro proyectos, que son de alto impacto para el desarrollo de la sociedad.

El laboratorio de prototipado en la Universidad de Cundinamarca.

En la Universidad de Cundinamarca se desarrollan prototipos de diversa índole, como: Planos, modelados, maquetas, y simulaciones. Adicional el 69,05% de los estudiantes encuestados han realizado prototipos. Mientras que el 100% de los docentes encuestados en algún momento de su formación también realizaron prototipos. Del mismo modo los docentes de la Universidad de Cundinamarca basan sus cátedras en la realización de prototipos, porque lo consideran una herramienta

pedagogía apropiada para desarrollar las competencias pertinentes al ingeniero industrial en formación.

Sin embargo, la universidad de Cundinamarca no cuenta con un espacio óptimo para el desarrollo de prototipos. Cuenta con un área de 97 metros cuadrados, 32 mesas de dibujo y 35 sillas, con 2 tableros y un televisor de 50 pulgadas para realizar las cátedras de Dibujo Técnico. Adicional, existen asignaturas de ciencias básicas (Física, termodinámica, procesos industriales), básicas de ingeniería (operativa 1, operativa 2, ingeniería de métodos, administración organizacional, entre otras), e ingeniería aplicada (Diseño de plantas, administración y control de la producción, ingeniería de la producción, gestión de la calidad, ingeniería concurrente), donde los docentes utilizan el prototipado como método de enseñanza de la ingeniería y deja al descubierto que no existe una interacción entre áreas. Por el contrario, la mayoría de estas asignaturas trabajan de manera aislada, y esto sucede por la falta de un aula que las reúna a todas y en la cual se puedan desarrollar practicas con alta aplicación a la realidad.

A continuación, se presenta la comparación de cada una de las variables del método 5M centre las diferentes universidades.

6.3.1 CARACTERÍSTICAS DE MEDIO AMBIENTE

Tabla comparativa del medio ambiente de los procesos de prototipado en Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.

Tabla 7: Tabla comparativa del medio ambiente de Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.

	Universidad de Cundinamarca	Universidad de los Andes	Escuela de Ingenieros Julio Garavito	Universidad Católica
MEDIO AMBIENTE	La Universidad de Cundinamarca cuenta con un espacio de 5500 metros cuadrados, donde está el laboratorio HAS-200, que simula un proceso productivo en su totalidad, el laboratorio	Espacio 250 metros cuadrados una altura de 8 metros, que busca la interacción entre disciplinas, para mejorar la toma de decisiones.	Área de Fundición Área de Metalmecánica Área de Metrología Área de CNC Área de Soldadura Área de Procesamiento de Polímeros.	Este laboratorio cuenta con área de espacio físico de 40 m2, para el desarrollo de las siguientes prácticas: Identificación, valoración y

	profesor del siglo 21 que permite incursionar en las nuevas herramientas de aprendizaje que ofrecen las TIC`s, sin dejar de lado las salas de audiovisuales e informática, laboratorios de Física y Química.			control de riesgo Estudio de materiales y prototipos.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--------------------------------------------------------------

Analizando la tabla número 11, se evidencia que, aunque la Universidad de Cundinamarca cuenta con tecnología de punta para enseñar temáticas sobre producción (laboratorio HAS-200), se pueden optimizar estos procesos mediante la implementación de un espacio con áreas delimitadas de manufactura convencional, manufactura aditiva, manufactura sustractiva, modelado y prototipado rápido.

Se debe colocar la ruteadora CNC y la impresora 3D, cerca al área de modelado porque los equipos deben enviar ordenes de parametrización y diseño a estas máquinas, además debe haber estudiantes vigilando constantemente estos procesos.

El laboratorio de prototipado debe contar con Lockers para el cambio de estudiantes y docentes buscando cumplir con las normas de seguridad y salud en el trabajo. Adicional debe brindar fases de corriente con salidas a 220 Voltios, y 110 Voltios respectivamente reguladas, para el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos. Adicional debe contar con los elementos de seguridad en caso de emergencia como son extintor, botiquín y camilla. Y un punto ecológico, familiarizando al estudiante con la clasificación de los desechos. El laboratorio debe tener buena iluminación para el desarrollo de prácticas eficientes y seguras.

En la universidad de Cundinamarca se cuenta con un espacio ubicado en el tercer piso del bloque D, que cuenta con un área de 95,47 mts cuadrados, un lugar apropiado para ubicar el taller de prototipado ya que cuenta con la luz suficiente, además de estar ubicado sobre el salón de Dibujo técnico Actual.

6.3.2 CARACTERÍSTICAS DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

Para el buen funcionamiento del laboratorio de prototipado es necesario que este cuente con una serie de equipos y herramientas que los estudiantes y docentes de ingeniería industrial de la universidad de Cundinamarca consideran necesarios, la tabla 9, menciona cuales son estos elementos:

Tabla 8: Herramientas que los estudiantes y docentes consideran necesarias para su formación como profesional.

Herramientas que los estudiantes consideran necesarias para su formación como profesional	Cargo.		
	Docente	Estudiante	Total
¿Qué herramientas considera necesarias para el desarrollo de diseños, prototipos, modelos, (Menciónelas)?			
Aulas digitales	1	4	5
Aulas sistematizadas con impresoras de tres D, 3D.	2	32	36
Computadores última tecnología, cartulinas, cartón, herramientas básicas, metros, escuadras, atornilladores, prensas.	1	11	12
Laboratorio de diseño		1	1
Software especializado	4	13	17
Taladro de árbol, mesa de dibujo, software de diseño, prensas, juegos de bisturí, hojas, lápices.	2	12	12
Taller con aulas totalmente tecnificadas	1		1
Total	11	73	84

Herramientas que estudiantes de la UdeC consideran necesarias para su formación.

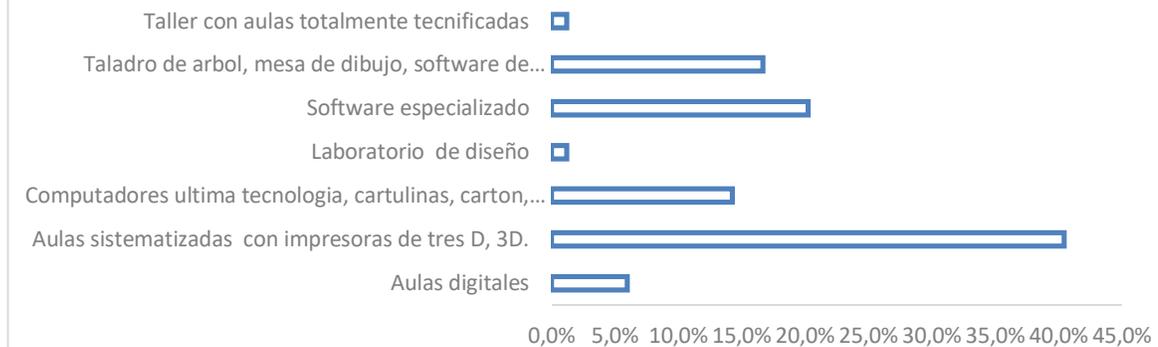


Ilustración 26: Herramientas que estudiantes de la UdeC consideran necesarias para su formación.

En primer lugar, con el 42,85 de los encuestados exigen aulas sistematizadas con impresoras 3D, seguido por software especializado y maquinas herramientas como lo son: Taladro de árbol, mesa de dibujo, software de diseño, prensas, juegos de Bisturí, hojas, lápices con un 20% y 14,28% respectivamente.

Tabla comparativa de la maquinaria y equipos utilizados en la Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica

Tabla 9: Tabla comparativa de la maquinaria y equipos Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.

	Universidad de Cundinamarca	Universidad de los Andes	Escuela de Ingenieros Julio Garavito	Universidad Católica
MAQUINARIA Y EQUIPOS	Se cuenta con el laboratorio de producción HAS-200, con tecnología de punta en cuanto a actuadores, PLC, sensores, entre otros. Laboratorio Profesor de siglo 21, permite interactuar con tecnologías de la información y la comunicación.	Equipos de visualización inmersiva realidad virtual, interfaces hombre máquina, procesamiento de imágenes, robótica y control. Tecnologías en conectividad, computación, visualización, robótica e interacción.	Tornos, fresadoras, taladros de árbol, equipos de soldadura, sierra de cinta continua, taladro de banco, esmeriles de banco, cizalla, herramientas manuales para el desarrollo de prácticas y proyectos aplicados, fresadora CNC	Cronómetros, Arma todos, Legos, Flexómetros, Decímetros, Reglas Metálicas, Extintores, Banda transportadora, Tableros de circuitos, Amperímetros

			Didáctica, torno Paralelo CNC Didáctico,	
--	--	--	------------------------------------------------------	--

Analizando la tabla número 10, se concluye que para optimizar los procesos de enseñanza sobre la producción en la Universidad de Cundinamarca se sugiere adquirir los siguientes equipos, herramientas y maquinaria para ser competitivo y dar un plus adicional, frente a los otros laboratorios de otras Universidades en Colombia, estos elementos son:

- Mesas para desarrollar prototipos de diferentes materiales, es decir mesa para madera, para cartón o papel, mesa para realizar cortes con herramientas manuales y otra mesa para realizar análisis manuales de otros prototipos y ensamblajes.

Total: 4 mesas.

- Es necesario contar con equipos de cómputo capaces de crear interfaces hombre máquina, es decir, con software especializado capaz de procesar imágenes, alimentar sistemas robóticos, y tecnologías capaces de conectarse a una máquina y enviar ordenes previamente prescriptas por el usuario (Solid Works, Auto CAD, Rhinoceros). Teniendo en cuenta este análisis es necesario que los equipos de cómputo tengan las siguientes características:

- Computador portátil, por su capacidad de movilidad dentro de todo el laboratorio.
- Con una unidad de procesamiento de 7 núcleos, por la capacidad de crear ambientes de realidad virtual que son esenciales en el desarrollo de las prácticas sobre diseño y creación de productos.
- Memoria RAM de 8 GB, por la demanda de desempeño que requieren algunos softwares de diseño.
- Disco duro de 1 TB, es necesario que cuente con gran capacidad de memoria interna, por el software y archivos que debe almacenar.

Teniendo en cuenta el número de estudiantes por asignatura que es alrededor de 25, se decide que el laboratorio debe contar con 2 equipos de cómputo, ya que 1 de ellos alimentaría la impresora 3D y otro estaría vinculado a la ruteadora CNC.

Total: 2 equipos.

- Para el desarrollo de prácticas relacionadas a materias de Ingeniería aplicada es necesario que el laboratorio cuente con Maquinas herramientas que simulen el proceso productivo de una planta de manufactura, desarrollando en el estudiante la competencia de seleccionar los materiales y procedimientos adecuados para la gestión de la planta manufactura. Por esta razón es necesario que el laboratorio cuente con máquinas

herramientas básicas, para el desarrollo de prácticas académicas por esta razón se define que la maquinaria y equipos necesarios son:

- Torno paralelo distancia entre puntos 1,5 metros.
- Fresadora con bancada 254x1270mm.
- Esmeril de 34 H.P.
- Taladro de Árbol 34 HP.
- Impresora 3D, 225 x 145 x 150 mm, se escoge este tipo de impresora 3D por el tamaño de las piezas a elaborar durante las prácticas en la Universidad.
- Ruteadora CNC, 450 mm x 390 mm x 85 mm. Por especificaciones de las piezas a realizar.
- Prensa de mesa 350x100 mm.
- Banco de herramientas, debe contar con herramientas manuales de corte como son: segueta, serrucho, bisturí, tijeras. Y herramientas de medición, Cronómetros, Arma todos, Legos, Flexómetros, Decímetros, Reglas Metálicas, Extintores, Banda transportadora, Tableros de circuitos, Amperímetros. Todo esto para facilitar el desarrollo de las practicas por parte de docentes y estudiantes.

Total:

1 Torno paralelo.

1 Esmeril.

1 Taladro de Árbol

1 Impresora 3D

2 Prensas de mesa.

1 Banco de herramientas.

6.3.3 CARACTERISTICAS DE MANO DE OBRA

Tabla comparativa de la mano de obra relacionada a los procesos de prototipado en la Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica

Tabla 10: Tabla comparativa de la mano de obra Universidad de Cundinamarca versus Universidad de Cundinamarca, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.

	Universidad de Cundinamarca	Universidad de los Andes	Escuela de Ingenieros Julio Garavito	Universidad Católica
MANO DE OBRA	24 Profesores de ingeniería, 6 de ciencias básicas y 824 estudiantes. Fortaleciendo temáticas de producción y gestión de la calidad.	Miembros de toda la universidad (doctorado, maestría y pregrado).	El estudiante desarrolla un amplio criterio en la selección de materiales y tecnología para el desarrollo de productos de calidad. Adicional en la gestión de plantas de producción de bienes manufacturados.	En este laboratorio se cuenta con mano de obra experta en Ergonomía, Control de Calidad y Gestión Metrológica.

Realizando el análisis de la mano de obra de la Universidad de Cundinamarca versus otras Universidades se concluye que en el laboratorio de prototipado es necesario un docente que supervise las prácticas que se llevaran a cabo al interior de este. Adicional, en caso de implementar este laboratorio puede tener la capacidad para recibir miembros de toda la Universidad en todos los niveles (Pregrado, maestría y doctorado), buscando desarrollar en ellos un amplio criterio sobre la selección de materiales y tecnologías para realizar productos de calidad.

Todas las personas que realicen alguna práctica o ejercicio dentro del taller deben contar con elementos de protección personal, los cuales son: overol, tapa oídos, gafas de seguridad, guantes si lo requiere, botas con puntera de acero.

6.3.4 CARACTERISTICAS DE MATERIAS PRIMAS:

Tabla 11: Tabla comparativa de materias primas de los procesos de prototipado en la Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.

	Universidad de Cundinamarca	Universidad de los Andes	Escuela de Ingenieros Julio Garavito	Universidad Católica
MATERIAS PRIMAS.	En muchas ocasiones exige a sus estudiantes la elaboración de prototipos. Estos a su vez exigen materiales como: cartón paja, balzo, silicona, madera.	Termoplásticos, elastómeros, compuestos para empaques de productos.	Espacio adecuado llamado Almacén, en donde se concentra el almacenamiento de todos los equipos y materiales necesarios.	El laboratorio cuenta con un sistema de fotoelasticidad que permite medir esfuerzos y deformaciones en materiales, plásticos, hierros entre otros.

Analizando la tabla número 12, se evidencia una oportunidad de mejora en cuanto al manejo de materiales por esta razón es necesario que en caso de implementar el laboratorio de prototipado, la Universidad de Cundinamarca cuente con un banco de materiales compuesto de una estantería que funcione como almacén de materias primas que le facilite al estudiante el desarrollo de sus prácticas desde la parte de abastecimiento de materiales. Esta estantería debe contar con materiales básicos

como son: Bujes de metal y madera, láminas de diferentes calibres. Y materiales como cartón, papel, silicona entre otros materiales que permitan desarrollar prácticas de manera efectiva.

6.3.5 CARACTERÍSTICAS DE METODO:

Tabla comparativa del método de prototipado en la Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los Andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.

Tabla 12: Tabla comparativa del método de la Universidad de Cundinamarca versus Universidad de los Andes, Escuela de Ingenieros Julio Garavito y Universidad Católica.

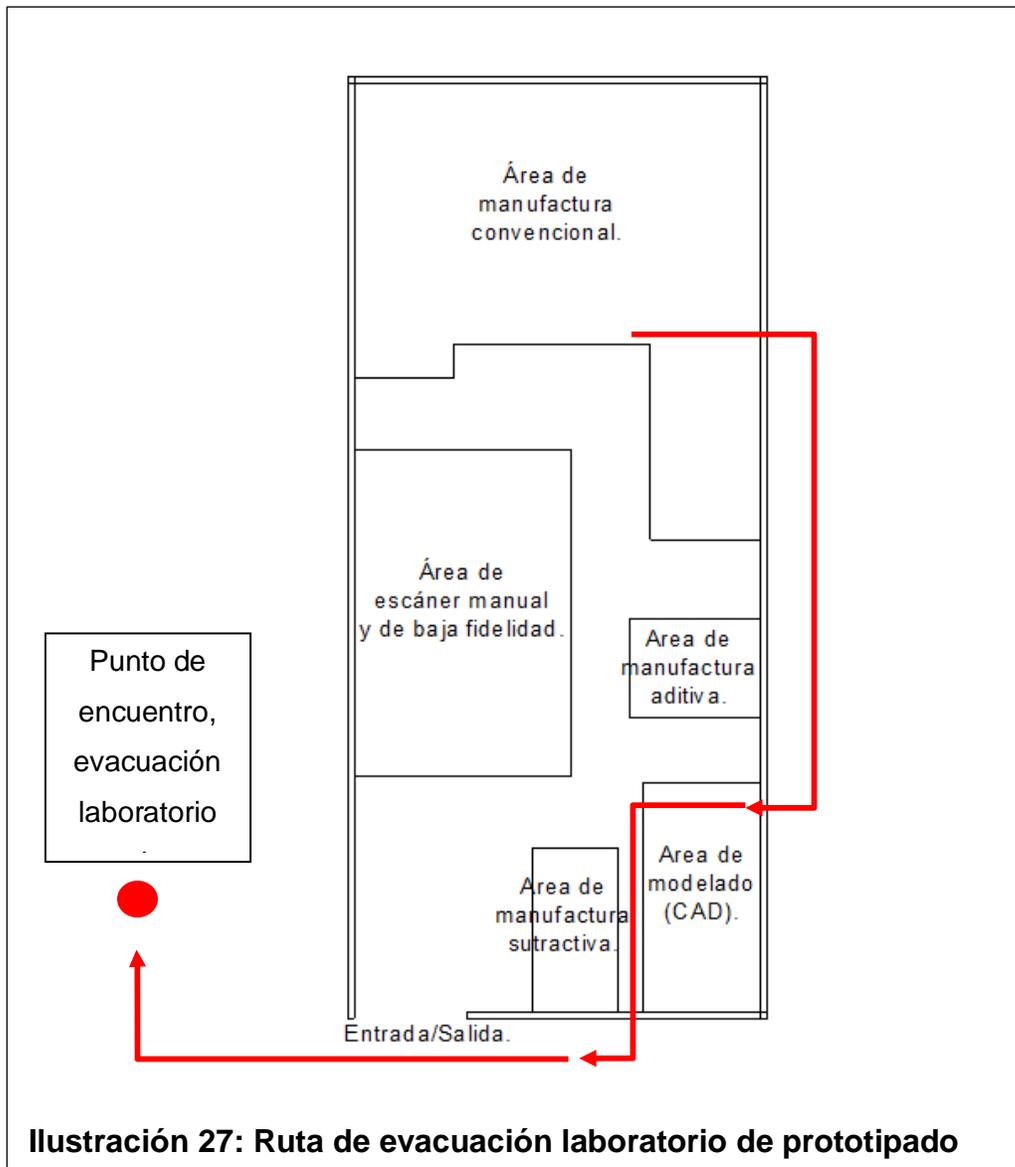
	Universidad de Cundinamarca	Universidad de los Andes	Escuela de Ingenieros Julio Garavito	Universidad Católica
METODO	Los docentes de buscan desarrollar en los estudiantes habilidades mediante el desarrollo de prototipos. Y simulaciones de un proceso productivo en el laboratorio HAS-200.	Brinda los medios para que el estudiante pueda explorar nuevos proyectos, y prototipos de alta fidelidad, mejorando la calidad y aplicación de los mismos.	Esta área, a través del arranque o conformado de material permite al estudiante generar un criterio amplio en la selección y aplicación de la tecnología para el	El Laboratorio de Ergonomía, Control de Calidad y Electrotecnia ha sido concebido para ilustrar los principios físicos que hacen del movimiento y transporte de la electricidad en pro de

			desarrollo de productos.	investigación del desarrollo de nuevos productos, y en especial de la Ingeniería.
--	--	--	--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Realizando el análisis de la comparativa del método a usar en el laboratorio de prototipado de la Universidad de Cundinamarca se concluye que el método apropiado para realizar las prácticas dentro de este laboratorio es:

- Determinar la práctica a realizar, este punto es ejecutado por el docente.
- Revisar que los estudiantes cuenten con sus elementos de protección personal antes del ingreso al laboratorio.
- Realizar la división de los estudiantes dentro de las áreas del laboratorio, buscando que el estudiante genere un criterio amplio con respecto al arranque de maquinaria y a la selección de materias primas según el producto a realizar.
- Brindar a los estudiantes las herramientas y la maquinaria necesaria para la elaboración de sus prácticas.
- Supervisar el proceso en contexto, protegiendo indicadores de calidad, seguridad y salud en el trabajo, costos y medio ambiente.
- Verificar el proceso y realizar las rotaciones de los estudiantes según las necesidades del proceso.

Para trabajar dentro del laboratorio de prototipado es necesario establecer un plan de trabajo con el docente y los estudiantes, que busque mantener la seguridad de todo el personal involucrado en el laboratorio. Por esta razón en primer lugar es necesario establecer rutas de evacuación del laboratorio.



Se establece la ruta de evacuación de la ilustración 27, ya que pasa por todas las áreas y establece la manera más rápida y segura de evacuar en caso de alguna emergencia llegando al punto de encuentro ubicado afuera del bloque D, universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

En segundo lugar, es necesario establecer la dinámica de trabajo del laboratorio desde la repartición de tareas hasta la ejecución de las mismas:

Ilustración 28: Operaciones dentro del laboratorio de prototipado.

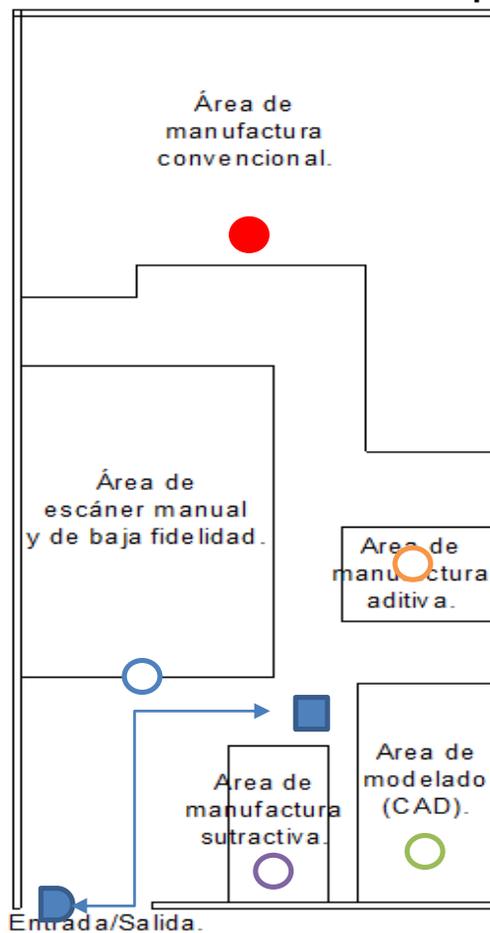


Tabla 13: Operaciones que se deben realizar durante las prácticas en el laboratorio de prototipado.

Símbolo	Que se debe hacer
	Espera, los estudiantes y docente deben cambiarse antes de entrar al laboratorio de prototipado.
	Inspección y medición, los estudiantes deben acordar con el docente la manera de trabajar durante la jornada acordando tiempos de uso de las máquinas y distribución del espacio. Adicional se publicaran talleres y notas.
	Operación, área de prototipado por manufactura. Solo se utiliza después de haber recibido órdenes expresas por el docente y bajo supervisión del mismo.
	Operación, área de manufactura sustractiva. Solo se utiliza después de haber recibido órdenes expresas por el docente no es necesario la supervisión constante del docente.
	Operación, área de manufactura aditiva. Solo se utiliza después de haber recibido órdenes expresas por el docente no es necesario la supervisión constante del docente.
	Operación, área de modelado CAD. Solo se utiliza después de haber recibido órdenes expresas por el docente no es necesario la supervisión constante del docente.
	Operación, área de escáner manual y de baja fidelidad. Solo se utiliza después de haber recibido órdenes expresas por el docente no es necesario la supervisión constante del docente.

En tercer lugar, es necesario establecer la capacidad de personal que va a tener el laboratorio de prototipado, y esto se conseguirá bajo la siguiente tabla:

Tabla 14: Capacidad del laboratorio de prototipado

Area de prototipado por manufactura	
Equipo.	Capacidad de estudiantes por equipo.
Torno	1
Fresadora	1
Taladro de árbol	1
Esmeril	2
Almacén	1
Banco de trabajo	4
Total área de prototipado por manufactura.	12
Área de manufactura sustractiva.	
Ruteadora CNC.	2
Total área de manufactura sustractiva.	2
Área de manufactura aditiva.	
Impresora 3D.	2
Total área de manufactura aditiva.	2
Área de modelado CAD.	
Computadores con software de diseño.	2
Total área de modelado CAD.	2
Área de escáner manual y de baja fidelidad.	
Escáner manual	2
Mesa de dibujo	1
Mesa de corte	1

Banco de herramientas	1
lockers	Uso común.
Total Área de escáner manual y de baja fidelidad	5
Total.	23

En la tabla 11, se observa la capacidad del laboratorio de prototipado, teniendo en cuenta la capacidad que presenta cada equipo para atender estudiantes de ingeniería industrial, y capacidad por área. Cabe resaltar que para la realización de prácticas es necesario la presencia de un docente liderando el laboratorio con esto se tendría una capacidad total de 27 estudiantes y un docente, teniendo un total de 28 personas por clase en el laboratorio.

6.3.6 Modelado laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

Ilustración 29: Modelado laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

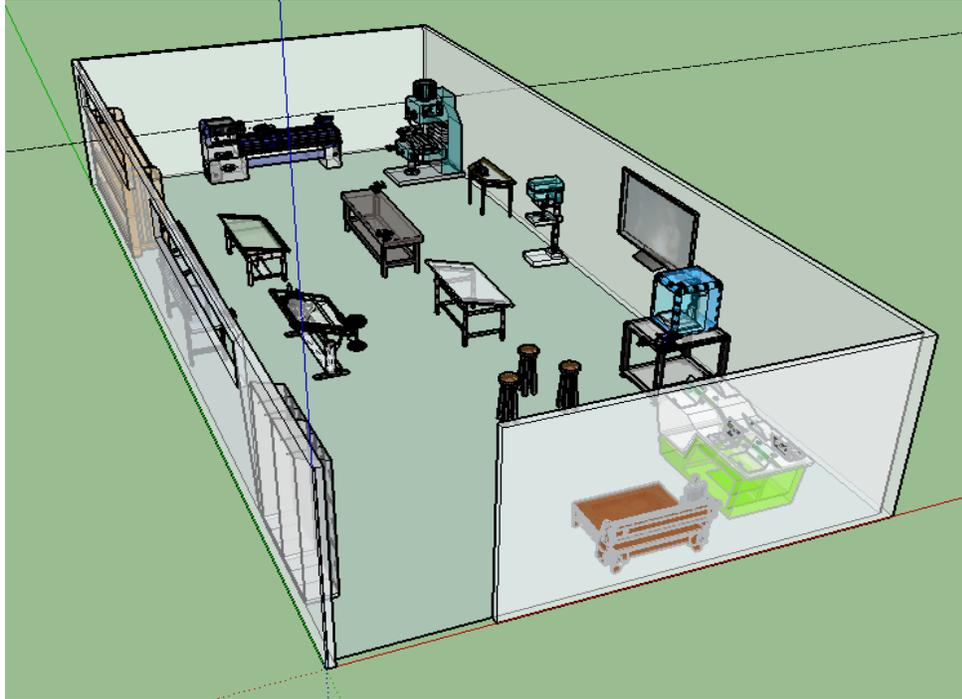


Ilustración 30: Vista frontal laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

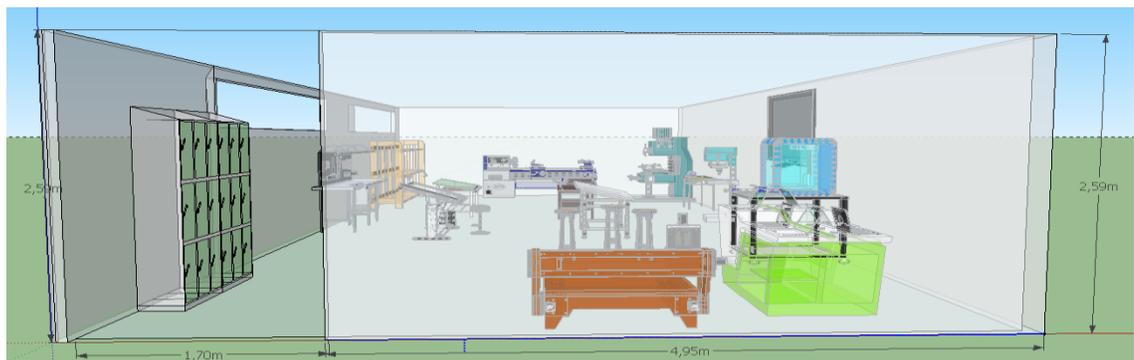
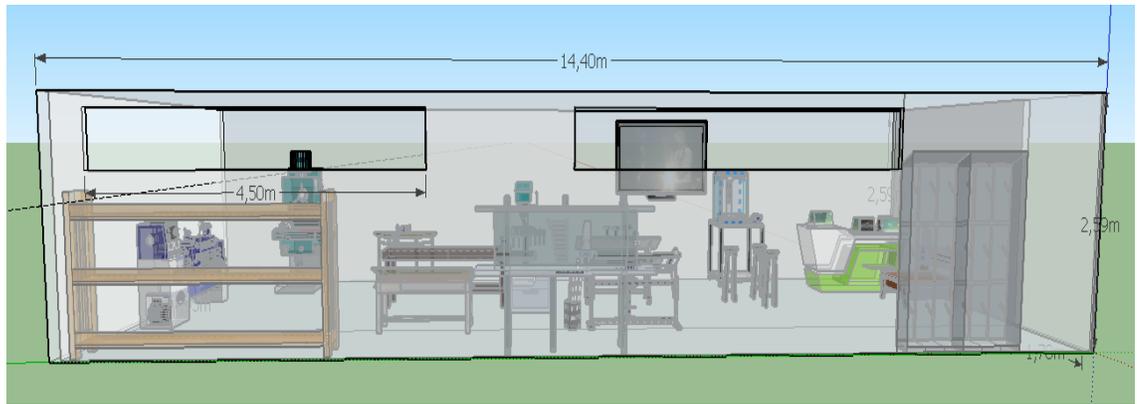


Ilustración 31: Vista lateral derecha laboratorio de prototipado para la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha.



6.4 PROPUESTA ECONÓMICA DE LABORATORIO DE PROTOTIPADO UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSION SOACHA.

6.4.1 PROPUESTA DE LAS AREAS DEL LABORATORIO DE PROTOTIPADO.

Para que un laboratorio de prototipado sea eficiente debe contar con ciertas características de infraestructura, equipos, herramientas, metodologías y materiales para la ejecución de las diferentes clases de prototipos. Con el objetivo de elaborar prototipos que al momento de medir sus características ya sea forma, peso, color, entre otras, brinde datos exactos que posteriormente facilitara el proceso de toma de decisiones con respecto al producto, partiendo desde su elaboración y costeo hasta la disposición su final.

Tabla 15: Tabla de las áreas sugeridas para el laboratorio de prototipado.

Numero	Nombre del área.
1	Área de modelado o diseño asistido por computador:
2	Área de manufactura aditiva
3	Área de manufactura sustractiva
4	Área de manufactura convencional
5	Área de escáner manual y de baja fidelidad

Para el laboratorio de prototipado de la universidad de Cundinamarca es necesario que contenga las 4 áreas esenciales que componen un laboratorio de prototipado a

nivel industrial. Por esta razón se realizará un presupuesto por cada área individual y después se presenta un presupuesto general sobre el valor de la implementación de un laboratorio de prototipado en la universidad de Cundinamarca. En la siguiente ilustración observa la distribución en planta del laboratorio de prototipado con la siguiente distribución:

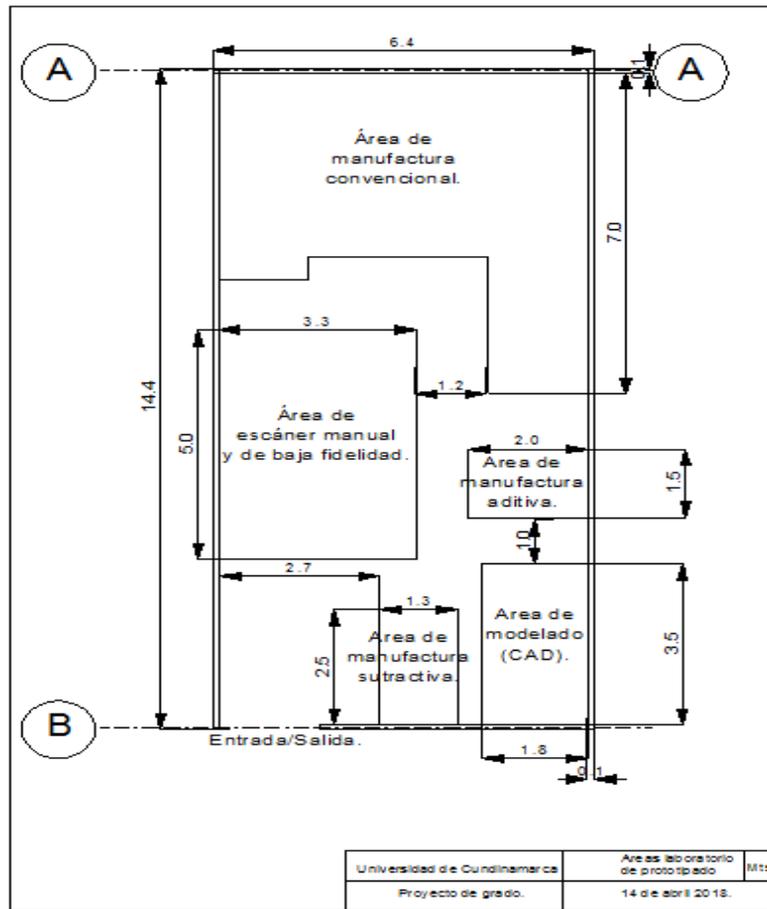


Ilustración 24: Vista superior propuesta salón de prototipado extensión Soacha (todas las cotas están dadas en metros).

Área de modelado o diseño asistido por computador:

En esta área se realizan prototipos rápidos, es decir se realizan los prototipos en forma de modelados y detrás de la pantalla de un computador. Esta área sirve para evaluar las características de los prototipos antes de gastar tiempo, materiales y trabajo en elaboración del mismo, se analizan variables como forma, tamaño y materiales simulados tras la pantalla de un ordenador. En esta área es necesario que la universidad cuente con 2 computadores portátiles, 1 mueble para los computadores.

Área de manufactura aditiva:

Esta área es una de las más importantes del taller de prototipado, porque se basa en tecnología de punta como lo es la impresión 3D, donde permite realizar un prototipo con características físicas partiendo de un modelo en computador, a un costo bajo y en poco tiempo. Permitiendo analizar variables como ergonomía, peso, dimensiones, entre otras. Además, el beneficio mayor es el poder ver y analizar el objeto en la realidad, logrando simular las características tangibles del mismo. En el área de manufactura aditiva lo principal es la impresora 3D debe contar con un área de impresión de 225 x 145 x 150 mm, y dos boquillas de adición con un hilo de 0.4,0.5, 0.6 y 0.8 mm por 400 metros de largo. Adicionalmente una prensa para sujetar piezas y poder realizar ensambles.

Área de manufactura sustractiva:

Esta área es muy similar al área de manufactura aditiva, porque del mismo modo también se apoya en un modelo asistido por computador previo para la ejecución de los prototipos. Sin embargo, en esta área los modelos no se elaboran por la sobreposición de capas, por el contrario, se elaboran por la sustracción de material la desventaja que ofrece este tipo de manufactura es el desperdicio a la hora de realizar los prototipos. No obstante, simula en diversos materiales los prototipos pudiendo comprobar características de materiales, resistencia, entre otras. Es común usarlo en prototipos del tipo modular. En esta área lo primordial es la ruteadora CNC, que permite elaborar prototipos modulares por medio de la sustracción de material, partiendo de un modelado en computador.

Área de manufactura convencional:

En esta área el desarrollo de prototipos es por medio máquinas herramientas convencionales, es decir: torno, fresadora, taladro de árbol, y esmeril. Este tipo de prototipo, aunque no es el más usado en la actualidad, brinda simulación de su manufactura, adicional es el que más se asemeja a la realidad en cuestión de relación costo beneficio, ya que analiza el desarrollo de la manufactura del prototipo teniendo en cuenta variables como: Mano de obra, tiempo de elaboración, número de operaciones, costo de los materiales, tiempo en línea, tiempos de holgura entre otros. A esta área es necesario añadir un sitio para alojar materiales y herramientas, para garantizar elaboración de los prototipos. Esta área tal vez la más interesante de todo el laboratorio de prototipado, por la capacidad que brinda a los estudiantes

de conocer el proceso industrial manufacturero es esencial que cuente con máquinas herramientas, y un banco de ensamble, que permita unir varias piezas para desarrollar prototipos funcionales logrando estudiar características de concepción de la idea, hasta la parte de desperdicio final.

Área de escáner manual y de baja fidelidad.

En esta área se evalúan y analizan objetos y prototipos ya elaborados buscando mejorar alguna característica o replicar una característica de un prototipo en otro. Adicional se elaboran prototipos de baja fidelidad que no pasan de representar la idea en una hoja dibujada en lápiz, este tipo de prototipo permite analizar características generales del producto a un bajo costo y en poco tiempo. En esta área es necesario que existan bancos de trabajo para poder visualizar el objeto e interactuar con el objeto. Adicional que existan mesas de dibujo con luz facilitando el trabajo para desarrollar dibujos. Asimismo, que exista una mesa que permita cortar materiales blandos (Cartón Paja, Balso, Fommi, entre otros), la característica principal por la cual tener este tipo de mesas es por la calidad del corte, ya que al ser de material duro favorece la ejecución de cortes. Además, es necesario que cuente con dos tipos de estantes uno para materiales y otro para herramientas y accesorios, estos estantes son necesarios para mantener la organización dentro del taller de prototipado. Sin dejar de lado unos lockers para facilitar el cambio de los estudiantes, y el uso de los elementos de protección personal.

Presupuesto para el área de modelado o diseño asistido por computador en la Universidad de Cundinamarca.

Tabla 16: Presupuesto área de modelado asistido por computador

Can.	Nombre del recurso.	Referencia.	Proveedor.	Características principales.	COSTO.	TOTAL.
2	Portátil Lenovo	IDEAPAD 510-15IKB	Lenovo	Intel Core i7 15 pulgadas	1.975.000 COP	3'950.000 COP
1	Mueble computadores	Greenforest	Greenforest	200x110x80.	640.329 COP	4.590.000 COP
3	Asiento de madera	Butaca madera.	Éxito.	80x40	1.284.300 COP	5.874.000 COP
Total						5.574.000 COP

Presupuesto para el área de manufactura aditiva en la Universidad de Cundinamarca.

Tabla 17: Presupuesto área de manufactura aditiva

Can.	Nombre del recurso.	Referencia.	Proveedor.	Características principales.	COSTO.	TOTAL.
1	Impresora 3D.	Flashforge	Flashforge Finder	225 x 145 x 150 mm.	2.757.650COP	2.757.650COP
1	hilo impresora	JCR 600	Grupo SICnova	0.4, 0.5, 0.6 y 0.8 mm	70.000 COP	3.570.000 COP
3	Prensa de mesa.	Butaca madera.	Éxito.	35x10	164.300 COP	3.734.300 COP
Total					3.734.300 COP	3.734.300 COP

Presupuesto para el área de manufactura sustractiva en la universidad de Cundinamarca.

Tabla 18: Presupuesto área manufactura sustractiva Universidad de Cundinamarca

Can.	Nombre del recurso.	Referencia.	Proveedor.	Características principales.	COSTO.	TOTAL.
1	Ruteadora CNC	Dewalt 600	Dewalt	450 mm x 390 mm x 85 mm	3.500.000 COP	3.500.000 COP
Total					3.500.000 COP	3.500.000 COP

Presupuesto para el área de manufactura convencional.

Tabla 19: Presupuesto para el área de manufactura convencional.

Can.	Nombre del recurso.	Referencia.	Proveedor.	Características principales.	COSTO.	TOTAL.
1	Torno	Zubal	Zubal	1,5mts entre puntos	25.000.000 COP	25.000.000 COP
1	Fresadora	Argo	Argo	Bancada 254x1270mm	13.000.000 COP	38.000.000 COP
1	Esmeril	GB-800	Makita	34 H.P.	250.000 COP	38.250.000 COP
1	Prensa de mesa.	Prensa de madera	Éxito.	35x10	164.300 COP	38.414.300 COP
1	Banco de trabajo	Banco de trabajo	Homecenter	70x200 cm	500.000 COP	38.914.300 COP
1	Taladro de arbol	0119F	CONCEPT	34 HP	600.000 COP	39.514.300 COP

Total	39.514.300 COP	39.514.300 COP
-------	---------------------------------	---------------------------------

Presupuesto para el área de escáner manual y baja fidelidad.

Tabla 20: Presupuesto área de escáner manual y baja fidelidad.

Can	Nombre del recurso.	Referencia.	Proveedor.	Características principales.	COSTO.	TOTAL.
1	Escáner manual	Publiooffice	Publiooffice	150x90 cm	430.000 COP	430.000 COP
1	Mesa de dibujo	Publiooffice	Publiooffice	120x80 cm	320.000 COP	750.000 COP
1	Mesa de corte	MCTP21	Ind. Cruz	150x70cm	400.000 COP	1.150.000 COP
1	Banco de herramientas	Banco de herramientas	Simma	Metálico	1.900.000 COP	3.950.000 COP
25	lockers	Locker Admón.	Ind. Cruz	70x35 cm	2.085.000 COP	5.135.000 COP
Total						5.135.000 COP

6.5 PRESUPUESTO GENERAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE PROTOTIPADO EN LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSIÓN SOACHA:

Tabla 21: Presupuesto general para la implementación del laboratorio de prototipado en la Universidad de Cundinamarca

PREUPUESTO GENERAL	COSTO.
AREA DE DISEÑO CAD	5.574.000 COP
AREA DE MANUFACTURA ADITIVA	3.734.300 COP
AREA DE MANUFACTURA SUCTRACTIVA	3.500.000 COP
AREA DE MANUFACTURA CONVENCIONAL	39.514.300 COP
AREA DE PROTOTIPADO RAPIDO	4.135.000 COP
TOTAL	52.322.600 COP

Imágenes maqueta laboratorio de prototipado universidad de Cundinamarca extensión Soacha.

Ilustración 32: Foto 1, maqueta laboratorio de prototipado Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha.





7 CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta la caracterización de los procesos de prototipado en la universidad de Cundinamarca, se concluye que la gran mayoría de los estudiantes han realizado prototipos durante su formación como profesional. Asimismo, los docentes utilizan el prototipado para desarrollar sus clases porque encuentran en la realización de los prototipos un facilitador del aprendizaje. Aspecto que evidencia la importancia del prototipo como recurso de enseñanza- aprendizaje en los procesos de formación disciplinar de la ingeniería industrial. Además, según el pensum para ingeniería industrial de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, del 100% de asignaturas que componen la malla curricular, en el 24% de las asignaturas se desarrollan prototipos. Asimismo, el desarrollo de prototipos no está reducido solamente a asignaturas de ciencias básicas, sino que, asignaturas básicas de ingeniería y de ingeniería aplicada también desarrollan prototipos.
- En la Universidad de Cundinamarca, aunque existen dos salas de Dibujo técnico solo se está usando una, dejando un espacio de más de 90 metros cuadrados sin utilizar, donde puede ser aprovechado para instalar el laboratorio de prototipado. Adicionalmente por estar cerca al aula de dibujo técnico facilita los procesos de asesoramiento, y direccionamiento de proyectos que requieran de planos técnicos de producción, despieces, modificaciones, cortes, secciones, detalles, entre otras actividades de formación encaminadas a la producción.

- En algunas universidades de Bogotá como la Universidad de los Andes los proyectos son multidisciplinarios, es decir, se reúnen varias facultades para desarrollar macro proyectos que tengan impacto social. Adicional las aulas son utilizadas por estudiantes de todos los niveles desde pregrado hasta estudiantes maestría, buscando mejorar el alcance de los proyectos. En la Universidad de Cundinamarca, se puede establecer una relación mayor entre asignaturas, para fortalecer la visión integral de las temáticas abordadas en cada una de las asignaturas, e integrarlas a través de un proyecto al final de cada semestre y más adelante llegar a plantear proyectos interdisciplinarios.
- En Universidades como la Escuela de Ingenieros Julio Garavito, y la Universidad Católica de Colombia, los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar sus prototipos en aulas que simulan una planta de producción manufacturera. Desarrollando en ellos la capacidad de escoger materiales y tecnologías apropiadas para cada situación que enfrenten en su ejercicio como profesional. Dentro de los conocimientos brindados por dichas universidades se le enseña al estudiante temáticas como: Seguridad y salud en el trabajo, calidad, ergonomía, diseño y desarrollo del producto. Todo esto mediante la realización de prácticas enfocadas al desarrollo de competencias esenciales de la ingeniería industrial, tales como: El diagnóstico, el diseño, la optimización e integración de sistemas industriales. pudiendo enfrentar cualquier tipo de problema relacionado con la gestión empresarial.

- Por medio de la propuesta para la implementación del laboratorio de prototipado en la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se deja en evidencia que aunque la universidad cuenta con Tecnología de punta para enseñar asignaturas relacionadas a la producción presenta oportunidades de mejora en la manera como se están formando a los Ingenieros Industriales y que si en algún momento la propuesta llegara a ser implementada los beneficiados serían todas las personas involucradas dentro de la Universidad, ya que se pueden empezar a desarrollar proyectos integrales al relacionar todas o algunas asignaturas y esto respondería fielmente a la misión del programa de Ingeniería Industrial extensión Soacha.
- Con el desarrollo de prototipos se puede analizar y entender todo el ciclo de vida del producto desde su diseño y fabricación hasta su disposición final, inculcando el concepto de la responsabilidad ambiental con el desarrollo del prototipo, se debe encaminar al Ingeniero Industrial a desarrollar prototipos no solo con un alcance comercial sino de responsabilidad ambiental contemplando el ciclo de vida de producto en su fase final que tiene alcance hasta con el manejo de los desechos, lo anterior como una estrategia metodológica dentro de la labor docente, para enfrentar desafíos en algunas empresas que general alto impacto ambiental.
- Con la implementación del laboratorio de prototipado en la universidad de Cundinamarca extensión Soacha, se puede traer desarrollo al municipio, teniendo en cuenta que Soacha cuenta con empresas en el sector industrial.

Incluso a futuro la universidad puede convertirse en un laboratorio de comprobaciones, simulaciones y desarrollos para las empresas del sector, o para los emprendedores de la zona.

8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que en caso de implementar el laboratorio de prototipado en la Universidad de Cundinamarca este cuente con las áreas establecidas dentro del documento las cuales son: áreas de modelado (CAD), áreas de manufactura aditiva, de manufactura sustractiva, de manufactura convencional y de prototipado rápido con el objetivo de realizar prácticas con los estudiantes que desarrollen en ellos conocimientos prácticos que les ayuden a solucionar problemáticas en el escenario empresarial.
- Se recomienda a la Universidad de Cundinamarca tratar de encontrar la forma de reunir las asignaturas que desarrollan prototipos durante el transcurso de sus cátedras, esto con el objetivo de desarrollar proyectos que favorezcan el desarrollo de las competencias en los estudiantes de Ingeniería Industrial de todos los semestres.
- Se recomienda a la Universidad de Cundinamarca que las asignaturas traten de realizar cátedras más prácticas, con el objetivo de fortalecer en el estudiante los conceptos vistos en clase por medio de la elaboración de proyectos que simulen desde el diseño del producto hasta su disposición final, fortaleciendo en el estudiante la parte de optimización de los recursos y gestión medio ambiental.
- Se recomienda que el encargado del taller de prototipado sea una persona capacitada en el manejo de máquinas herramientas, herramientas manuales, software de diseño y maquinaria asistida por computador.

9 BIBLIOGRAFÍA

Applesfera. (04 de 09 de 2017). *www.Applesfera.com*. Obtenido de <https://www.applesfera.com/apple-watch/asi-es-el-laboratorio-secreto-de-apple-donde-se-mejora-la-fiabilidad-del-apple-watch>

BOCOS, A. E. (2010). Diseñadores Industriales: del capricho por la praxi. *Universidad Nacional de Uncuyo* , 2.

Bortolato, M. G. (2008). El Prototipado Rápido en plástico ABS como herramienta didáctica. *EGRAFIA–Universidad Nacional de San Juan* , 2-4.

Cantú, S. O. (2006). ¿ Que es la Gestión de la Innovación y la Tecnología? *Journal of Technology Management & Innovation* , 64-82.

Capella, J. V. (2010). Nuevo planteamiento metodológico orientado al aprendizaje y apoyado en el uso de las nuevas tecnologías para la docencia en la universidad del siglo XXI. *Área 1: La universidad del siglo XXI: modelos y problemática* , 16.

Cundinamarca, U. d. (17 de Abril de 2016). *Universidad de Cundinamarca*. Obtenido de www.unicundi.edu.co: <http://www.unicundi.edu.co/index.php/pag-admi/the-joomla-project/facultad-de-ingenieria/ingenieria-industrial>

Cundinamarca, U. d. (08 de 04 de 2018). *UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA COLOMBIA*. Obtenido de <https://www.ucundinamarca.edu.co>: <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/programas/pregrado/facultad-de-ingenieria/ingenieria-industrial>

Descartes., R. (1635). *Discurso Sobre el Metodo*. Paris.

Escuela de Ingenieros Julio Garavito. (08 de 04 de 2018). www.escuelaing.edu.co.

Obtenido de <https://www.escuelaing.edu.co/>

Jorge Forero. (26 de Febrero de 2018). *Acerca de:dweb3d*. Obtenido de <http://www.dweb3d.com>: <http://www.dweb3d.com/historia-agencia-digital/>

Lazo, O. R. (1985). Diseño asistido por computador. *Industrial Data* , 007-015.

McLeod., K. F. (Dirección). (2008). *El cambio sucede* [Película].

Rodríguez, J. A. (2001). Sistemas de prototipado rápido. . *Universidad de Vigo*. , 6.

Rodríguez, J. A. (2001). Sistemas de prototipado rápido. *Universidad de Vigo*. , 3.

Salazar., L. (20 de Julio de 2012). *Gazafatonario IT* . Obtenido de Gazafatonario IT : <http://www.gazafatonarioit.com/2012/07/ventajas-y-desventajas-del-uso-de.html>

TECNÓSFERA, R. (13 de Febrero de 2018). Impresora 3D creada por estudiantes colombianos recibe patente. *El tiempo*. , págs. <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/impresora-3d-creada-por-estudiantes-colombianos-181884>.

TOYOTA. (26 de Febrero de 2018). *Página web de Toyota España*. Obtenido de Toyota España S.L.U.: <https://www.toyota.es/world-of-toyota/concept-cars/i-road.json>

Trevejo-Bocanegra, A. F.-U. (2013). Estereolitografía: Conceptos básicos. *Revista Estomatológica Herediana*, , 23(2), 96-100.

Universidad de los Andes. (08 de 04 de 2018). *www.uniandes.edu.co*. Obtenido de *www.uniandes.edu.co*: <https://mecanica.uniandes.edu.co/index.php/es/2015-07-15-21-31-29/laboratorios>

Vazchnov, A. (2013). Impresion 3D; Como va a cambiar el mundo. *Copyright (c) 2013 by Andrei Vazhnov , 02-03.*

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta sobre el estado de los procesos de prototipado en la actualidad de la universidad de Cundinamarca extensión Soacha:

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA.

SOACHA.

2017.

La siguiente encuesta se aplicará a algunos de los estudiantes y docentes de universitarios, con el objetivo de caracterizar ciertos procesos relacionados al modelado, prototipado y uso herramientas utilizadas durante el desarrollo de carreras profesional.

Universidad: _____.

Cargo: ESTUDIANTE _____ DOCENTE _____.

Carrera Universitaria: _____.

Semestre: ____.

Estrato: ____.

Sexo: Masculino _____ Femenino _____

1. ¿Ha realizado prototipos, modelados, Diseños asistidos por computador durante su formación como profesional?

SI _____ NO _____, ¿Cuáles?

2. Menciones las asignaturas en las que ha desarrollado Prototipos, modelos, Dibujos asistidos por Computador:

3. Considera necesario realizar prototipos, modelos, diseños asistidos por computador, en su formación como profesional:

SI ____ NO ____ . ¿Por qué?
_____.

4. **¿Qué tipo de Prototipos, modelos, simulaciones ha hecho a lo largo de su formación como profesional? (Menciónelos).**

5. **¿La universidad le ha brindado las herramientas para el desarrollo de sus prototipos?**

SI ____ NO ____ . ¿Por qué?

6. **¿Considera que la universidad necesita un espacio para el desarrollo de los prototipos, modelos y diseños?**

SI ____ NO ____ . ¿Por qué?

7. **¿Qué herramientas considera necesarias para el desarrollo de diseños, prototipos, modelos, (Menciónelas)?**

Anexo 2:

- Maqueta y modelado de la propuesta al laboratorio de prototipado para la universidad de Cundinamarca extensión Soacha.