



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**ANÁLISIS DE SATISFACCIÓN EN RELACIÓN A LOS
LABORATORIOS DE INGENIERÍA Y JUSTIFICACIÓN DE LA
CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE FABRICACIÓN
DIGITAL EN UNITEC CAMPUS TEGUCIGALPA**

SUSTENTADO POR:

**JOSÉ MENELIO BARDALES URBINA
LUIS FERNANDO MEJÍA MIRALDA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.

JULIO, 2019

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

VICERRECTORA ACADÉMICA

DESIREE TEJADA CALVO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE

**ANÁLISIS DE SATISFACCIÓN EN RELACIÓN A LOS
LABORATORIOS DE INGENIERÍA Y JUSTIFICACIÓN DE LA
CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE FABRICACIÓN
DIGITAL EN UNITEC CAMPUS TEGUCIGALPA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

ASESOR

MINA CECILIA GARCÍA LEZCANO

MIEMBROS DE LA TERNA:

NOMBRE COMPLETO EVALUADOR 1

NOMBRE COMPLETO EVALUADOR 2

NOMBRE COMPLETO EVALUADOR 3



FACULTAD DE POSTGRADO

**ANÁLISIS DE SATISFACCIÓN EN RELACIÓN A LOS LABORATORIOS DE
INGENIERÍA Y JUSTIFICACIÓN DE LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE
FABRICACIÓN DIGITAL EN UNITEC CAMPUS TEGUCIGALPA**

NOMBRES DE LOS MAESTRANTES:

JOSÉ MENELIO BARDALES URBINA

LUIS FERNANDO MEJÍA MIRALDA

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería y de la carrera de Arquitectura con respecto a los laboratorios y talleres de UNITEC campus Tegucigalpa que utilizan para sus prácticas, además se realizó un análisis costo-beneficio del nuevo laboratorio de fabricación digital para conocer si se podría justificar su inversión y un sondeo de las competencias que los alumnos consideran que adquirirían en la práctica en el laboratorio. En base a los resultados de la investigación, se elaboró un plan de mejora para incrementar la satisfacción de los alumnos con respecto a sus laboratorios y también se propuso un proyecto para asegurar el uso adecuado del laboratorio de fabricación digital.

Palabras claves: Satisfacción, Costo, Beneficios, Competencias



GRADUATE SCHOOL

ANALYSIS OF SATISFACTION IN RELATION TO ENGINEERING LABORATORIES AND JUSTIFICATION FOR THE CREATION OF A DIGITAL MANUFACTURING LABORATORY IN UNITEC CAMPUS TEGUCIGALPA

NAMES OF THE MASTERS:

JOSÉ MENELIO BARDALES URBINA

LUIS FERNANDO MEJÍA MIRALDA

Abstract

The objective of this research work was to determine the satisfaction of the students of the Faculty of Engineering and the Architecture program in relation with the laboratories and workshops of UNITEC campus Tegucigalpa that they use for their practices, in addition to performing a cost-benefit analysis of the new digital manufacturing laboratory to determine if its investment can be justified and a survey of the outcomes that the students consider that they will develop using said space. Based on the results of the research, an improvement plan was developed to increase student satisfaction in relation to their laboratories and a project was also proposed to ensure the proper use of the digital manufacturing laboratory.

Key words: Satisfaction, Cost, Benefit, Outcomes

DEDICATORIA

José Menelio Bardales Urbina:

Dedico este trabajo de investigación a mi madre Dulcelina Concepción Urbina Ruiz, a mi padre Menelio Bardales Domínguez y a mi hermano José Fernando Bardales Urbina que me han apoyado durante todo este proceso de manera incondicional y han sido mi motivación para seguir perseverando y de esa manera conseguir superarme. También dedico este trabajo a todas mis amistades cercanas que me han aconsejado en momentos difíciles y me han acompañado a celebrar en los momentos felices. A mis compañeros de maestría, que fueron un grupo excelente y que me hicieron disfrutar todo este proceso de aprendizaje. Finalmente, a mis docentes de la maestría de administración de proyectos, que todos y cada uno de ellos han aportado a mi crecimiento personal, por lo que estaré eternamente agradecido con cada uno.

Luis Fernando Mejía Miralda:

Es imposible no dar gracias a Dios por este nuevo logro que he alcanzado y dedico este trabajo de investigación a Él, de igual forma dedico a mi madre Elva Miralda Pavón que durante toda la maestría y mi vida ha sido un pilar para lograr mis sueños, a mi padre Mario René Mejía como ejemplo que la mejor inversión siempre es la educación y a mis ambos hermanos Elsa María Mejía y Mario René Mejía como motivación para seguir luchando y caminando hacia mis sueños. También dedico esta investigación a mi compañero de tesis José Menelio Bardales como gran apoyo a la hora de elegir el tema de tesis y desarrollarlo con gran calidad, a mis compañeros de maestría que fueron fuente de aprendizaje cada vez que compartían sus experiencias durante las clases y por último a mis catedráticos que son fuente inagotable de conocimientos y experiencia que hicieron su mayor esfuerzo para transmitirla.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a UNITEC por el apoyo y la asesoría que nos brindó durante el desarrollo de esta investigación, sin su ayuda este trabajo de investigación no habría sido posible.

También agradecemos a la Dr. Mina Cecilia García, que nos ha asesorado durante todo este largo proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO	8
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	10
2.2. TEORÍA DE SUSTENTO.....	12
2.2.1. MAPA CONCEPTUAL DEL MARCO TEÓRICO.....	12
2.2.2. DEFINICIÓN Y CONCEPTO DE LA FABRICACIÓN DIGITAL.....	13
2.2.3. EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO	17
2.2.4. GESTIÓN DE LA CALIDAD	19
2.2.5. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	26
3.1. ENFOQUE, TIPO, Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.2.2. TIEMPO Y MÉTODO DE MUESTREO DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO	31
3.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PLAN DE INVESTIGACIÓN	31
3.3.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	32
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
3.5. MATRIZ METODOLÓGICA.....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	37
4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN CAMPO	37
4.1.1. ANÁLISIS NPS	38
4.1.2. ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO	53

4.2. APLICABILIDAD: IDENTIFICACIÓN DE CLASES Y CALENDARIZACIÓN PARA EL USO DEL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL	62
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
5.1. CONCLUSIONES	76
5.2. RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mobiliaria definitivo de banco-pérgola-bancal fabricado en Laboratorio de Fabricación Digital.....	2
Ilustración 2. Producto resultado de taller de fabricación digital para alumnos de arquitectura	3
Ilustración 3. Ciclo de fabricación de Hexápodo Helium Frog en Laboratorio de Fabricación Digital	4
Ilustración 4. Ejemplo de los objetos articulados realizados por los estudiantes	5
Ilustración 5. Silla fabricada por alumnos de Arquitectura en Laboratorio de Fabricación Digital	6
Ilustración 6. Laboratorio de fabricación digital de la Cámara de Comercio e Industrias de Tegucigalpa.....	11
Ilustración 7. Cortadora laser cortando chapa de metal.....	14
Ilustración 8. Fresadora CNC cortando aluminio (izquierda) y fresas de cobalto (derecha).....	14
Ilustración 9. Cortadora de vinilo	15
Ilustración 10. Torno.....	15
Ilustración 11. Impresora 3D	16
Ilustración 12. Juguetes de monstruos diseñados en taller juvenil con niños de 8 a 12 años	16
Ilustración 13. Descripción general de la gestión de la calidad en proyectos.....	21
Ilustración 14. Net Promoter Score (NPS).....	22
Ilustración 15. Descripción general de la gestión de los interesados en proyectos	24
Ilustración 16. Diagrama sagital de variables	27
Ilustración 17. Nube de palabras más mencionadas por alumnos promotores	42
Ilustración 18. Nube de palabras más mencionadas por alumnos con percepción neutra	46

Ilustración 19. Nube de palabras más mencionadas por alumnos detractores	49
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población total de estudiantes de Arquitectura y de la Facultad de Ingeniería	28
Tabla 2. Datos utilizados para el cálculo de la muestra de alumnos.....	30
Tabla 3. Muestreo estratificado de alumnos de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura	31
Tabla 4. Matriz metodológica.....	34
Tabla 5. Continuación de matriz metodológica	35
Tabla 6. Muestreo estratificado.....	38
Tabla 7. Valor de NPS de las carreras de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura	38
Tabla 8. Categorías para la clasificación de comentarios	40
Tabla 9. Comentarios de alumnos promotores de laboratorios de ingeniería de UNITEC campus TGU	40
Tabla 10. Resultado de la clasificación de los comentarios de alumnos promotores	43
Tabla 11. Comentarios alumnos con percepción neutra de los laboratorios de ingeniería de UNITEC campus TGU	44
Tabla 12. Resultado de la clasificación de los comentarios de alumnos con percepción neutra..	47
Tabla 13. Comentarios alumnos detractores de los laboratorios de ingeniería de UNITEC campus TGU	48
Tabla 14. Resultado de la clasificación de los comentarios de alumnos detractores.....	50
Tabla 15. Distribucción porcentual de las capacitaciones según preferencia.....	55
Tabla 16. Precio por capacitación.....	55
Tabla 17. Porcentaje de alumnos que seleccionaron 30 dólares.....	56
Tabla 18. Cálculo de beneficio esperado de forma anual	56
Tabla 19. Costo de compra de maquinaria.....	57
Tabla 20. Gasto en mobiliario.....	57
Tabla 21. Gastos y costos totales	58
Tabla 22. Escenario de uso del laboratorio 1 hora por semana	58
Tabla 23. Valores financieros	59
Tabla 24. Evaluación costo-beneficio del primer escenario	59

Tabla 25. Escenario de uso del laboratorio 3 horas por semana.....	59
Tabla 26. Valores financieros del segundo escenario.....	60
Tabla 27. Evaluación costo-beneficio del segundo escenario	60
Tabla 28. Plan de mejora basado en los resultados de la investigación para los alumnos detractores Fuente: Elaboración propia.....	63
Tabla 29. Plan de mejora basado en los resultados de la investigación para los alumnos con percepción neutra.....	64
Tabla 30. Acta de constitución del proyecto propuesto.....	66
Tabla 31. Enunciado del alcance	67
Tabla 32. Plan de gestión del alcance	67
Tabla 33. Estructura de desglose de trabajo del proyecto.....	69
Tabla 34. Proceso de desarrollo de cronograma	70
Tabla 35. Cronograma de Actividades del Proyecto	71
Tabla 36. Matriz de riesgo primera parte.....	72
Tabla 37. Matriz de riesgo segunda parte	72
Tabla 38. Matriz de riesgo tercera parte	73
Tabla 39. Matriz de comunicaciones primera parte.....	74
Tabla 40. Matriz de comunicaciones segunda parte	74

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para determinar la muestra	29
Ecuación 2. Cálculo de muestra de alumnos	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valor de NPS de la Facultad de Ingeniería en general, de sus carreras individuales, y de la carrera de Arquitectura.....	39
Figura 2. Diagrama de Pareto con datos de alumnos promotores.....	43
Figura 3. Diagrama de Pareto con datos de alumnos con percepción neutra	47
Figura 4. Diagrama de Pareto con datos de alumnos detractores	50
Figura 5. Análisis de satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura por el método de cajas	51

Figura 6. Percepción de alumnos sobre si adquirirán una ventaja en el campo laboral por saber utilizar los equipos del laboratorio de fabricación digital.....	52
Figura 7. Precio de alquiler por hora	53
Figura 8. Preferencia sobre las capacitaciones	54

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. INTRODUCCIÓN

Los laboratorios de fabricación digital son espacios en donde se pueden encontrar diferentes equipos tecnológicos, como por ejemplo impresoras 3D, fresadoras, cortadoras laser, computadoras con softwares para el desarrollo de productos, entre otros. Estos espacios han sido tema de estudio en la actualidad, puesto que tienen un gran potencial para el desarrollo de productos innovadores de bajo costo y también pueden ser de gran utilidad para el sector de la educación superior al ser espacios donde pueden realizarse prácticas innovadoras para facilitar el aprendizaje de los alumnos en tópicos específicos.

El presente documento tiene como objetivo conocer el nivel de satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa con respecto a los laboratorios donde realizan sus prácticas actualmente y justificar la creación de un laboratorio de fabricación digital en el nuevo edificio de laboratorios de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa. Basado en la metodología del Project Management Institute (PMI) se desarrollará la investigación; la instalación de un laboratorio de fabricación digital le daría a la población estudiantil de la universidad la capacidad de desarrollar habilidades, competencias y actitudes para resolver problemas en la experiencia práctica dentro entornos multidisciplinarios al desarrollar productos de cierta complejidad técnica mediante el uso de tecnologías de fabricación digital que serían de difícil acceso para el estudiante por su alto costo y poca accesibilidad en el país. La creación del laboratorio vendría a satisfacer las necesidades de los alumnos de la facultad y potenciar sus habilidades para generar mayor competitividad agregada en el mercado laboral.

1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En el año 2011 durante la conferencia llamada “II Jornadas de Creatividad Urbana” celebrada el 29 de junio de 2011 en la Universidad de Sevilla, se presentó la investigación “Experiencia piloto de fabricación digital comunitaria en Cáceres” elaborada por los conferencistas invitados José María Sánchez, Juan José Olmo, José Pérez de Lama, Manuel Gutiérrez de Rueda, José Buzón González y Juan Carlos Venegas. En esta investigación se definió un término de la Universidad de Sevilla llamado “commonfabbing” que se emplea para describir la aplicación del diseño y la fabricación digital para la construcción de comunidades y la producción social del espacio. Se muestran dos intervenciones urbanas colaborativas a través de talleres en los que se involucren instituciones locales, diversos agentes sociales, arquitectos y artistas especializados en la fabricación digital, con el resultado de la creación de varias piezas de mobiliario urbano.

El objetivo principal de su proyecto fue el de crear una red comunitaria en torno al diseño y la fabricación digital (Sánchez, y otros, 2011). Este tipo de proyectos demuestran el enorme potencial que tienen los Laboratorio de Fabricación Digital para llevar a cabo proyectos de vinculación social.



Ilustración 1. Mobiliaria definitivo de banco-pérgola-bancal fabricado en Laboratorio de Fabricación Digital

Fuente: (Sánchez, y otros, 2011)

Otro estudio realizado por la Universidad de Sevilla en 2011 titulado “Fabricación digital, código abierto e innovación distribuida” se enfocó en demostrar los beneficios educativos para los alumnos de arquitectura de la universidad a través de la innovación. En el artículo científico se menciona que la digitalización de la producción de arquitectura y los procesos de diseño hacen posible pensar que podría potenciarse la investigación por medio del uso de programas de código abierto y modelos de innovación distribuida.



Ilustración 2. Producto resultado de taller de fabricación digital para alumnos de arquitectura

Fuente: (Lama, Rueda, Sánchez, & Olmo, 2012)

En 2014 una investigación fue presentada por Miguel Fernandez-Vicente, Andrés Conejero, y Leopoldo Armesto de la Universidad Politécnica de Valencia en el XXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas titulada “Beneficios de la Integración de los Laboratorios de Fabricación Digital en la Educación Superior. En esta investigación los autores expusieron que estos Laboratorio de Fabricación Digital están experimentando una rápida expansión global que posibilitarán cambios en el planteamiento de los retos académicos, lo que hará posible que surjan nuevos modelos basados en el conocimiento teórico pero que a su vez podrán desarrollar habilidades, competencias y actitudes para resolver

problemas en el ámbito de la experiencia práctica dentro de entornos multidisciplinares (Fernández, Conejero, & Armesto, 2014, pág. 1).

También se describe un proyecto que realizaron en conjunto los estudiantes de Ingeniería Mecánica, Diseño de Producto e Ingeniería Eléctrica / Electrónica e Informática del programa educativo “European Project Semester” en el que lograron desarrollar un robot de bajo costo llamado “Hexápodo Hellium Frog”. Se concluyó en el documento que la principal ventaja de este tipo de proyectos es que los estudiantes, al usar estas herramientas y procedimientos innovadores, se ven mucho más motivados en su aprendizaje de la robótica, y finalizan mencionando que en su opinión este tipo de ideas se pueden aplicar a la malla curricular de los planes de estudio de las carreras universitarias como una manera de mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje de los alumnos (Fernández, Conejero, & Armesto, 2014, pág. 7).

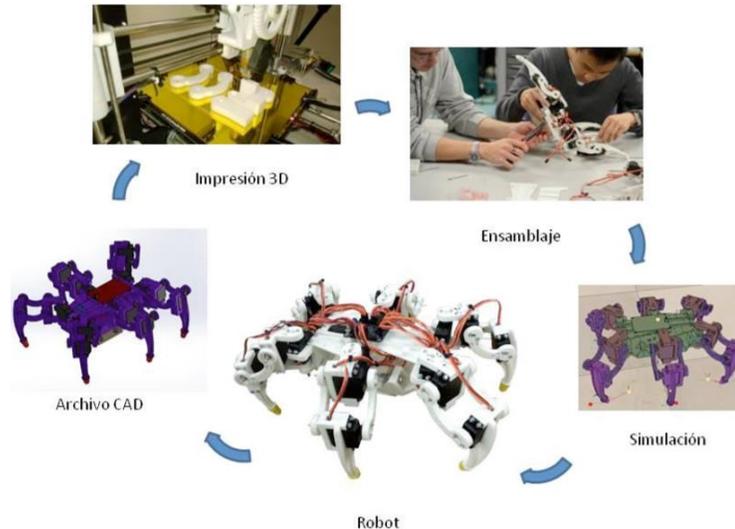


Ilustración 3. Ciclo de fabricación de Hexápodo Hellium Frog en Laboratorio de Fabricación Digital

Fuente: (Fernández, Conejero, & Armesto, 2014)

En el 2016 en la Universidad Complutense de Madrid en España realizó una investigación sobre estos espacios de fabricación digital enfocada en fomentar la competencia creativa de bajo costo. Se tomó como muestra un grupo de 44 estudiantes a los cuales se les asignó crear un diseño personalizado de un objeto articulado que fuera de bajo costo y utilizando las herramientas y softwares que se encontraban en el Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad. Con esta competencia, se validó que efectivamente se pueden generar productos creativos e innovadores de bajo costo en estos espacios mientras que los alumnos mejoran sus habilidades en el uso de nueva tecnología, siendo esta una forma de innovación educativa, ya que se les fomentó un aprendizaje tecnológico fundamentado en la práctica (Bonet, Meier, Saorín, Torre, & Carbonell, 2016, pág. 89).



Ilustración 4. Ejemplo de los objetos articulados realizados por los estudiantes

Fuente: (Bonet, Meier, Saorín, Torre, & Carbonell, 2016)

Los laboratorios de fabricación digital han sido un tema de investigación cada vez más explorado en los entornos de educación superior. En el año 2017, la Universidad CEU San Pablo en España publicó el artículo titulado “La fabricación digital y su aplicación en el ámbito de la educación superior universitaria. El laboratorio de fabricación digital FabLab Madrid CEU” en donde la directora del laboratorio de fabricación digital de la universidad, Covadonga Lorenzo

Cueva, investigó acerca de las formas en que estos espacios pueden beneficiar a los estudiantes de las universidades.

En esta investigación, se describen los equipos básicos con los que un laboratorio de fabricación digital debe de contar, además de sus aplicaciones prácticas. La autora se enfoca en la utilización de estos espacios en las prácticas de docencia de arquitectura y las ingenierías de la universidad, y expone varios ejemplos de proyectos realizados por alumnos de estas carreras utilizando las máquinas del laboratorio. También se mencionan los softwares que se utilizan para la elaboración de maquetas en tres dimensiones o piezas que luego pueden ser ensambladas para crear un producto original.

Con respecto a la Responsabilidad Social Empresarial, la autora menciona que podría existir una posible vinculación social al brindar a las personas estos espacios, creando dinámicas de aprendizaje que fomenten los proyectos e ideas innovadores (Cueva, 2017, pág. 35).



Ilustración 5. Silla fabricada por alumnos de Arquitectura en Laboratorio de Fabricación Digital

Fuente: (Cueva, 2017)

Según lo mostrado en esta sección, existen antecedentes de investigaciones que pretenden entender mejor el rol que tienen los Laboratorios de Fabricación Digital en el aprendizaje de los alumnos universitarios de las ingenierías y la arquitectura. En todas las investigaciones se concluyó

que este laboratorio enriquece la experiencia de aprendizaje de los alumnos al poder llevar los conceptos teóricos que aprenden en sus clases a la práctica. También se ha investigado los equipos que idealmente deben de encontrarse en estos laboratorios para que los estudiantes desarrollen sus proyectos. Se menciona también el impacto social que se puede llegar a tener al poder fabricar máquinas y mobiliario a un bajo costo en beneficio de la comunidad en general. Como conclusión, los Laboratorios de Fabricación Digital han probado tener múltiples beneficios en las universidades que los han implementado.

1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Facultad de Ingeniería de UNITEC en su campus de Tegucigalpa tiene planes para empezar la construcción de un nuevo edificio de laboratorios, en donde serán trasladados los laboratorios de Ingeniería Civil, Ingeniería en Energía, Manufactura y Fundición, Ingeniería en Biomédica, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Física y Química, además de que se planea construir un Laboratorio de Fabricación Digital.

En el caso del Laboratorio de Fabricación Digital, no ha habido una investigación de la demanda potencial que el mismo puede tener. Tampoco se conocen los equipos que debe de haber en este, ni las condiciones en que deben de ser operados. No hay un estudio de la inversión inicial que tendrá este laboratorio para que pueda ser funcional para los alumnos, ni están identificadas las actividades que estarían realizando en él. Como se detalló en los antecedentes del problema, este tipo de espacios pueden ser de gran impacto para la facultad de ingeniería, ya que se pueden realizar proyectos innovadores de bajo costo para hacer productos que pueden mejorar las competencias del alumno al manejar herramientas modernas. También se puede apoyar a impulsar el surgimiento de microempresas que podrán crear sus productos en este espacio y esto puede ser un componente para incentivar innovación del alumno.

En general se desconoce si la inversión en el laboratorio de fabricación digital que se estará haciendo está justificada en base a las necesidades de los alumnos de la Facultad de Ingeniería (que serán los principales beneficiarios del proyecto).

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Están satisfechos los alumnos de la Facultad de Ingeniería con los laboratorios donde realizan sus prácticas actualmente?
- ¿Son los beneficios esperados por los alumnos suficientes para justificar el costo de creación del laboratorio de fabricación digital?
- ¿Consideran los alumnos que la construcción de un laboratorio de fabricación digital tendrá un impacto positivo en su perfil de egreso?

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Conocer el nivel de satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa con respecto a los laboratorios donde realizan sus prácticas actualmente y justificar la creación de un laboratorio de fabricación digital en el nuevo edificio de laboratorios de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Medir la satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería con respecto a sus laboratorios actuales del campus de Tegucigalpa
2. Determinar si los beneficios esperados por los alumnos de la Facultad de Ingeniería son suficientes para justificar la creación del laboratorio de fabricación digital utilizando un análisis costo-beneficio

3. Conocer la percepción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería con respecto a las competencias que adquirirán al realizar prácticas de sus clases en un laboratorio de fabricación digital

1.5. JUSTIFICACIÓN

El presente siglo se denomina el siglo del conocimiento y el valor del conocimiento ha adquirido cada vez más importancia y muestra de ello es la diversidad de calificaciones que se usan para medir los países y uno de ellos es la innovación. Según el Global Innovation Index de 2018, coloca a Honduras en el puesto 99 y Costa Rica en el 54 (Organization, World Intellectual Property, 2018), está claro que estamos atrasados como país en términos de innovación debido que existe poca iniciativa política y académica para la generación de patentes que motiven a los emprendedores incursionar con sus proyectos personales. Tal como señala Andrés Oppenheimer:

Se requiere crear una cultura de la innovación donde haya un clima que produzca un entusiasmo colectivo por la creatividad, y glorifique a los innovadores productivos de la misma manera en que se glorifica a los grandes artistas o a los grandes deportistas, y que se desafíe a la gente a asumir riesgos sin temor a ser estigmatizados por el fracaso. (Oppenheimer, p. 283)

La propuesta de un Laboratorio de Fabricación Digital permitiría a los alumnos materializar productos que surjan de los espacios académicos o iniciativas grupales o individuales con el apoyo de los equipos disponibles en el laboratorio. Este tipo de laboratorio le permite al estudiante aprender haciendo, lo que facilitará el acceso a la cultura de aprendizaje a través de la experimentación y la innovación que predomina en los países que lideran el ranking de la innovación. Las actividades en el laboratorio ayudarán al alumno a familiarizarse con las técnicas y herramientas tecnológicas más reciente, lo que aportará al alumno a tener mayores competencias agregadas frente a los egresados de otras universidades.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) detectó en 2017 a través de encuestas de satisfacción del cliente una percepción negativa por parte de algunos alumnos de la Facultad de Ingeniería sobre los laboratorios de las carreras que ofrece. Entre los comentarios, se encontró que los estudiantes opinan que la universidad está invirtiendo más en carreras nuevas, enfocando así menos recursos en las ingenierías. También, los estudiantes comentaron que no hay suficiente espacio y que se podían encontrar, a su parecer, algunos equipos obsoletos en los laboratorios.

Basándose en estos resultados, la universidad decidió construir un nuevo edificio, en donde se trasladarán todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería; éstos son el laboratorio de física, química, ingeniería civil, ingeniería en mecatrónica, ingeniería en biomédica, ingeniería en telecomunicaciones, ingeniería en energía, e ingeniería industrial y de sistemas. Además, dentro de la nueva edificación, se pretende montar un nuevo laboratorio de fabricación digital, en donde los alumnos de la Facultad de Ingeniería puedan encontrar nueva tecnología para la creación de maquetas o prototipos de proyectos.

Se pretende mejorar la experiencia del estudiante de la Facultad de Ingeniería con este proyecto, que le facilitará a los usuarios espacios amplios con equipo de última generación que podrán utilizar para articular sus conocimientos teóricos y prácticos y de esta manera motivar la generación de investigaciones científicas y prototipos de proyectos que en un futuro puede crear nuevas patentes.

Actualmente en Honduras solo está activo el laboratorio de fabricación digital de la Cámara de Comercio e Industrias de Tegucigalpa (CCIT). Con los insumos tecnológicos encontrados en este laboratorio, los hondureños pueden hacer proyectos que resultan económicos y pueden tener un impacto positivo en su entorno como, por ejemplo, la fabricación de prótesis para los hondureños retornados, que es una de los más populares en el CCIT. UNITEC cuenta con una buena oferta de ingenierías electromecánicas que podrían crear proyectos de este tipo en beneficio de la sociedad, pensando en un impacto tanto local como global.



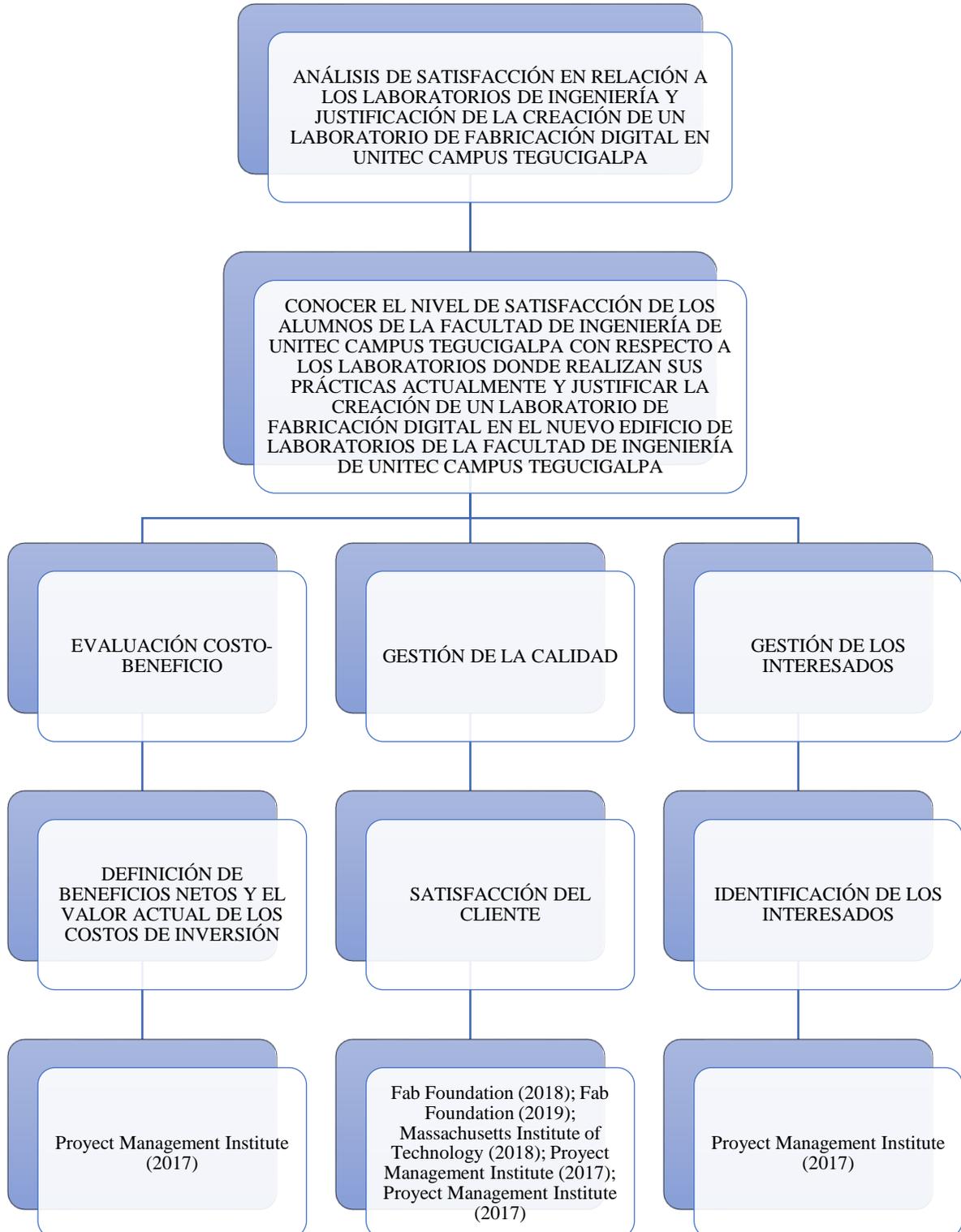
Ilustración 6. Laboratorio de fabricación digital de la Cámara de Comercio e Industrias de Tegucigalpa

Fuente: (Turcios, 2018)

En conclusión, actualmente solo existe un laboratorio de fabricación digital en Honduras, y ha demostrado que dentro de estos espacios las personas pueden desarrollar sus ideas de forma eficiente y eficaz. El impacto positivo que este tipo de espacios puede tener dentro de una institución de enseñanza superior puede ser muy elevado, ya que proporciona a los estudiantes con herramientas que pueden utilizar para llevar a cabo proyectos complejos que no solo mejoran su experiencia en general, si no que pueden beneficiar a la comunidad en general.

2.2. TEORÍA DE SUSTENTO

2.2.1. MAPA CONCEPTUAL DEL MARCO TEÓRICO



2.2.2. DEFINICIÓN Y CONCEPTO DE LA FABRICACIÓN DIGITAL

La fabricación digital es un concepto moderno, es la idea de poder empoderar a los usuarios con herramientas tecnológicas para que puedan desarrollar proyectos con grados distintos de complejidad. Su uso trae beneficios económicos significativos, y permite la materialización de ideas originales, potenciando así el emprendimiento.

Puede parecer que la definición de la fabricación digital es simple como lo indica su nombre, un proceso de digitalizar los procesos de fabricación que actualmente son utilizados. (Jorquera Ortega, 2017, pág. 5)

La fabricación digital incluye los siguientes sistemas y tecnologías:

- **Sistemas integrados:** definidos como hardware eléctrico que cumple con una o unas cuantas tareas predefinidas. Por ejemplo, una impresora de papel.
- **Sistemas de control numérico computarizado (CNC):** es un sistema de automatización que tiene el propósito de controlar diferente máquinas y herramientas que dan forma al material bruto.
- **Software de diseño asistido por computadora (CAD):** Es un programa que se utiliza para la creación, edición, análisis y visualización de modelos tridimensionales. No solamente sirven para la visualización, sino que también pueden hacer simulaciones.
- **Internet:** Por medio de la red, se pueden utilizar las facilidades instaladas en los softwares de diseño asistido por computadora para la colaboración en la creación de un nuevo proyecto y la definición del proceso para fabricarlo.

Algunos ejemplos de herramientas de fabricación digital son:

- Cortadora láser: Es un equipo que puede hacer cortes o gravados en distintos tipos de materiales por medio de un láser.



Ilustración 7. Cortadora laser cortando chapa de metal

Fuente: (Jorquera Ortega, 2017)

- Fresadora: Es una máquina que se utiliza para arrancar viruta con una herramienta multi filos rotativa.



Ilustración 8. Fresadora CNC cortando aluminio (izquierda) y fresas de cobalto (derecha)

Fuente: (Jorquera Ortega, 2017)

- Cortadora de vinilo: es una máquina utilizada para la fabricación de elementos gráficos sobre vinilo, por ejemplo, letreros y calcomanías.



Ilustración 9. Cortadora de vinilo

Fuente: (Busta y CIA, 2019)

- Tornos: Son un conjunto de máquinas y herramientas que cumplen el propósito de mecanizar, roscar, cortar, agujerear, y ranurar piezas de forma geométrica.



Ilustración 10. Torno

Fuente: (Herramental Monterrey S.A., 2018)

- Impresoras 3D: es una máquina capaz de crear réplicas de objetos tridimensionales diseñados en programas CAD.



Ilustración 11. Impresora 3D

Fuente: (Jorquera Ortega, 2017)

Con la fabricación digital, se pretende dar todas las herramientas tecnológicas para la creación física de ideas de los individuos. En la Ilustración 12. Juguetes de monstruos diseñados en taller juvenil con niños de 8 a 12 años, puede observarse un set de juguetes diseñados en un taller juvenil para estudiantes de 8 a 12 años de fabricación digital, utilizando particularmente la impresión 3D.



Ilustración 12. Juguetes de monstruos diseñados en taller juvenil con niños de 8 a 12 años

Fuente: (Jorquera Ortega, 2017)

2.2.3. EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO

En función de la descripción previa del análisis de la situación actual, se requiere determinar los beneficios que el laboratorio de fabricación digital generará debido que su inversión monetaria es alta. La metodología de Análisis de Costo-Beneficio ayudará a determinar la viabilidad económica de la propuesta al comparar los costos de inversión con los beneficios de su implementación, con el objetivo de comunicar a los principales interesados sobre la viabilidad económica del proyecto. Se define el análisis de Costo-Beneficio cómo:

Una metodología para calcular todos los beneficios sociales y todos los costos sociales de un proyecto de inversión. Determinar la viabilidad de una inversión y puede proporcionar una base para la comparación de proyectos alternativos antes gastar dinero público. (OCDE, 2016, p. 68)

La flexibilidad del análisis costo-beneficio como una herramienta financiera de evaluación de proyectos de inversión no solo permite medir viabilidad de la creación de un nuevo negocio, sino también, el desarrollo de nuevos productos o la compra de maquinaria, que en contexto a la propuesta para Laboratorio de Fabricación Digital se adecua debido que es el desarrollo de un nuevo espacio en donde se encontrarán equipos tecnológicos, como por ejemplo impresoras 3D, fresadoras, cortadoras laser, computadoras con softwares para el desarrollo de productos, que son de alto costo.

Para llevar a cabo el análisis costos-beneficio se deben seguir los siguientes pasos:

- Identificar Costos y Beneficios: se deben identificar la proyección de los costos totales y beneficios totales de la inversión para un periodo de tiempo determinado.
- Convertir Costos y Beneficios a Valor Actual: los valores proyectados en el proyecto no reflejan el valor del dinero en el tiempo, por ello se deben convertir a una tasa de descuento.

- Identificar relación costo-beneficio: es el resultado de la división del valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.
- Analizar relación costo-beneficio: es el indicador que mide la viabilidad del proyecto al comparar la relación entre los costos totales y los beneficios totales.

La importancia de realizar el análisis Costo-Beneficio es tener un fundamento para tomar la mejor decisión, con la información que nos proporciona el relacionar los costos y beneficios de dos o más proyectos.

La técnica del costo-beneficio se relaciona de manera directa con la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto a partir de los costos y beneficios que se derivan de él. Dicha relación de elementos, expresados en términos monetarios, conlleva la posterior valoración y evaluación. Es importante señalar que tomar una decisión implica elegir entre dos o más cursos de acción alternativos, por lo que el costo de oportunidad es otro factor para tener en cuenta, pues representa lo que se deja de ganar por haber rechazado el valor de la siguiente mejor opción. Siguiendo esta lógica, uno de los preceptos que propone el análisis costo-beneficio consiste en que no importa que tan adecuada sea la solución otorgada a un problema, la alternativa, o la propuesta, pues no dejará de tener un costo. (Díaz, 2017)

Para que el análisis cumpla con su objetivo es necesario plantearse las siguientes preguntas:

- El costo de la inversión sobrepasa el problema.
- La inversión tiene un valor alto, pero genera beneficios que no se cuantifican en términos monetarios.

El análisis requiere del acompañamiento de otras herramientas para facilitar la toma de decisiones, entre los métodos que se tomarán en cuenta son:

- Punto de Equilibrio: es el tiempo que tomaría para que los ingresos incrementados o gastos sea igual al costo total. (Pérez, 2015)
- Tasa Interna de Retorno: es la tasa de interés que define si una inversión presenta pérdida o ganancia en término de porcentaje. (Pérez, 2015)

- Valor Presente Neto: es convertir el valor futuro del dinero en valor presente mediante un factor de descuento. (Pérez, 2015)

Definiciones de Términos Financieros

- El costo total corresponde a la totalidad de los costos implicados para conocer o determinar el gastos y costos de sus productos o servicios. (Navarro, 2018)
- El beneficio es el excedente que queda después de minorar los costos totales de los ingresos totales, y la base sobre la que se calcula el impuesto y se pagan los dividendos. (Pérez, 2015)
- La tasa de descuento es el coste de capital que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro. (Burguillo, 2019)

2.2.4. GESTIÓN DE LA CALIDAD

Existen diversos mecanismos para poder garantizar la calidad de los productos o servicios que una organización ofrece. Algunas organizaciones se dedican a crear normas que regulen las variaciones aceptadas de los resultados de una empresa, entre ellas está la Organización Internacional de Normalización (ISO) que tiene una serie de estándares para verificar la calidad de distintos entregables. El Project Management Institute también busca equipar a las personas con herramientas para gestionar la calidad en proyectos.

La calidad de los proyectos es un elemento de la triple restricción que debe de tenerse en cuenta todo proyecto. Un producto o servicio es de calidad, cuando este cumple con los estándares definidos por las partes interesadas.

El Project Management Institute (2017) menciona:

La gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de

calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados. (p. 271)

Los tres procesos para la gestión de la calidad que deben de seguirse según la guía para la administración de proyectos del PMI son:

- Planificar la gestión de la calidad: Es el proceso de identificar los estándares de calidad que se estarán utilizando en el proyecto y además identificar la manera en que se medirá y comprobará que se está cumpliendo con estos.
- Gestionar la calidad: Es el proceso de convertir el plan de gestión de la calidad en acciones ejecutables de calidad que incorporen las políticas propias de la organización al proyecto.
- Controlar la calidad: Es el proceso de monitorear y registrar los resultados de ejecución del proyecto, con el objetivo de confirmar que las salidas sean satisfactorias y cumplan con las expectativas del cliente. (Project Management Institute, 2017)

El PMI reconoce que existen enfoques modernos de gestión de calidad que ayudan a cumplir con los requisitos establecidos. Estos enfoques reconocen la importancia de:

- La satisfacción del cliente: Entender, evaluar, definir y gestionar los requisitos, de modo que se cumplan las expectativas del cliente. Esto requiere una combinación de conformidad con los requisitos y adecuación para su uso.
- Costo de la Calidad: Se refiere al costo total del trabajo conforme y del trabajo no conforme que se deberá realizar como esfuerzo compensatorio debido a que existe la probabilidad de que en el primer intento de realizar dicho trabajo una parte del

esfuerzo para el trabajo a realizar se haga o se haya hecho de la manera incorrecta.

(Project Management Institute, 2017)

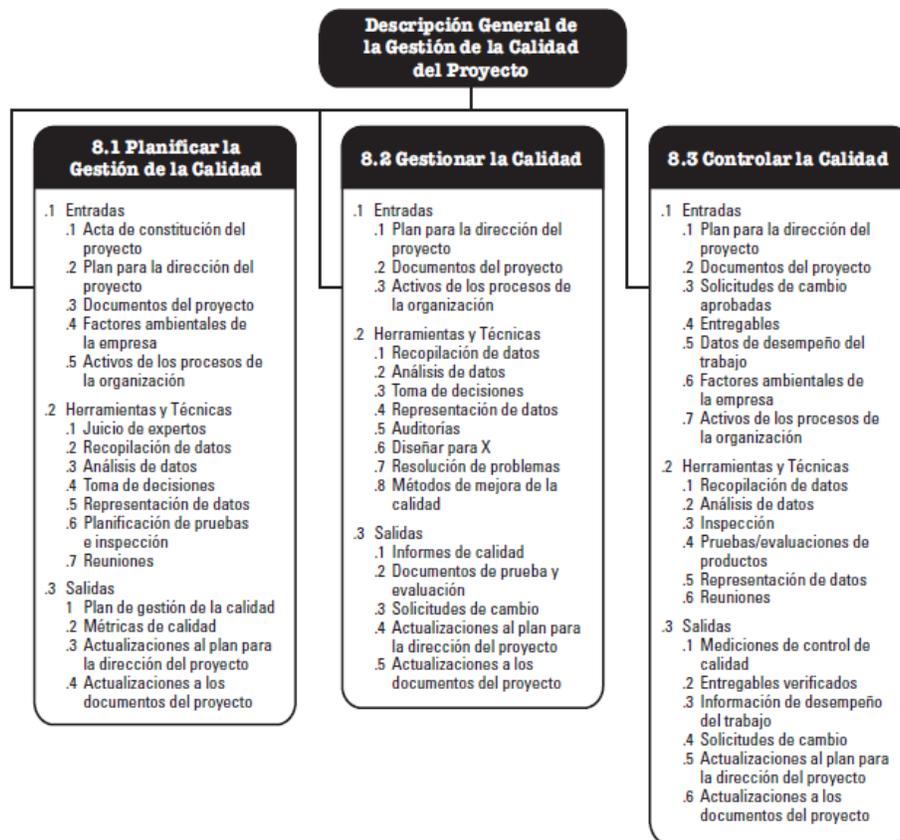


Ilustración 13. Descripción general de la gestión de la calidad en proyectos

Fuente: (Project Management Institute, 2017)

En el caso de los laboratorios de fabricación digital, existe la Fab Foundation, que define los estándares mínimos que deben de tener los laboratorios de fabricación digital. Esta organización también se dedica a ofrecer asesoría a empresas que deseen construir un laboratorio. Además, la organización pone a la disposición del público en general un listado de todos los insumos y equipos que se recomienda estén presente en este tipo de espacios.

2.2.4.1. HERRAMIENTA NET PROMOTER SCORE (NPS)

La herramienta Net Promoter Score más conocida como NPS surgió como una forma de medición de la satisfacción del cliente y su lealtad hacia la marca. Se introdujo en 2003 por Frederick F. Reichheld en su artículo científico “El único número que necesita para crecer” publicado en la revista Harvard Business Review.

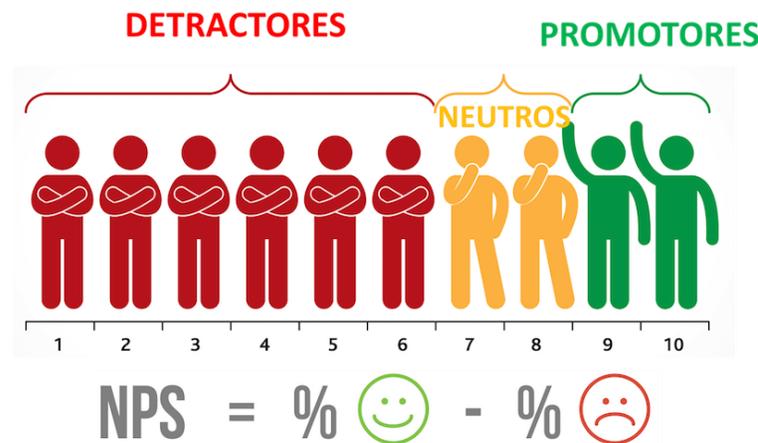


Ilustración 14. Net Promoter Score (NPS)

Fuente: (Real, 2018)

La herramienta se base en la pregunta “¿Qué tan probable es que recomiendo el producto a servicio x a un familiar o amigo?” donde se le indica al encuestado que debe responder con un número en 0 a 10, siendo 0 muy improbable y 10 muy probable, seguidamente se le pregunta el porqué de su respuesta. Se considera que, si la respuesta de la persona está entre 0 a 6, se puede clasificar como un detractor del producto o servicio; si la persona contesta entre 7 y 8 se clasifica como una persona con una percepción neutral del producto o servicio; y si califica con un 9 o 10 se clasifica como un promotor del servicio. Una vez recolectados los datos, se calcula la proporción de detractores y de promotores con respecto al número total de encuestados y se restan estos dos

porcentajes. El número que resulta de la resta estará entre el intervalo de -100 a 100, significando un NPS de -100 de que todos los encuestados son detractores y 100 que todos son promotores. Se considera que un NPS arriba de 0 es positivo, porque significa que hay más promotores del producto o servicio que detractores.

La herramienta resulta muy útil para medir el nivel de satisfacción de los clientes y crear planes de acción para mejorar la puntuación, es decir, convertir a los detractores y neutros en promotores.

2.2.5. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

Entre las áreas de conocimiento para la administración de proyectos se encuentra la gestión de los interesados. Esta incluye los procesos que se requieren para identificar las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto. Una vez identificados, se analizan sus expectativas y su impacto para crear estrategias apropiadas de gestión que permitan lograr una participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución de proyecto.

Los cuatro procesos para la gestión de la calidad que deben de seguirse según la guía para la administración de proyectos del PMI son:

- Identificar a los interesados
- Planificar el involucramiento de los interesados
- Gestionar el involucramiento de los interesados
- Monitorear el involucramiento de los interesados

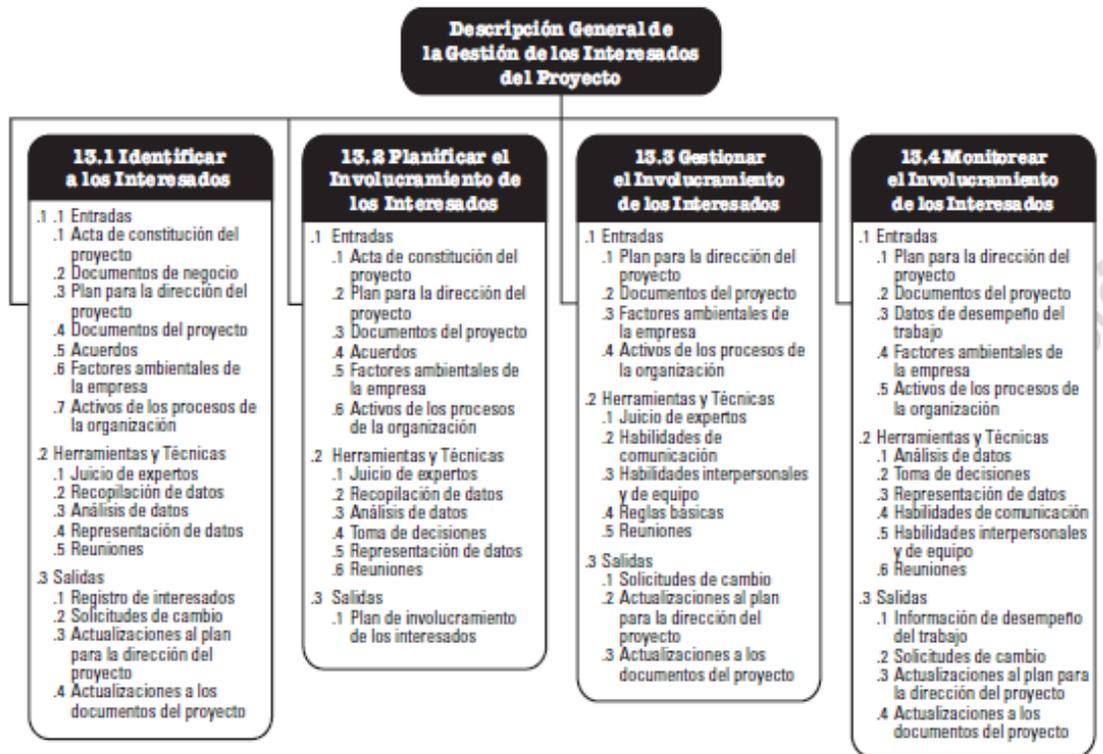


Ilustración 15. Descripción general de la gestión de los interesados en proyectos

Fuente: (Project Management Institute, 2017)

En el capítulo 2 se definió qué es un laboratorio de fabricación digital y los componentes que deben de existir en este espacio. También se describieron tres metodologías de gestión de proyectos: gestión de costos, gestión de calidad y gestión de interesados, que contienen procesos que serán utilizados para poder justificar la creación del laboratorio de fabricación digital en UNITEC campus Tegucigalpa.

Para las herramientas de interpretación de datos, se describió el análisis costo-beneficio que compara los beneficios esperados de un proyecto contra sus costos de inversión para saber si se justifica su ejecución. Además, se estudió la herramienta Net Promoter Score, con la cual se mide el nivel de satisfacción del cliente y su lealtad con el propósito de crear planes de acción que

mejoren ambos indicadores. Para la gestión de interesados, es importante conocer cuáles son las expectativas que tienen los clientes para crear un producto satisfactorio según su perspectiva. En este caso, los clientes son los alumnos de la Facultad de Ingeniería y se pretende conocer si consideran que un laboratorio de fabricación digital impactará positivamente su perfil de egreso, volviéndolos más competitivos en el mercado laboral.

La Responsabilidad Social Empresarial es una ventaja competitiva para las empresas. Según lo desarrollado en los antecedentes del problema, este tipo de espacios generan una gran cantidad de oportunidades para aprovechar en esta área.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE, TIPO, Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se abordará sobre la metodología de investigación y se definirá el diseño y el tipo de investigación con el cual se obtendrá la información de la muestra de la población mediante las técnicas y herramientas de recolección de información, que ayudarán a responder las preguntas de investigación planteadas.

Para la investigación, se ha decidido utilizar un enfoque mixto, debido a que este tipo de método permite integrar ambos enfoques tradicionales (cuantitativo y cualitativo) para poder producir una investigación más profunda.

La finalidad de la investigación será aplicada por tener como objetivo resolver el planteamiento sobre la justificación de la creación del laboratorio de fabricación digital. Según su alcance temporal, es una investigación transversal, ya que se analizarán datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestral. De acuerdo con su profundidad, es exploratoria, debido que el tema de investigación no ha sido explorado a profundidad en el entorno educativo.

Con el objetivo de obtener la información requerida para responder al planteamiento de la investigación, se debe de realizar un plan o estrategia. A este concepto se le conoce como el diseño de la investigación.

La presente investigación es nueva o poca conocida y por ello tendrá un diseño no experimental debido que las variables no serán manipuladas y se recolectarán los datos para la descripción de las variables en un momento dado apoyado en el diseño transeccional.

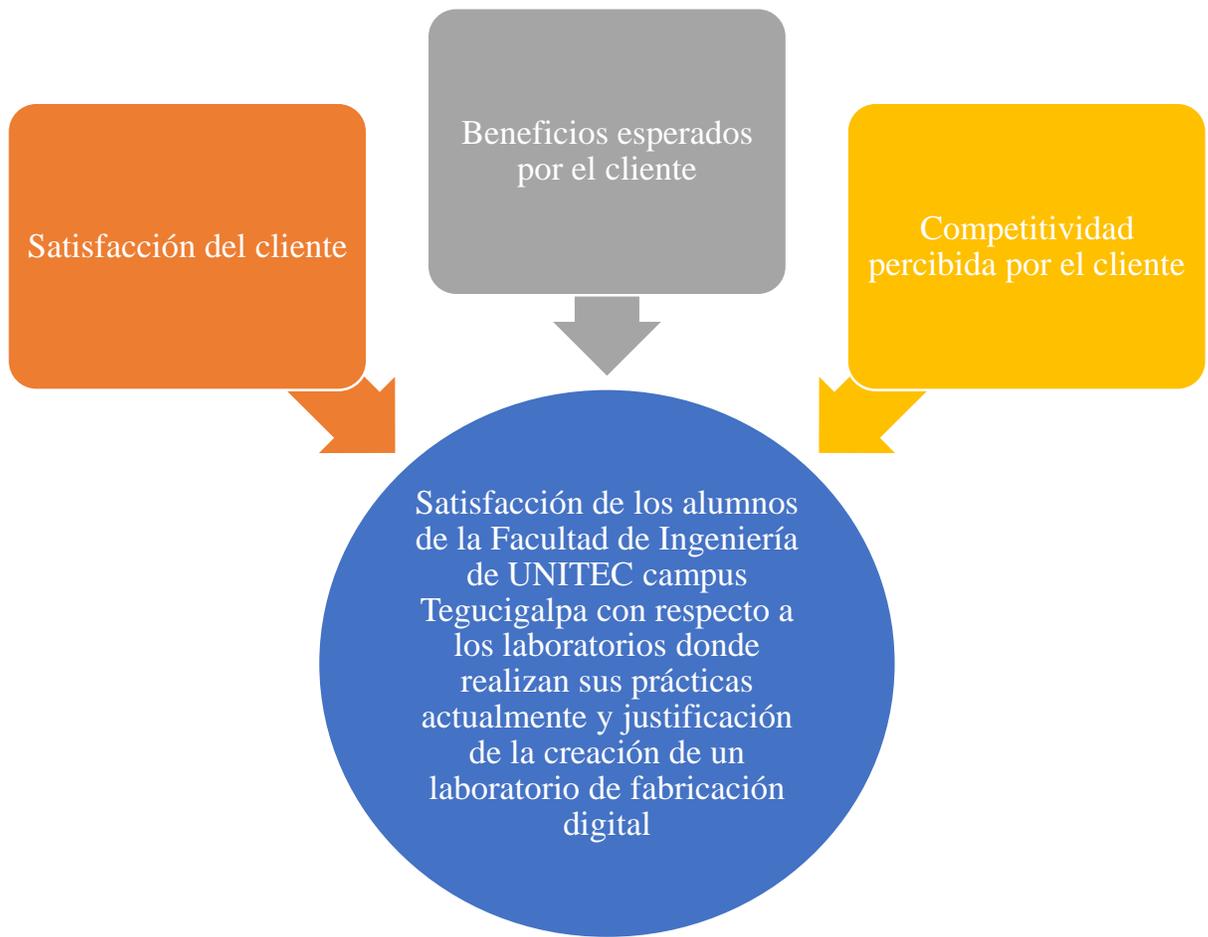


Ilustración 16. Diagrama sagital de variables

Fuente: Elaboración propia

3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método mixto implica una recolección de datos variados y un análisis a profundidad.

Entre sus beneficios está:

- Perspectiva más amplia y profunda
- Mayor teorización
- Datos más significativos y variados

- Indagaciones más dinámicas
- Mayor solidez y rigor
- Mejor recolección de datos

3.2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de la investigación serán los alumnos de Arquitectura y de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa. Según las estadísticas de la institución, para el segundo período de 2019, la población estudiantil total de reingreso para la carrera de arquitectura y las ingenierías es la siguiente:

Tabla 1. Población total de estudiantes de Arquitectura y de la Facultad de Ingeniería

Carrera	Estudiantes de reingreso
Ingeniería Civil	182
Ingeniería en Biomédica	152
Ingeniería en Energía	131
Ingeniería en Mecatrónica	196
Ingeniería en Telecomunicaciones	71
Ingeniería Industrial y de Sistemas	230
Arquitectura	116
Total	1079

Fuente: (UNITEC, 2019)

La localización de la población es en el campus de UNITEC en Tegucigalpa, que será en donde se construirá el edificio de laboratorios de ingeniería que es donde se planea que esté ubicado el laboratorio de fabricación digital. Este laboratorio será utilizado principalmente por los alumnos de Arquitectura y de la Facultad de Ingeniería.

3.2.2. TIEMPO Y MÉTODO DE MUESTREO DE LA INVESTIGACIÓN

Los tiempos de los métodos de estudio referente al muestreo, recolección, análisis de datos y la interpretación de los datos será de manera concurrente. Se recolectarán y se analizarán los

datos cuantitativos y cualitativos al mismo tiempo. Las condiciones que se tomarán en cuenta son las siguientes:

- Los datos se recabarán en paralelo y se hará una clara separación entre datos cuantitativos y cualitativos
- No se construirán bases de un análisis basándose en los resultados del otro
- Los resultados se consolidarán hasta que ambos conjuntos de datos han sido recolectados y analizados de manera separada
- Al final, se hará una meta inferencia, que será producto de ambos enfoques

La recolección de datos inició en el mes de abril y terminó en mayo de 2019.

Se escogió una muestra probabilística para la investigación, debido que todos los alumnos tienen las mismas oportunidades de ser seleccionados. Para calcular el tamaño de la muestra, se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2(p * q)}{e^2 + \frac{(z^2(p * q))}{N}}$$

Ecuación 1. Fórmula para determinar la muestra

Fuente: (Asesoría Económica & Marketing, 2009)

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- z = Nivel de confianza deseado, se utilizará un 90%
- p = Proporción de la población con la característica deseada, se asumirá un valor de 0.5

- q = Proporción de la población sin la característica deseada, se asumirá un valor de 0.5
- e = Nivel de error, se buscará tener un nivel de error del 10%
- N = Tamaño de la población, este dato se obtuvo de las estadísticas de UNITEC

A continuación, el resumen de los datos que se utilizaron para calcular la muestra de alumnos:

Tabla 2. Datos utilizados para el cálculo de la muestra de alumnos

Descripción	Valor
Nivel de confianza de 90%	1.65
Proporción de la población con la característica deseada	0.5
Proporción de la población sin la característica deseada	0.5
Tamaño de la población	1079

Fuente: Elaboración propia

$$n = \frac{1.65^2(0.5 * 0.5)}{0.1^2 + \frac{(1.65^2(0.5 * 0.5))}{1079}} = 64$$

Ecuación 2. Cálculo de muestra de alumnos

Al aplicar la fórmula para calcular el tamaño total de la muestra se obtiene un número de 64 estudiantes.

Otra característica que tomar en cuenta es que la población se encuentra dividida por grupos (las carreras que estudian los estudiantes) y la percepción puede llegar a cambiar de un grupo a otro. Según Levin & Rubin (2010), cuando la población tiene una clara división interna y que las opiniones pueden variar de un grupo a otro, el método de muestreo apropiado es el estratificado, en donde se toman muestras aleatorias de cada uno de los grupos para tener un resultado más

acertado de las características de la población total. En la Tabla 3 se define el número mínimo de encuestados por carrera que debe de tener la investigación:

Tabla 3. Muestreo estratificado de alumnos de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura

Carrera	Estudiantes de reingreso	Muestra de estudiantes
Ingeniería Civil	182	9
Ingeniería en Biomédica	152	9
Ingeniería en Energía	131	9
Ingeniería en Mecatrónica	196	9
Ingeniería en Telecomunicaciones	71	9
Ingeniería Industrial y de Sistemas	230	10
Arquitectura	116	9
Total	1079	64

Fuente: Elaboración propia

3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO

3.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PLAN DE INVESTIGACIÓN

Se desconoce la satisfacción de los alumnos con respecto a sus laboratorios actuales y si se justifica la alta inversión en espacio, equipos, insumos y personal para un laboratorio de fabricación digital en el nuevo edificio de laboratorios de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa.

Se fabricaron instrumentos para la recolección de datos para el análisis de las variables independientes. Se planeó recolectar la información de una muestra mínima de 64 alumnos de la Facultad de Ingeniería y de la carrera de arquitectura para conocer cuál es su nivel de satisfacción con respecto a sus laboratorios tradicionales, qué beneficios esperarían obtener del uso de un laboratorio de fabricación digital, y cuál es su percepción de cuánto elevaría su perfil profesional con respecto a egresados de otras universidades al hacer prácticas para desarrollar sus competencias en un laboratorio de fabricación digital.

3.3.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información se recopiló a través de encuestas realizadas por medios electrónicos y físicos; también se entrevistó a un grupo foco de la población con el objetivo de sondear los valores de las variables independientes. Además, se tiene pensado analizar los registros históricos de documentos ya generados por la universidad con respecto a la satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería.

La información se analizó con dos herramientas distintas, el análisis costo-beneficio y el Net Promoter Score (NPS). Con la información recolectada se conocerá el nivel de satisfacción de los alumnos con respecto a sus laboratorios tradicionales y se determinará si se justifica la inversión que se hará en el laboratorio de fabricación digital al compararla con los beneficios esperados por los clientes. Con la satisfacción del cliente, se comprobará la cantidad de promotores, personas con una posición neutral, y detractores de los laboratorios actuales de UNITEC.

Se concluirá al final del documento si la inversión en el laboratorio de fabricación digital se justifica a través del resultado del análisis costo-beneficio, el plan de acción desarrollado a partir de los resultados de la Net Promoter Score de los laboratorios actuales con los que cuenta la Facultad de Ingeniería, y la percepción de valor agregado al perfil de egresado que los alumnos sienten que obtendrán.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Entre las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, se tienen contemplados utilizar los siguientes:

- Encuestas: es un instrumento para recopilar datos mediante un cuestionario previamente diseñado.
- Registros históricos y documentos: constituyen una fuente de información fiable que se utiliza para el análisis o consultas de escenarios o tendencias.

3.5. MATRIZ METODOLÓGICA

Tabla 4. Matriz metodológica

ESTUDIO DE SATISFACCIÓN RELACIONADA A LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA E INTERÉS POR LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL DE LOS ALUMNOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CARRERA DE ARQUITECTURA DE UNITEC CAMPUS TEGUCIGALPA					
OBJETIVO GENERAL	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	NIVEL DE MEDICIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	NIVEL DE MEDICIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE
<p>Conocer el nivel de satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa con respecto a los laboratorios donde realizan sus prácticas actualmente y justificar la creación de un laboratorio de fabricación digital en el nuevo edificio de laboratorios de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa</p>	<p>¿Cuál es el nivel de satisfacción actual de los alumnos de la Facultad de Ingeniería y de la carrera de Arquitectura con respecto a sus laboratorios y talleres y se justifica la creación de un laboratorio de fabricación digital en el nuevo edificio de laboratorios de la Facultad de Ingeniería de UNITEC campus Tegucigalpa?</p>	<p>Beneficios esperados por los alumnos de Facultad de Ingeniería</p>	<p>Intervalo</p>	<p>Satisfacción con respecto a laboratorios y talleres actuales y justificación de la creación del laboratorio de fabricación digital</p>	<p>Intervalo</p>
		<p>Satisfacción del Cliente</p>	<p>Intervalo</p>		
		<p>Competitividad en el mercado laboral</p>	<p>Intervalo</p>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Continuación de matriz metodológica

ESTUDIO DE SATISFACCIÓN RELACIONADA A LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA E INTERÉS POR LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL DE LOS ALUMNOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CARRERA DE ARQUITECTURA DE UNITEC CAMPUS TEGUCIGALPA		
OBJETIVOS ESPECIFICOS	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	MARCO TEORICO
Determinar si los beneficios esperados por los alumnos y docentes de la Facultad de Ingeniería son suficientes para justificar la creación del laboratorio de fabricación digital utilizando un análisis costo-beneficio	¿Son los beneficios esperados por los alumnos y docentes suficientes para justificar el costo de creación del laboratorio de fabricación digital?	PMI - Análisis costo-beneficio
Medir la satisfacción de los alumnos y docentes de la Facultad de Ingeniería con respecto a sus laboratorios actuales del campus de Tegucigalpa y cómo esta cambiaría con la creación del laboratorio de fabricación digital	¿Están satisfechos los alumnos y docentes de la Facultad de Ingeniería con los laboratorios donde realizan sus prácticas actualmente?	PMI - Gestión de Calidad
Conocer la percepción de los alumnos y docentes de la Facultad de Ingeniería con respecto a las competencias que adquirirán al realizar prácticas de sus clases en un laboratorio de fabricación digital	¿Consideran los alumnos y docentes que la construcción de un laboratorio de fabricación digital tendrá un impacto positivo en su perfil de egreso?	PMI - Gestión de Calidad

Fuente: Elaboración propia

Se concluye en este capítulo que la investigación de tipo aplicada recolectará datos cuantitativos y cualitativos con el propósito de obtener resultados más profundos y con mayor validez científica para lograr su objetivo de medir la satisfacción y justificar la inversión en el laboratorio de fabricación digital, de una muestra estratificada de 64 alumnos. Con respecto al tiempo de investigación, se consideró que será abril a mayo de 2019.

Las herramientas para la recolección de datos serán encuestas digitales y físicas, además de la revisión de registros históricos y documentos. Para el análisis de los datos se utilizarán métodos estadísticos y las herramientas de gestión de proyectos (análisis costo-beneficio y Net Promoter Score (NPS)).

El documento final de investigación concluirá la satisfacción de los estudiantes y si se justifica la inversión en el laboratorio de fabricación digital en UNITEC campus Tegucigalpa en base a los análisis que se realizaron, además de un plan de mejora y un proyecto propuesto.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente capítulo tiene el objetivo de mostrar los resultados que se obtuvieron al analizar los datos recolectados por los instrumentos fabricados que fueron aplicados a los alumnos de la Facultad de Ingeniería y los alumnos a Arquitectura de UNITEC campus Tegucigalpa. Se pretende dar respuesta a las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos planteados.

Solo se recolectaron los datos de los alumnos, debido a que serán los principales usuarios de los laboratorios. Se deberá de planificar una segunda fase en donde se entreviste a personal docente y administrativo, en la cual se les pregunte su percepción sobre este nuevo tipo de espacios.

4.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN CAMPO

Para poder conocer la satisfacción de los alumnos de Arquitectura y la Facultad de Ingeniería en general, se realizó un muestreo estratificado tomando 108 encuestas de manera aleatoria, obteniendo así un 92% de nivel de confianza en los resultados.

El cálculo de la muestra estratificada de cada carrera se realizó con la siguiente ecuación:

$$Muestra\ Estratificada = \frac{n}{N} * Alum_{carrera}$$

Ecuación 3. Cálculo de muestra estratificada

Fuente: (Levin & Rubin, 2010)

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Población estudiantil total para el periodo analizado

$Alum_{carrera}$ = alumnos matriculados en la carrera

A continuación, la cantidad de encuestas que se seleccionaron por carrera:

Tabla 6. Muestreo estratificado

Carrera	Número de alumnos matriculados	Muestra estratificada
Ingeniería Civil	182	18
Ingeniería en Biomédica	152	16
Ingeniería en Energía	131	13
Ingeniería en Mecatrónica	196	19
Ingeniería en Telecomunicaciones	71	7
Ingeniería Industrial y de Sistemas	230	23
Arquitectura	116	12
Total	1078	108

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. ANÁLISIS NPS

Se analizaron los datos obtenidos para medir la satisfacción de los estudiantes con respecto a sus laboratorios actuales utilizando la herramienta NPS, obteniendo así los siguientes resultados:

Tabla 7. Valor de NPS de las carreras de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura

Nombre	Detractores (0-6)	Neutros (7-8)	Promotores (9-10)	Número total de respuestas	Valor NPS
Facultad de Ingeniería	22	44	30	96	8%
Ingeniería Civil	1	7	10	18	50%
Ingeniería en Biomédica	9	5	2	16	-44%
Ingeniería en Energía	3	7	3	13	0%
Ingeniería en Mecatrónica	6	11	2	19	-21%
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	1	4	2	7	14%
Ingeniería Industrial y de Sistemas	2	10	11	23	39%
Arquitectura	1	8	3	12	17%

Fuente: Elaboración propia

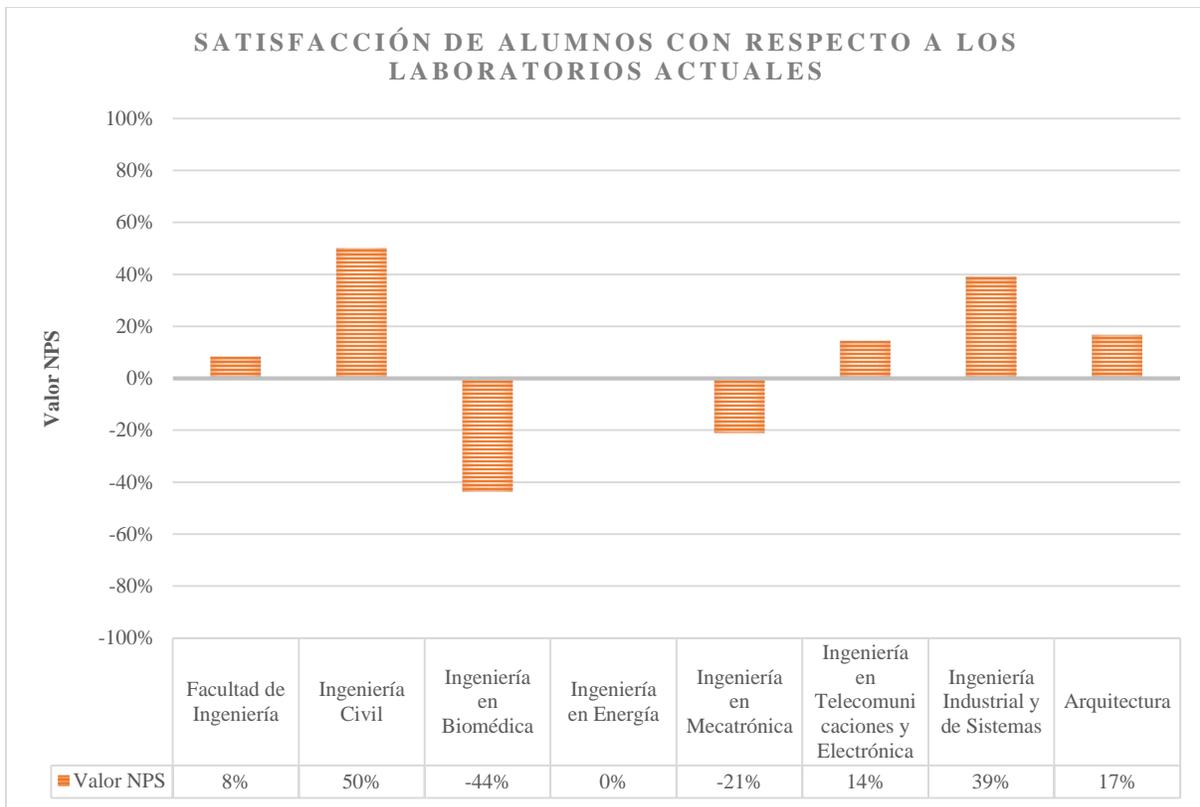


Figura 1. Valor de NPS de la Facultad de Ingeniería en general, de sus carreras individuales, y de la carrera de Arquitectura

Fuente: Elaboración propia

Las carreras que tienen un NPS negativo dentro de la Facultad de Ingeniería con respecto a sus laboratorios propios son Ingeniería en Biomédica e Ingeniería en Mecatrónica, esto quiere decir que existe un mayor porcentaje de alumnos insatisfechos que satisfechos en estas dos carreras. Ingeniería en Energía presenta un NPS igual al 0%, lo que quiere decir que en esta carrera los alumnos tienen una percepción neutra acerca de los laboratorios. En el caso de Ingeniería Civil, Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica e Ingeniería Industrial y de Sistemas, hay más alumnos promotores de los laboratorios.

Luego de analizar los datos cuantitativos, se analizarán los datos cualitativos para encontrar las razones por lo que los alumnos son promotores, neutros o detractores de los laboratorios de sus carreras.

Para analizar la parte cualitativa se definieron 5 categorías en las cuales se clasificarán cada uno de los comentarios que colocaron los alumnos. Con estas categorías se pretende elaborar gráficos de Pareto (Causa – Efecto) y conocer qué es lo que más valoran y lo que más exigen los alumnos en sus laboratorios.

Tabla 8. Categorías para la clasificación de comentarios

Categorías
Equipo
Instalaciones/Espacio
Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Comodidad
Otros

Fuente: Elaboración propia

A continuación, los comentarios brindados por los alumnos catalogados como promotores:

Tabla 9. Comentarios de alumnos promotores de laboratorios de ingeniería de UNITEC campus TGU

Carrera	Respuesta	Comentario	Categoría de comentario
Ingeniería Civil	9	Cuenta con equipos avanzados.	Equipo
Ingeniería Civil	9	El laboratorio de mi carrera está bien equipado no me puedo quejar.	Equipo
Ingeniería Civil	10	Buenas instalaciones	Instalaciones/Espacio
Ingeniería Civil	10	Debido a que se nos enseña un poco del trabajo que de desempeña en la vida real. Cuentan con equipos que no están en las demás universidades.	Equipo
Ingeniería Civil	10	Están bien equipados	Equipo
Ingeniería Civil	10	Porque ahí se aprenden varias pruebas que uno debe saber para el trabajo, nos capacita	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería Civil	10	Porque en el laboratorio están todos los materiales necesarios para desarrollar de forma eficiente el laboratorio.	Equipo
Ingeniería Civil	9	Consideró que tiene equipos adecuados	Equipo
Ingeniería Civil	10	Están bien equipados y muy funcionales.	Equipo
Ingeniería Civil	9	Son muy buenos para trabajar	Comodidad
Ingeniería en Biomédica	9	Tienen buenas computadoras	Equipo

Carrera	Respuesta	Comentario	Categoría de comentario
Ingeniería en Biomédica	9	Son avanzados y completos.	Equipo
Ingeniería en Mecatrónica	9	Me parece que están bien equipados, aunque podrían mejorar	Equipo
Ingeniería en Mecatrónica	9	Son Muy cómodos y sus equipos están actualizados y son fluidos.	Equipo
Ingeniería en Energía	9	Disponibilidad de horario, disponibilidad/variedad de materiales	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Energía	9	Están bien equipados	Equipo
Ingeniería en Energía	10	Están ampliamente equipados	Equipo
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	9	En el área de telecomunicaciones se tiene equipo en distintas áreas que ayuda a consolidar todo lo visto en clase	Equipo
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	9	Falta mejorarlos un poco	Otros
Ingeniería Industrial y de Sistemas	9	Son muy ordenados.	Comodidad
Ingeniería Industrial y de Sistemas	10	Cuentan con todo lo necesario para nuestro aprendizaje	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería Industrial y de Sistemas	10	Cuentan con equipo bastante relacionado a las carreras	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	9	Equipo, prácticas,	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	9	Brindan el material necesario	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	10	Tienen lo necesario	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	10	porque tienen todos los programas necesarios	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	9	Bien equipados	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	10	Si lo recomendaría, pero igual no los prestan	Otros
Ingeniería Industrial y de Sistemas	10	Nos brindan una experiencia de aprendizaje única y nos deja experimentar con las herramientas que utilizaremos más adelante	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería Industrial y de Sistemas	10	Son cómodos	Comodidad
Arquitectura	9	Cuentan con los materiales o bueno equipo necesario, pero son pequeños	Equipo
Arquitectura	10	Porque sería fácil la experimentación de una variedad de actividades educativas	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Arquitectura	10	Están en buen mantenimiento y condiciones	Instalaciones/Espacio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultado de la clasificación de los comentarios de alumnos promotores

Categorías	Cantidad de comentarios en categoría	Porcentaje
Equipo	21	63.64%
Experiencia Enseñanza - Aprendizaje	5	15.15%
Comodidad	3	9.09%
Otros	2	6.06%
Instalaciones/Espacio	2	6.06%
Total	33	100%

Fuente: Elaboración propia

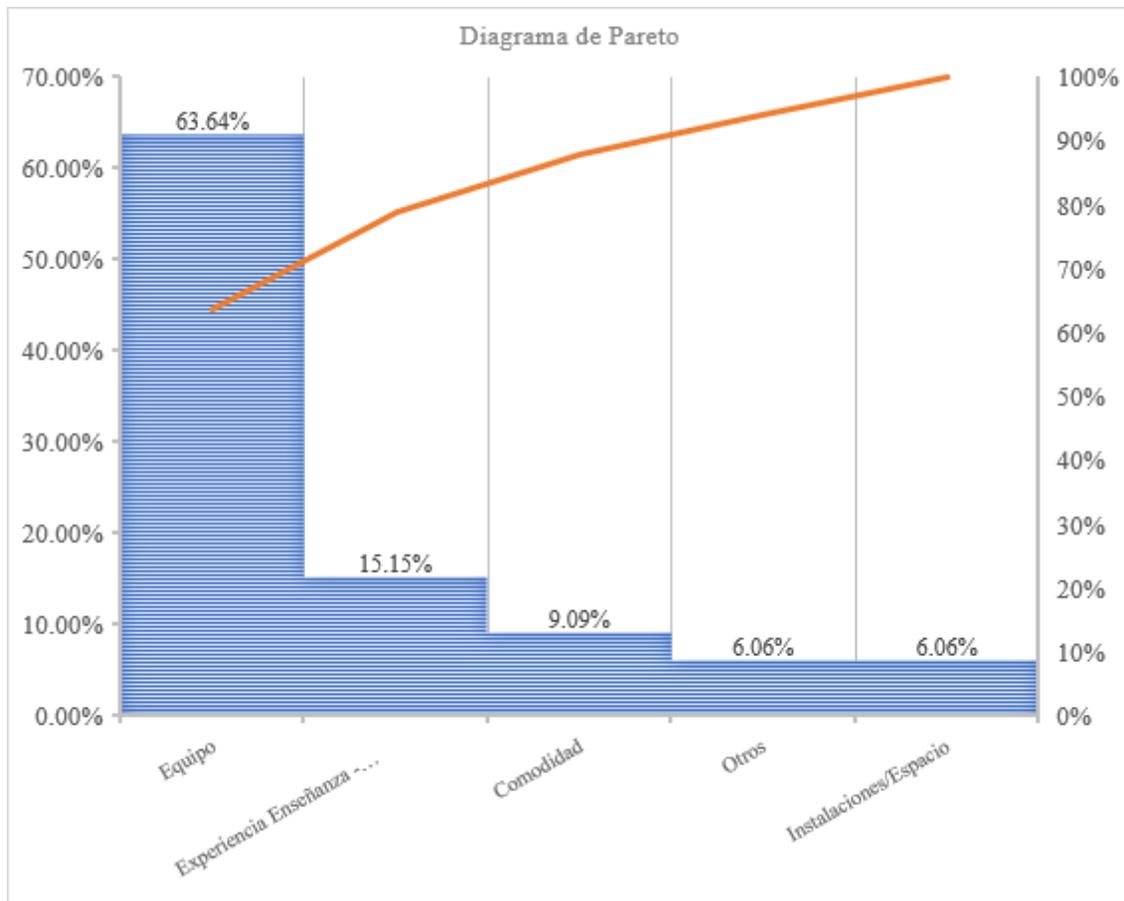


Figura 2. Diagrama de Pareto con datos de alumnos promotores

Fuente: Elaboración propia

Según el diagrama de Pareto, el 80% de los comentarios de los alumnos promotores mencionan que lo que más valoran de sus laboratorios de carrera son los equipos y la experiencia enseñanza-aprendizaje.

Tabla 11. Comentarios alumnos con percepción neutra de los laboratorios de ingeniería de UNITEC campus TGU

Carrera	Respuesta	Comentario	Categoría de comentario
Ingeniería Civil	7	Existen algunos ensayos importantes que no se realizan	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería Civil	8	Porque constan de muchos que equipos que no tienen otras universidades del país. Sin embargo, ciertos equipos no pueden ser utilizados porque no se les da el mantenimiento necesario.	Equipo
Ingeniería Civil	8	Algunos equipos están en mal estado o son viejos, además es muy pequeño para ciertas prácticas	Equipo
Ingeniería Civil	7	Es un laboratorio muy equipado, pero no se utiliza todo en su totalidad, se debe aplicar ensayos para resistencia de materiales, mecánica de fluidos	Equipo
Ingeniería Civil	7	Falta equipo	Equipo
Ingeniería Civil	7	.	Otros
Ingeniería Civil	7	Tienen lo necesario	Equipo
Ingeniería en Biomédica	8	Ya que las ejercicios en el laboratorio aumenta el conocimiento de los fenómenos físicos de manera más experimental	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Biomédica	7	Son pequeños	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Biomédica	8	Algunos están bien equipados, otros les falta un poco	Equipo
Ingeniería en Biomédica	7	Tal vez por falta de espacio y equipo	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Biomédica	7	.	Otros
Ingeniería en Mecatrónica	8	Están bien. Están bien equipados. Lo malo es que son un poco pequeños.	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Mecatrónica	8	A veces el internet se cae, en medio de un examen, en medio de una clase y se pierde tiempo.	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Mecatrónica	8	Tienen lo necesario	Equipo
Ingeniería en Mecatrónica	8	Cuentan con bastantes materiales y maquinaria para disposición de uno	Equipo
Ingeniería en Mecatrónica	7	Los laboratorios cuentan con un buen contenido, pero el tiempo de desarrollo es mínimo. En ocasiones no se sabe la razón de algo en ejecución.	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje

Carrera	Respuesta	Comentario	Categoría de comentario
Ingeniería en Mecatrónica	8	porque son buenos y muy informativos el único problema es el espacio otorgado	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Mecatrónica	7	Los labs de física necesitan más espacio y mejores condiciones para que las prácticas sean más precisas	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Mecatrónica	8	Son muy organizados y tienen todas las herramientas necesarias	Comodidad
Ingeniería en Mecatrónica	8	Están muy bien equipados, aunque algunos aparatos están en malas condiciones	Equipo
Ingeniería en Mecatrónica	8	porque están distribuida de manera ordenada	Comodidad
Ingeniería en Mecatrónica	7	El equipo es un poco viejo	Equipo
Ingeniería en Energía	8	Tienen un excelente equipo para realizar prácticas	Equipo
Ingeniería en Energía	7	No pienso que se le dé el uso que merecen a los equipos de laboratorio, asimismo, no veo a alguien capacitado para explicar su funcionamiento	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Energía	7	Son buenos, pero en laboratorios de carrera se necesita gente capacitada para impartirlos	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Energía	8	Porque a veces hay equipo que falla	Equipo
Ingeniería en Energía	7	Yo creo que le faltan algunas cosas, al igual que faltan más laboratorios	Equipo
Ingeniería en Energía	8	Por el espacio de estos	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Energía	8	Porque son modernos	Otros
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	7	No cuenta con el espacio necesario.	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	8	Muy poco espacio	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	8	Son bastante limpios y ordenados pero el espacio a veces resulta demasiado pequeño para trabajar cómodamente.	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	7	Por su comodidad	Comodidad
Ingeniería Industrial y de Sistemas	8	Son suficientes.	Otros
Ingeniería Industrial y de Sistemas	7	La mayoría de los laboratorios están diseñados para el uso de por parte de las Ingenierías Electromecánicas	Otros
Ingeniería Industrial y de Sistemas	7	Tecnológicos	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	7	El equipo es muy bueno, sin embargo, hay ciertos laboratorios que son muy pequeños	Instalaciones/Espacio
Ingeniería Industrial y de Sistemas	7	Porque es mejor irnos familiarizando con los equipos y prácticas que	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje

Carrera	Respuesta	Comentario	Categoría de comentario
		realizamos en el laboratorio, para poder manejarlos cuando nos presentemos en el mundo laboral.	
Ingeniería Industrial y de Sistemas	7	Tienen un buen equipo	Equipo
Ingeniería Industrial y de Sistemas	8	Son buenos	Otros
Ingeniería Industrial y de Sistemas	7	muy pequeños	Instalaciones/Espacio
Ingeniería Industrial y de Sistemas	8	Son buenos, pero no tienen aire acondicionado.	Comodidad
Ingeniería Industrial y de Sistemas	7	porque si	Otros
Arquitectura	8	Son espacios completos y cumplen muchas necesidades	Instalaciones/Espacio
Arquitectura	8	Considero que los laboratorios prestan las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades.	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Arquitectura	7	Siento que los laboratorios podrían ser mejores	Otros
Arquitectura	8	son limpios y bien equipados pero un poco pequeños	Instalaciones/Espacio
Arquitectura	8	Comprende de laboratorios excelentemente equipados y proporcionados todo el equipo necesario	Equipo
Arquitectura	8	Se pueden mejorar	Otros
Arquitectura	7	Porque no hay herramientas	Equipo
Arquitectura	7	Están equipados con lo justo, pero hay cosas por mejorar	Equipo

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 18. Nube de palabras más mencionadas por alumnos con percepción neutra

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Resultado de la clasificación de los comentarios de alumnos con percepción neutra

Categorías	Cantidad de comentarios en categoría	Porcentaje
Equipo	18	34.62%
Instalaciones/Espacio	13	25.00%
Otros	9	17.31%
Experiencia Enseñanza - Aprendizaje	8	15.38%
Comodidad	4	7.69%
Total	52	100.00%

Fuente: Elaboración propia

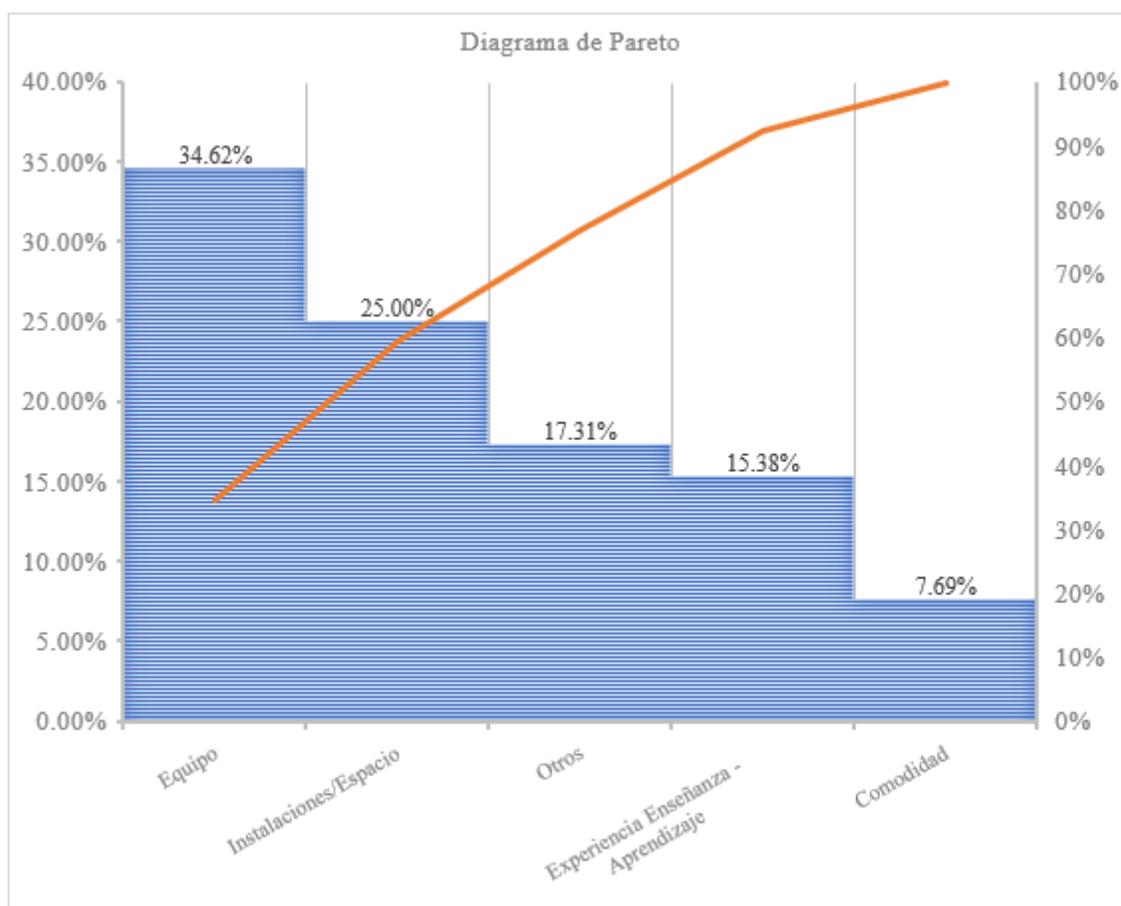


Figura 3. Diagrama de Pareto con datos de alumnos con percepción neutra

Fuente: Elaboración propia

Los alumnos que poseen una percepción neutra de los laboratorios mencionan mucho que los laboratorios tienen equipo que no se está utilizando y que consideran que los espacios son insuficientes para poder realizar sus prácticas.

Tabla 13. Comentarios alumnos detractores de los laboratorios de ingeniería de UNITEC campus TGU

Carrera	Respuesta	Comentario	Categoría de comentario
Ingeniería Civil	5	Son poco prácticos	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Biomédica	6	Si creo que tiene varios equipos de utilidad, aunque el espacio es muy reducido	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Biomédica	3	Debemos mejorar los espacios de laboratorio para una mayor comodidad	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Biomédica	6	Los recomendaría porque cuentan con los materiales e instrumentos didácticos para dar las clases, sin embargo, las instalaciones son muy pequeñas y en el laboratorio de Biomédica la mayor parte de los equipos no funcionan correctamente.	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Biomédica	1	no hay nada útil	Equipo
Ingeniería en Biomédica	2	Cuentan con poco espacio	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Biomédica	6	Falta de Equipos	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Biomédica	6	El laboratorio de Biomédica no cumple con expectativas, hay equipos en mal estado	Equipo
Ingeniería en Biomédica	5	Porque siento que no están bien equipados e incluso el laboratorio de biomédica está descuidado	Equipo
Ingeniería en Biomédica	6	Algunos laboratorios, como el de biomédica necesitan mejoras	Otros
Ingeniería en Mecatrónica	6	Algunos laboratorios como el de PLC son muy viejos y ya no se utilizan en la industria.	Equipo
Ingeniería en Mecatrónica	5	Porque explican bien todas las prácticas	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Mecatrónica	3	no hay espacio y hace falta más tecnología para ser UNITEC	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Mecatrónica	6	.	Otros

Carrera	Respuesta	Comentario	Categoría de comentario
Ingeniería en Mecatrónica	4	Tiene poco espacio, los equipos son viejos	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Mecatrónica	6	Muy pequeños, no hay mucho equipo, el equipo es viejo	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Energía	6	No hay suficiente espacio, lo que dificulta el trabajo en ellos	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Energía	5	No están capacitados	Experiencia Enseñanza - Aprendizaje
Ingeniería en Energía	6	Están bien equipados, pero espacios reducidos	Instalaciones/Espacio
Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica	4	Son pequeños	Instalaciones/Espacio
Ingeniería Industrial y de Sistemas	6	Porque solo es un aula no un laboratorio	Instalaciones/Espacio
Ingeniería Industrial y de Sistemas	6	Debería haber más computadoras, por si falla alguna.	Equipo
Arquitectura	4	Tienen escasos recursos	Equipo

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 19. Nube de palabras más mencionadas por alumnos detractores

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resultado de la clasificación de los comentarios de alumnos detractores

Categorías	Cantidad de comentarios en categoría	Porcentaje
Instalaciones/Espacio	12	52.17%
Equipo	6	26.09%
Experiencia Enseñanza - Aprendizaje	3	13.04%
Otros	2	8.70%
Comodidad	0	0.00%
Total	23	100.00%

Fuente: Elaboración propia

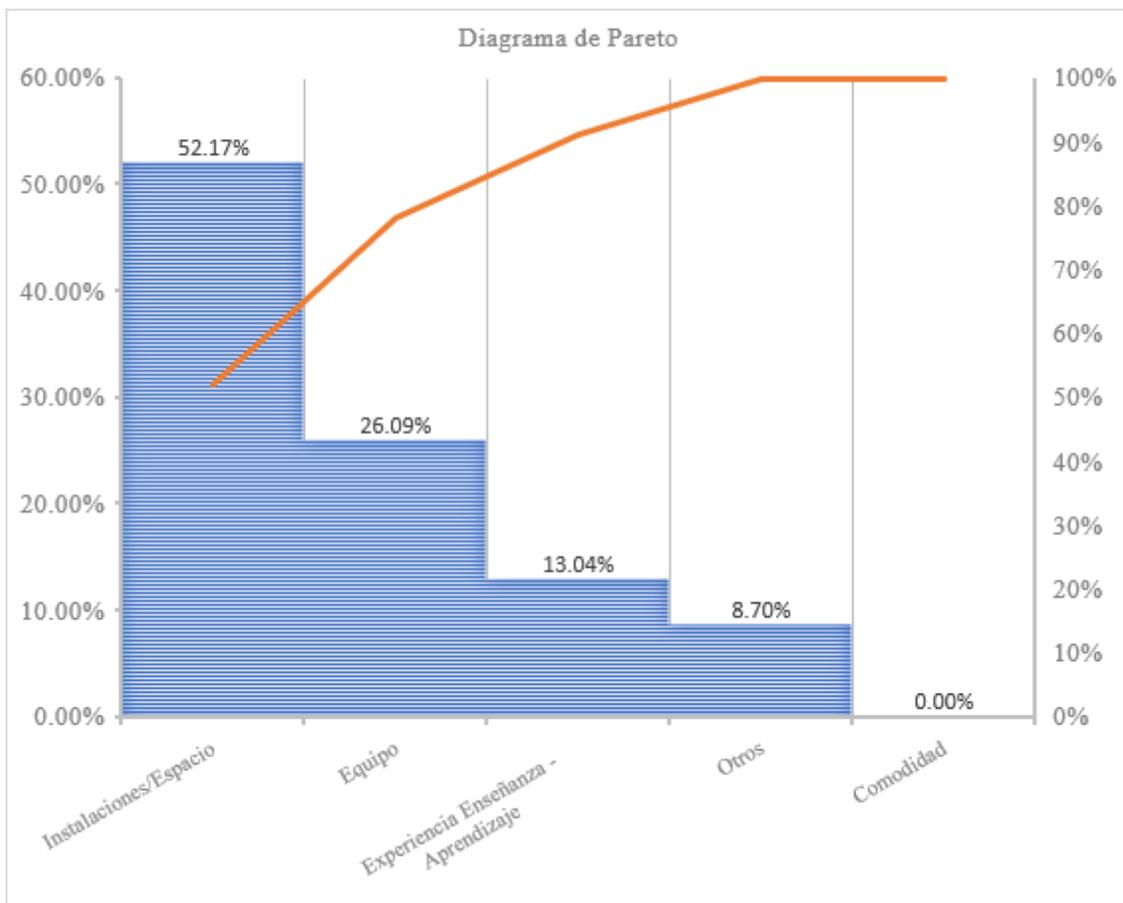


Figura 4. Diagrama de Pareto con datos de alumnos detractores

Fuente: Elaboración propia

El problema más mencionado por los alumnos que tienen una percepción negativa de los laboratorios son los espacios con los que cuentan, la mayoría expresa que son muy pequeños para poder realizar sus prácticas y además mencionan que los equipos en ellos son obsoletos a su parecer y que no cumplen con sus expectativas. Este grupo de alumnos también mencionan que falta personal capacitado dentro de los laboratorios y que están inconformes con los ensayos que han desarrollado.

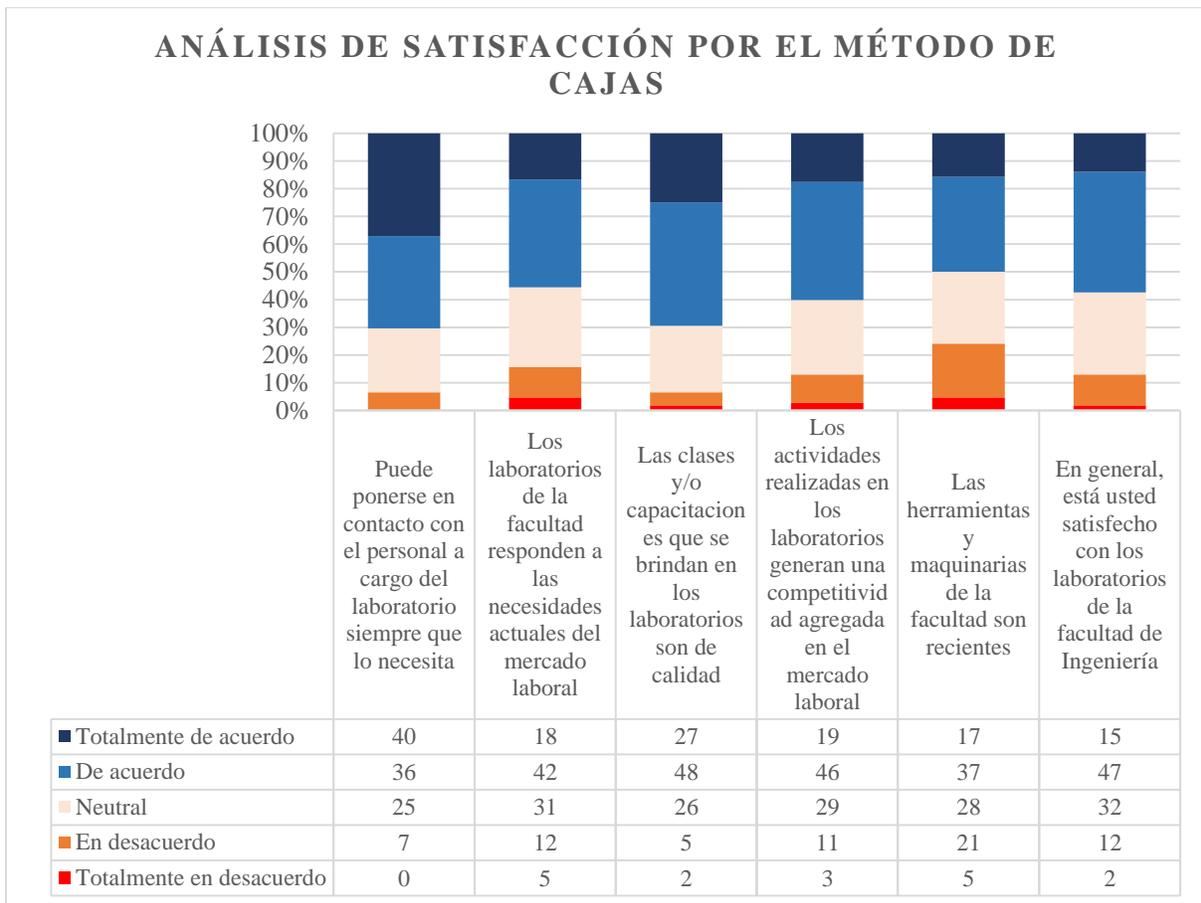


Figura 5. Análisis de satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura por el método de cajas

Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse en la Figura 5, la dos cajas inferiores más marcadas son las que hacen referencia a las herramientas y maquinarias de la facultad, haciendo alusión que una

importante cantidad de los alumnos de la Facultad de Ingeniería perciben que los equipos están quedando obsoletos y necesitan ser actualizados, respuesta que también se vio reflejada en el análisis anterior. En el lado positivo, una buena cantidad de alumnos mencionan que pueden encontrar al personal a cargo de laboratorio con facilidad cuando son requeridos.

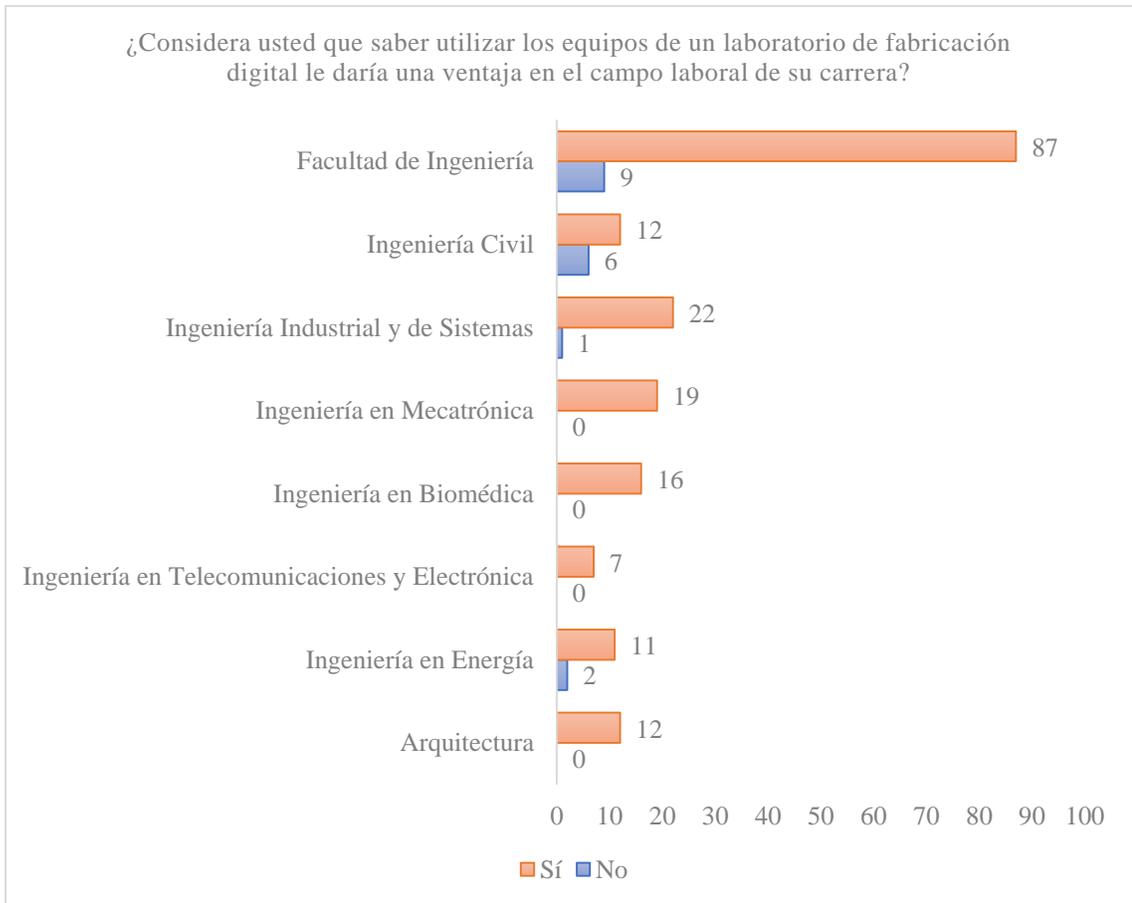


Figura 6. Percepción de alumnos sobre si adquirirán una ventaja en el campo laboral por saber utilizar los equipos del laboratorio de fabricación digital

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO

La recolección de datos permitió calcular los beneficios totales que los estudiantes percibirían al tener acceso al laboratorio digital, y el presente análisis de costo beneficio demostrará en qué escenario los beneficios son superiores a los costos, para justificar la creación del laboratorio. A continuación, se detallan la distribución porcentual sobre cuanto están dispuestos a pagar por alquilar por un hora un laboratorio de fabricación digital:

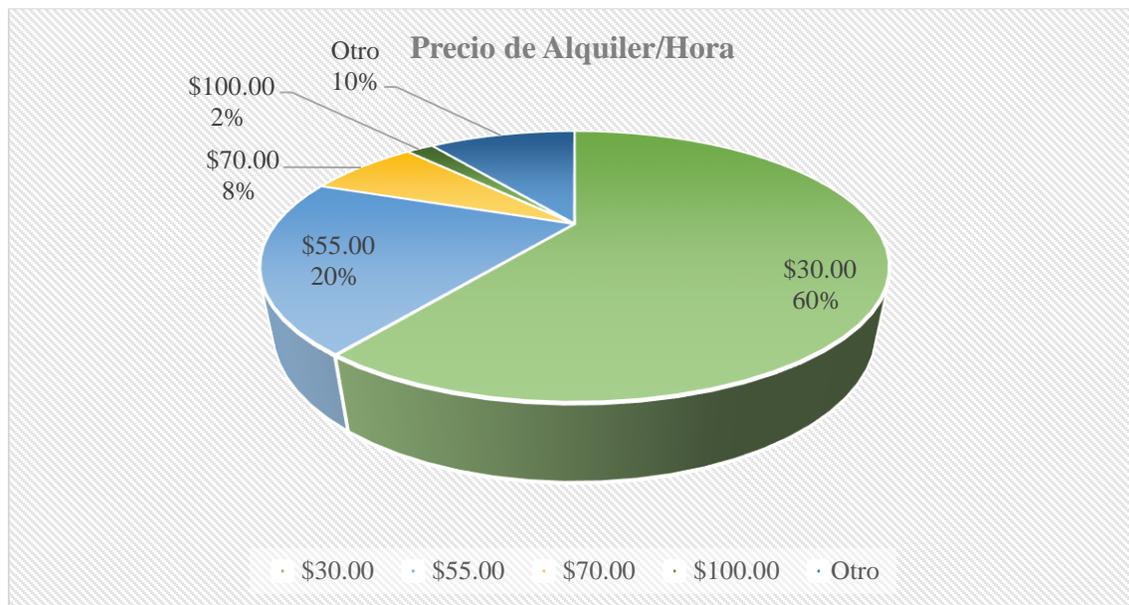


Figura 7. Precio de alquiler por hora

Fuente: Elaboración propia

El 60% de los estudiantes están dispuestos a pagar 30 dólares americanos (750 Lempiras) por una hora en un laboratorio de fabricación digital, se toma como beneficio por uso del laboratorio los 30 dólares (750 lempiras). El 20% de los alumnos estaría dispuestos a pagar 55 dólares americanos y el 10% (otros) indicaron que el precio debería ser inferior a los 30% dólares.

El laboratorio dispondrá de capacitaciones para los alumnos con una periodicidad de cada dos meses; se le consultó a los alumnos la preferencia sobre los tipos de capacitación y el precio que estarían dispuestos a pagar. Las capacitaciones se detalla a continuación:

- Usos básicos de las herramientas y maquinarias
- Cursos de programación
- Cursos de diseños de impresiones 3D
- Cursos de innovación e investigación
- Cursos sobre y gravado utilizando láser

La recolección de datos muestra la preferencia sobre los tipos de capacitaciones que desean los alumnos, se les encuestó la preferencia entre 1 a 5. A continuación, se presentan las preferencias de los alumnos sobre las capacitaciones:

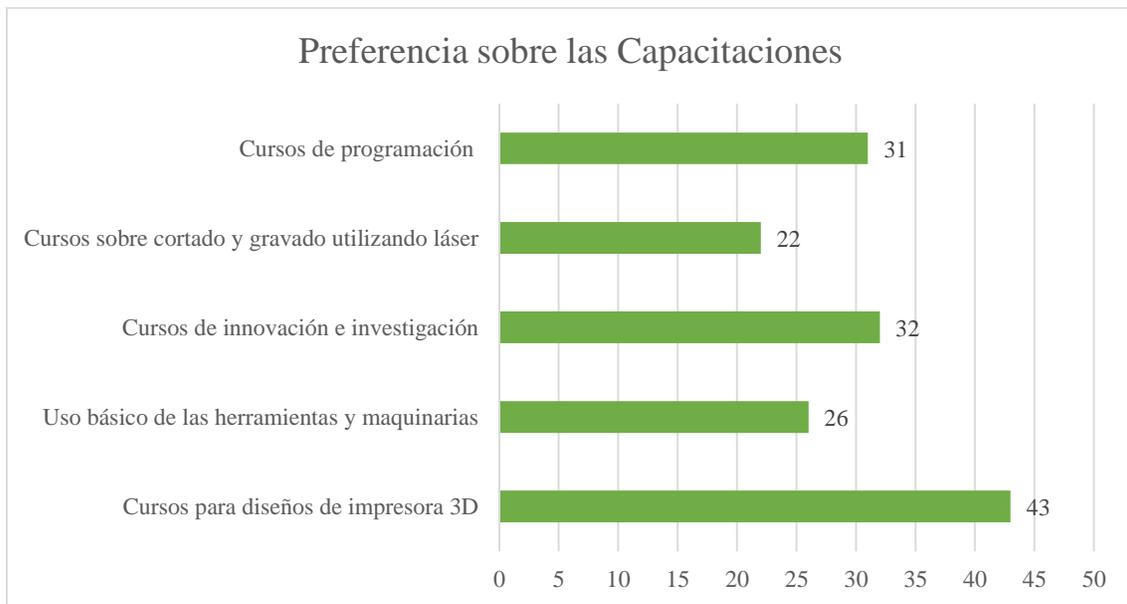


Figura 8. Preferencia sobre las capacitaciones

Fuente: Elaboración propia

Sobre el total de la muestra, 43 alumnos seleccionó los cursos diseño de impresiones 3D en primer lugar, 26 seleccionaron el uso básico de las herramientas y maquinarias en segundo lugar y 22 alumnos seleccionaron el curso sobre cortado y gravado utilizando láser como tercer lugar, en cuarto lugar, 32 alumnos seleccionaron el curso de innovación e investigación y por último, 31 alumnos seleccionaron el curso de programación. A continuación, se presenta la distribución porcentual de las capacitación según las preferencias de los alumnos:

Tabla 15. Distribución porcentual de las capacitaciones según preferencia

N.	Capacitaciones	%
1	Cursos para diseños de impresora 3D	40%
2	Uso básico de las herramientas y maquinarias	24%
3	Cursos sobre cortado y gravado utilizando láser	30%
4	Cursos de innovación e investigación	20%
5	Cursos de programación	29%

Fuente: Elaboración propia

El 40% de los alumnos seleccionó en primer lugar recibir sobre diseños de impresora 3D, en segundo lugar el uso de las herramientas y maquinarias con el 24%, en tercer lugar el curso sobre cortado y gravado utilizando láser, en cuarto lugar, cursos de innovación e investigación y por último los cursos de programación con el 29%. Con respecto al precio por capacitaciones, se detalla a continuación:

Tabla 16. Precio por capacitación

Capacitaciones/Precio	\$30	\$55	\$70	\$100
Uso básico de las herramientas y maquinarias	73	29	2	4
Cursos de programación	73	24	8	3
Cursos para diseños de impresora 3D	43	31	27	7
Cursos de innovación e investigación	64	27	13	4
Cursos sobre cortado y gravado utilizando láser	42	35	21	10

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los alumnos seleccionaron el precio más bajo disponible en la pregunta, siendo 30 dólares americanos. A continuación, se detalla la distribución del porcentaje de alumnos que seleccionaron el precio de 30 dólares.

Tabla 17. Porcentaje de alumnos que seleccionaron 30 dólares

Capacitaciones	%
Uso básico de las herramientas y maquinarias	67.6%
Cursos de programación	67.6%
Cursos para diseños de impresora 3D	39.8%
Cursos de innovación e investigación	59.3%
Cursos sobre cortado y gravado utilizando láser	38.9%

Fuente: Elaboración propia

Según los datos recolectados tenemos la información para calcular el beneficio esperado por alumno de forma anual, se detalla a continuación:

Tabla 18. Cálculo de beneficio esperado de forma anual

Detalles	Unidades	Total
Horas de Laboratorio Semanales	1	750.00
Capacitaciones Mes	0.5	375.00
Beneficio por Alumno Mes		3,375.00
Beneficio por Alumno Trimestre		10,125.00
Beneficio Anual por Alumno	1	40,500.00
Beneficio Anual por 15 Alumnos	15	607,500.00

Fuente: Elaboración propia

Teniendo como referencia lo recomendado por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), se colocó como hora de uso del laboratorio recomendado, 1 hora por semana y una capacitación cada dos meses y una cantidad de 15 alumnos por hora. Según estos datos, tenemos un beneficio anual percibido por el alumno de 40,500 lempiras y 607,500.00 por 15 alumnos.

Con respecto a los costos de compra de maquinaria y equipo se detallan a continuación:

Tabla 19. Costo de compra de maquinaria

Lugar	Herramientas	Cantidades	Costo USD	Total HNL
1	Impresora 3D	5	1,650.00	201,916.28
2	Cortadora Laser	3	23,400.00	1,718,123.94
3	Cortadora de Vinilo	2	5,000.00	244,747.00
4	Torno	2	3,800.00	186,007.72
5	Fresadora	3	2,400.00	176,217.84
			Total	L 2,527,012.78

Fuente: (Massachusetts Institute of Technology, 2018)

Los gastos de mobiliario se detallan a continuación:

Tabla 20. Gasto en mobiliario

Mobiliario	Cantidad	Costo	Total
Escritorios	4	2,946.98	11,787.93
Archivador	1	2,210.24	2,210.24
Sillas	10	626.23	6,262.34
Muebles Porta Herramientas	1	1,473.49	1,473.49
Escáner 3D	1	5,967.64	5,967.64
Taladro de Mano	4	1,105.12	4,420.48
Seguetas	3	147.35	442.05
Pinzas	10	257.86	2,578.61
Juego de Llaves de Ajuste	5	1,620.84	8,104.21
		Total	L. 43,246.99

Fuente: Elaboración propia

Los gastos y costos totales totalizan:

Tabla 21. Gastos y costos totales

Detalle	Sub-totales	Total
Maquinaria		L 2,527,012.78
Costos de Instalación		L. 261,787.42
Costos de Construcción	L. 250,000.00	
Gastos de Montaje	L. 203,814.49	
Instalación de Maquinaria	L. 14,725.95	
Total		L3,038,800.20

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el escenario de permitir el uso del laboratorio por 1 hora por semana:

Tabla 22. Escenario de uso del laboratorio 1 hora por semana

1hr/Semana			
Años	1	2	3
Beneficio Anual	607,500.00	616,612.50	625,861.69
Costos	300,000.00	315,000.00	330,750.00
Costos de Instalación	-	-	-
Costos de Materia Prima	12,000.00	12,180.00	12,362.70
Costos de Capacitación	90,000.00	91,350.00	92,720.25
Beneficio neto	205,500.00	198,082.50	190,028.74

Fuente: Elaboración propia

Con el escenario de 1 hora por semana, se calcula un beneficio neto anual de 205,500 lempiras en el primer año, teniendo una tasa de crecimiento del 1.5% para los costos y beneficios para los próximos 3 años. La inversión genera las siguientes ratios financieros:

Tabla 23. Valores financieros

Ratio	Resultado	Unidad
TIR	-52%	%
VPN	(2,545,506.07)	Moneda
Periodo de Recuperación	0.00	Tiempo

Fuente: Elaboración propia

Este escenario presenta el siguiente resultado:

Tabla 24. Evaluación costo-beneficio del primer escenario

Variable	Total
VPN Costo	\$1,818,186.68
VPN Ingresos	(\$1,369,737.47)
Costo/Beneficio	-0.75

Fuente: Elaboración propia

La relación costo/beneficio es negativa, lo que quiere decir que la creación del laboratorio con 1 hora por semana no es justificada.

A continuación, se presenta el escenario de permitir el uso del laboratorio por 3 hora por semana:

Tabla 25. Escenario de uso del laboratorio 3 horas por semana

3hr/Semana			
Años	1	2	3
Beneficio Anual	1,822,500.00	1,822,501.05	1,913,626.10
Costos	300,000.00	315,000.00	330,750.00
Costos de Instalación	-	-	-
Costos de Materia Prima	36,000.00	45,000.00	54,000.00
Costos de Capacitación	90,000.00	91,350.00	92,720.25
Beneficio neto	1,396,500.00	1,371,151.05	1,436,155.85

Fuente: Elaboración propia

Con el escenario de 3 hora por semana, se calcula un beneficio neto anual de 1,396,500.00 lempiras en el primer año, teniendo una tasa de crecimiento del 1.5% para los costos y beneficios para los próximos 3 años. La inversión genera las siguientes ratios financieros:

Tabla 26. Valores financieros del segundo escenario

Ratio	Resultado	Unidad
TIR	18%	%
VPN	442,933.09	Moneda
Periodo de Recuperación	0.67	Tiempo

Fuente: Elaboración propia

Este escenario presenta el siguiente resultado:

Tabla 27. Evaluación costo-beneficio del segundo escenario

Variable	Total
VPN Costo	\$1,745,254.98
VPN Ingresos	\$1,419,957.10
Costo/Beneficio	0.81

Fuente: Elaboración propia

La relación costo/beneficio es positiva, lo que quiere decir que la creación del laboratorio con 3 hora por semana es justificada.

En conclusión, la Facultad de Ingeniería tiene un indicador general de satisfacción NPS de 8%, lo que significa que hay un pequeño porcentaje más de promotores que de neutros o detractores. Entre los hallazgos de la investigación, se encontró que la mayor cantidad de alumnos neutros y detractores están inconformes con los equipos que se tienen actualmente reclamando que son obsoletos o que no se les da el mantenimiento adecuado, además mencionan que los espacios son pequeños y por ellos no pueden desarrollar sus prácticas cómodamente.

Para poder recuperar la inversión que se realizará en el laboratorio de fabricación digital en un periodo menor a un año, se debe de asegurar que se utiliza al menos 3 horas por semana por los alumnos de la Facultad de Ingeniería y de la carrera de Arquitectura. Esto puede lograrse a través de un mapeo de las clases que puedan aprovechar estos espacios en cada carrera y contar con un coordinador de laboratorio que programe cada una de ellas en diferentes bloques, con el propósito de que todos los alumnos tengan la oportunidad de utilizar el laboratorio y las máquinas de actualidad que este contará, mejorando así la satisfacción y la percepción del valor que los alumnos reciben por el pago de su matrícula.

Una gran mayoría de los alumnos indicaron que consideran que las máquinas del laboratorio de fabricación digital impactarán positivamente en su perfil de egreso, como puede observarse en la Figura 6. Este tipo de laboratorio beneficiaran la generación de nuevas ideas de emprendimiento e investigación en los alumnos, generando unos conocimientos tecnológicos diferenciadores a los egresados de la Facultad de Ingeniería de UNITEC y de la carrera de Arquitectura.

4.2. APLICABILIDAD: IDENTIFICACIÓN DE CLASES Y CALENDARIZACIÓN PARA EL USO DEL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL

En base a los resultados obtenidos de la investigación, se elaboró un plan de mejora y una propuesta de proyecto para mejorar la satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura con respecto a sus laboratorios y para asegurar el uso adecuado del laboratorio de fabricación digital.

Para elaborar el plan de mejora, se utilizará el principio de Pareto, que menciona que el 80% de los problemas se generan por el 20% de las causas. En ese sentido, la causa más importante de inconformidad encontrada según la investigación son las instalaciones o espacios con los que los alumnos cuentan para poder desarrollar sus prácticas de laboratorio, que fue mencionada por un 52.17% de los alumnos clasificados como detractores. Este problema será solucionado por la construcción del nuevo edificio de laboratorios de la facultad de ingeniería, sin embargo, debe de realizarse un estudio para poder programar las secciones de laboratorio de modo que no se junten grupos muy grandes de estudiantes en una misma.

En el caso de los alumnos clasificados como neutros, la mayor fuente de inconformidad mencionada fueron los equipos, la mayoría expresó que están desactualizados o no se les da el mantenimiento apropiado.

Tabla 28. Plan de mejora basado en los resultados de la investigación para los alumnos detractores

Debilidades Por Superar	Acciones de Mejora	Tareas	Indicador de Cumplimiento	Fechas		Fuentes de Verificación	Responsables
				Inicio	Fin		
<i>Causa principal de inconformidad mencionada por alumnos detractores: Muy poco espacio para desarrollar sus prácticas cómodamente</i>							
Los programas no cuentan con un espacio apropiado para el desarrollo de prácticas de laboratorio según la percepción de los alumnos	Construir espacios apropiados para el desarrollo de prácticas de las respectivas carreras.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer un estudio de ocupación de los laboratorios 2. Programar un máximo de 15 alumnos por sección de laboratorio según los estándares de acreditaciones internaciones 3. Asegurar que los espacios sean apropiados para grupos de 15 alumnos como máximo en el nuevo edificio de laboratorio de la facultad de ingeniería 	Percepción positiva sobre los espacios disponibles para el desarrollo de las prácticas de laboratorio	Sep-19	Sep-20	Encuestas de satisfacción sobre los laboratorios	<ul style="list-style-type: none"> • Jefes de carrera • Decano de la Facultad de Ingeniería • Departamento de Infraestructura • Coordinadores de laboratorios

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Plan de mejora basado en los resultados de la investigación para los alumnos con percepción neutra

Debilidades Por Superar	Acciones de Mejora	Tareas	Indicador de Cumplimiento	Fechas		Fuentes de Verificación	Responsables
				Inicio	Fin		
<i>Causa principal de inconformidad mencionada por alumnos con percepción neutra: equipos desactualizados o con falta de mantenimiento</i>							
Los programas tienen equipos desactualizados o en mal estado según la percepción de los alumnos	Identificar los equipos desactualizados y/o en mal estado para que sean reemplazados por versiones actualizadas o reparados Crear un plan sistemático de mantenimiento para los equipos	1. Identificar los equipos desactualizados y/o en mal estado 2. Elaborar un plan de compras a 5 años basándose en las necesidades de equipos detectadas 3. Contactar y contratar empresas que se dediquen a dar mantenimiento a equipos de laboratorio o tener un especialista técnico para dicha labor	Percepción positiva sobre los equipos disponibles para el desarrollo de las prácticas de laboratorio	Sep-19	Sep-20	Encuestas de satisfacción sobre los laboratorios	<ul style="list-style-type: none"> • Jefes de carrera • Decano de la Facultad de Ingeniería • Coordinadores de laboratorios

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. ACTA DE CONSTITUCIÓN

En base a los resultados obtenidos de la investigación, se elaboró un acta de constitución del proyecto propuesto, Identificación de Clases y Calendarización para el uso del Laboratorio de Fabricación Digital. Los resultados del análisis costo-beneficios indican que el laboratorio debe estar en uso por lo menos 3 horas por semana para generar los beneficios esperados para justificar su inversión.

El proyecto consiste en mapear las potenciales clases de cada uno de los planes de carrera de la facultad de ingeniería y la carrera de arquitectura para identificar dichas clases y proceder a realizar la calendarización a lo largo de las 10 semanas de cada periodo para que se pueda distribuir el laboratorio de fabricación digital entre los laboratorios de las clases identificadas y asegurar el uso mínimo de 3 horas por semana.

Adicionalmente, el proyecto contempla el diseño y el cumplimiento del manual de capacitaciones sobre el uso, manual de seguridad, herramientas y maquinaria del laboratorio. Las capacitaciones se les impartirán a los jefes de carreras, catedráticos y técnicos de laboratorio para el uso óptimo del laboratorio.

El acta de constitución presenta, la descripción del proyecto, objetivo general y específico, criterios de éxito, principales amenazas del proyecto, designación del director del proyecto y patrocinador. No se incluye detalle de presupuesto debido que el trabajo está relacionado a colaboradores de UNITEC.

Tabla 30. Acta de constitución del proyecto propuesto

NOMBRE DEL PROYECTO: IDENTIFICACIÓN DE CLASES Y CALENDARIZACIÓN PARA EL USO DEL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL		
Breve Descripción del Proyecto		
<p>El proyecto de Identificación de Clases y Calendarización para el uso del Laboratorio de Fabricación Digital consiste en un mapeo por parte de los jefes de carreras de la facultad de Ingeniería y carrera de Arquitectura para identificar las potenciales clases que puedan hacer su práctica de laboratorio en el laboratorio de fabricación digital. La calendarización consiste realizar una distribución de los laboratorios de las clases identificadas para que se organice el horario ideal para el uso del laboratorio teniendo en cuenta la conclusión del análisis costo-beneficio, se debe tener un uso mínimo de 3 horas por semana en el laboratorio para justificar su creación.</p> <p>El proyecto estará a cargo de la facultad de Ingeniería como principal ejecutor y la Universidad Tecnológica de Centroamericana como único patrocinador. La ejecución del proyecto está contemplada para un plazo de cuatro meses, contando a partir de marzo del año 2020.</p>		
Objetivos Estratégicos del Proyecto		
Objetivo General	Realizar un mapeo en los planes de estudio de las carreras de la facultad de ingeniería y la carrera de arquitectura para identificar las potenciales clases para realizar su práctica de laboratorio en el laboratorio de fabricación digital en el campus de Tegucigalpa.	
Objetivo Específico	<p>Establecer una metodología de calendarización para el uso del laboratorio de fabricación digital según la cantidad y tipo de clase que se haya identificado previamente.</p> <p>Diseñar y cumplir con el manual de capacitación a los jefes de carreras, catedráticos y personal de laboratorio sobre el uso, manual de seguridad, herramientas y maquinaria del laboratorio de fabricación digital.</p> <p>Diseñar un matriz de selección para identificar las clases con mayor prioridad en el uso del laboratorio de fabricación digital.</p>	
Criterios de Éxito		
<p>Capacitar a los jefes de carreras, catedráticos y personal de laboratorio en cuanto al uso del laboratorio de fabricación digital, para evitar conflictos en la distribución de horarios de uso del laboratorio de fabricación digital.</p> <p>Vincular los objetivos de las clases con mayor prioridad de uso del laboratorio de fabricación digital de las facultades de ingeniería y carrera de arquitectura con los objetivos establecidos por los lineamientos del MIT con respecto a al laboratorio de fabricación digital.</p>		
Principales Amenazas del Proyecto (Riesgos Negativos)		
<p>No aprobación para la construcción del laboratorio de fabricación digital.</p> <p>Mal mapeo de las clases con mayor prioridad en el uso del laboratorio de fabricación digital.</p> <p>Mal ejecución del plan de capacitación sobre el laboratorio de fabricación.</p> <p>Conflicto en el calendario de uso del laboratorio de fabricación digital.</p>		
Designación del Director de Proyectos		
Nombre	Javier Salgado	Nivel de Autoridad: Director de proyectos
Reporta a	Desiree Tejada	Exigir el cumplimiento de cada una de las directrices para el correcto desarrollo del proyecto
Supervisa a	Facultad de Ingeniería	
Patrocinador del Proyecto		
Nombre	Javier Salgado	
Empresa	Universidad Tecnológica Centroamericana	
Cargo	Decano de la Facultad de Ingeniería	
Firma		

Tabla 31. Enunciado del alcance

Descripción del Alcance del Proyecto	
Requisitos	Características
Las actividades deben ser ejecutadas de forma eficiente, de tal forma que se cumplan con el tiempo previamente establecido y plasmado en el cronograma de trabajo.	Envío de correos de forma semanal, detallando el avance del proyecto.
El sobretiempo de las actividades no debe ser mayor a 1 semana después de la fecha estipulada de finalización.	Envío de correos de forma semanal, detallando el avance del proyecto.
La selección de las clases debe cumplir con las especificaciones practicas del laboratorio, de tal forma que pueda los objetivos del laboratorio se cumplan con la teoría de la clase.	Estudio de los objetivos y alcances de las clases identificadas de cada uno de los planes de carrera de la facultad de ingeniería y de la carrera de Arquitectura.
La estructura de capacitaciones al alumno y al personal del laboratorio deben cumplir con los requisitos mínimos que exige el laboratorio de fabricación digital.	Documentos de especificaciones sobre capacitaciones técnicas, proporcionadas de la fundación de Fablab.
Criterios de Aceptación del Producto	
Concepto	Criterios de Aceptación
Técnicos	Las especificaciones de las clases seleccionadas y los elementos de practica en el laboratorio deberán responder a las expectativas técnicas de los alumnos.
De Calidad	Se debe lograr que el nivel de satisfacción de los alumnos debe ser no menos del 80%.
Académicos	Los catedráticos que imparten las clases seleccionadas deberán vincular los objetivos de las clases con la práctica del laboratorio de fabricación digital.

Tabla 32. Plan de gestión del alcance

Entregables del Proyecto	
Fase del Proyecto	Productos Entregables
Gestión de Proyecto	1. Plan de Gestión del Proyecto
	2. Acta de Constitución del proyecto
	3. Cronograma de Actividades
Gestión Académica	1. Desglose de planes de Estudio
	2. Listado de Clases
	3. Plan de Capacitación al personal
	4. Plan de Capacitaciones del Laboratorio
	5. Calendarización de laboratorios
Reportes e Informes	1. Reportes semanales de Avance
	2. Informe Final
Proceso de Definición del Alcance	
Se realizará una reunión con los jefes de carreras y el decano de la facultad para discutir los principales temas establecidos en el Acta de Constitución que servirán de base para definir el alcance, con ello llegar a establecer acuerdos para determinar si se realizaran cambios a dichos documentos y se aprobaran tal y como se habían realizado.	
Proceso para la elaboración de la EDT	
<ul style="list-style-type: none"> • La EDT del proyecto será desarrollada mediante la descomposición, identificando inicialmente los principales entregables o paquetes de trabajo. • Una vez identificados los paquetes de trabajo, se procede a descomponerlos en tareas o actividades más fáciles de cuantificar, que permiten conocer al mínimo detalle el tiempo, trabajo y calidad incurrido en la elaboración del paquete de trabajo. 	

Proceso para la elaboración del Diccionario de la EDT

Previo a este proceso, la EDT del proyecto debe haber sido elaborada, revisada y aprobada, ya que en base a la información contenida en la misma se elabora el Diccionario de la EDT, para la cual se seguirán los siguientes pasos:

- Detallar el objetivo del paquete de trabajo.
- Describir brevemente el paquete de trabajo.
- Describir el trabajo que se realizará para elaborar la actividad.
- Asignar de la responsabilidad de cada actividad, donde se detalle quien es el responsable.
- Establecer posibles fechas de inicio y fin del paquete de trabajo.
- Describir los criterios de aceptación de la actividad.
- Describir los supuestos de la actividad, como ser eventualidades que se consideran verdaderas durante su ejecución.
- Describir los posibles riesgos.

Proceso para la Verificación del Alcance

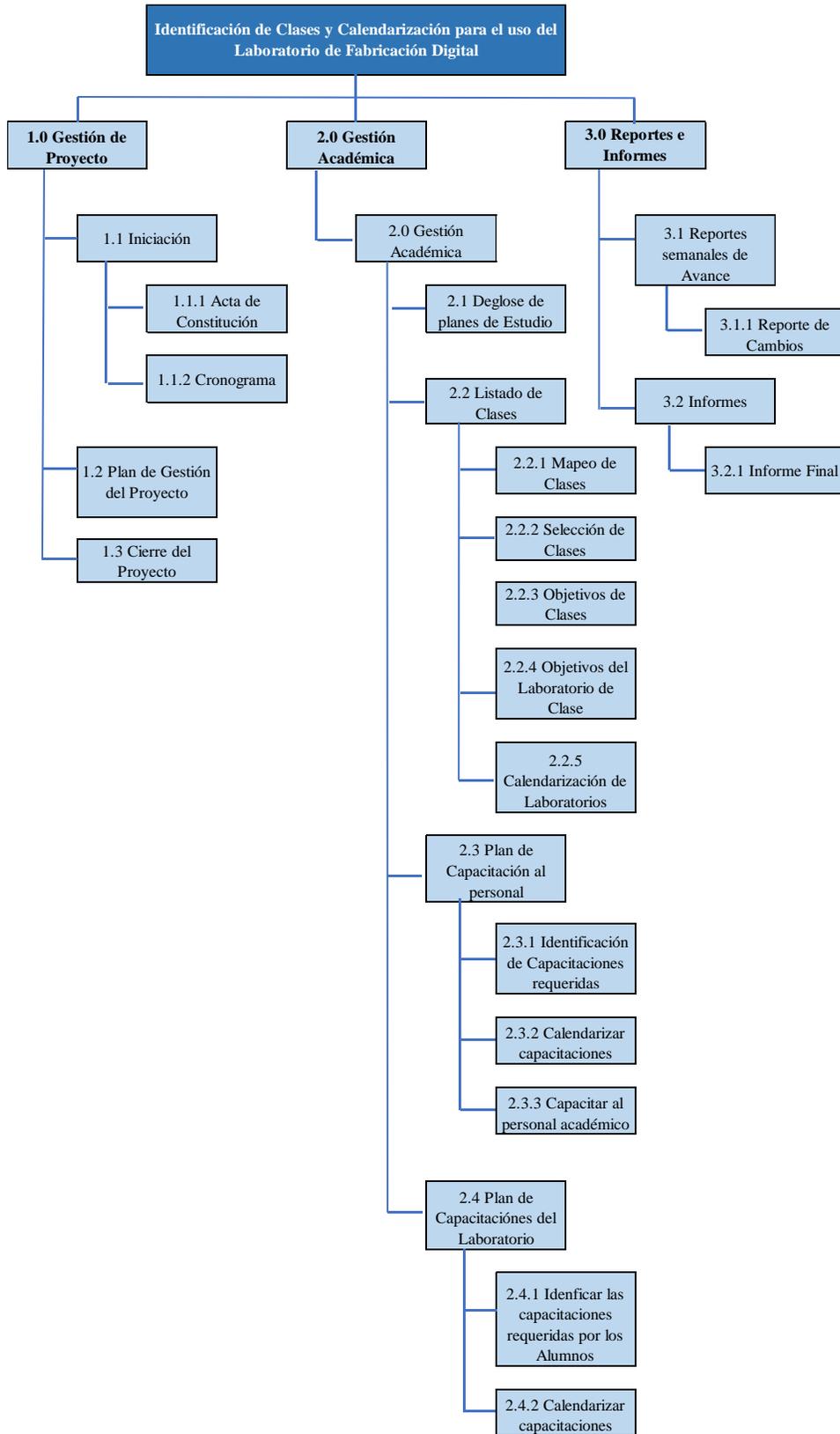
Cuando se finalice cada paquete de trabajo, éste debe ser presentado, mediante un correo al decano para que sea aprobado o que presente las respectivas observaciones, las cuales deberán ser atacadas por el jefe de carrera.

Proceso para el Control del Alcance

- El jefe de carrera deberá verificar que cada paquete de trabajo se vaya ejecutando de acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas del laboratorio y de la clase, a fin de que, al momento de presentarlo a los alumnos, éste quede satisfecho con el producto final.
- El Decano u otra autoridad académica superior o igual también tienen la autoridad de realizar observaciones de los paquetes de trabajo durante su ejecución, para verificar que se están ejecutando de acuerdo los requerimientos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Estructura de desglose de trabajo del proyecto



El tiempo de ejecución del proyecto de Identificación de Clases y Calendarización para el uso del Laboratorio de Fabricación Digital es un factor importante debido que debe estar alineada a la fecha de inauguración del nuevo edificio de laboratorios de la facultad de Ingeniería, en consecuencia, la gestión del tiempo del cronograma que deberá utilizar la facultad de ingeniería se detalla a continuación:

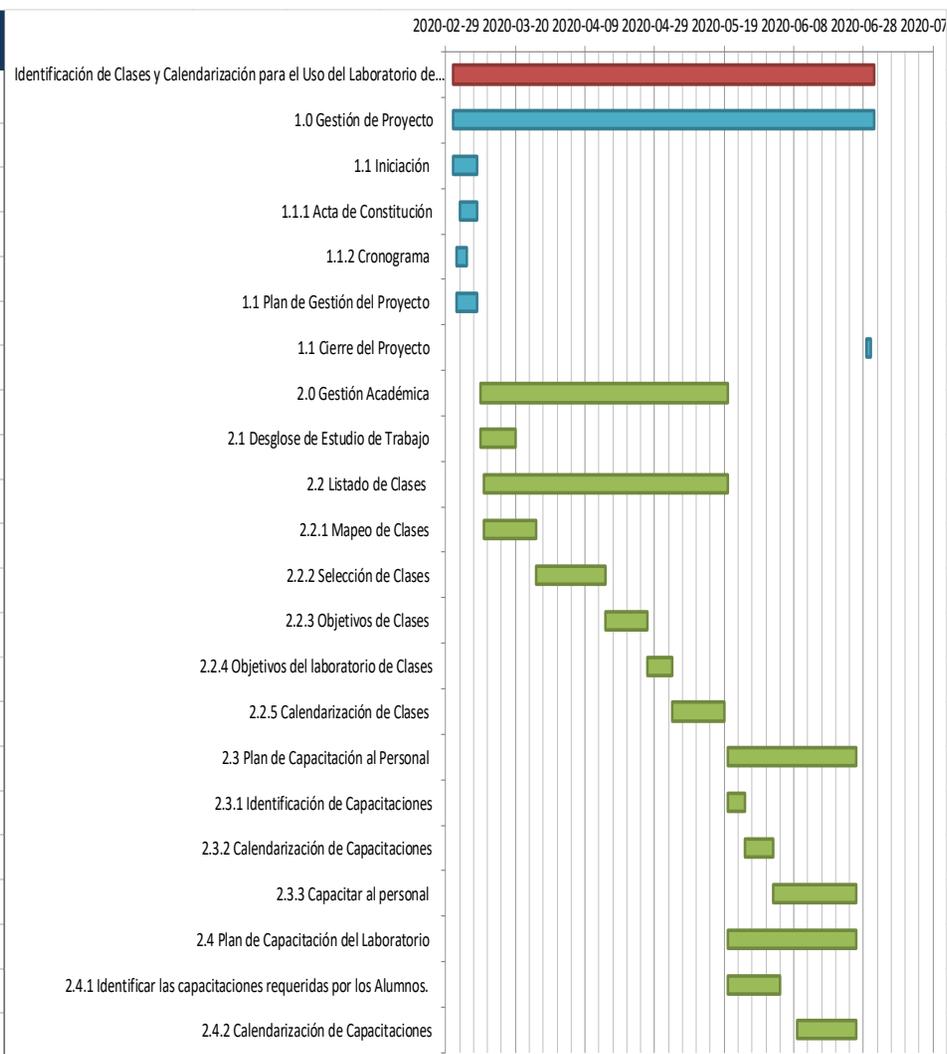
Tabla 34. Proceso de desarrollo de cronograma

Proceso de Definición de Actividades
Después de que la estructura de Desglose de Trabajo es aprobada por el decano, se procede a la definición o identificación de las actividades que se tienen que realizar para cada uno de los entregables: Por cada entregable definido en la EDT, se identifican las actividades que permitirán el término del entregable, indicando el alcance del proyecto y responsable.
Proceso de Secuenciamiento de Actividades
Se define la Red del Proyecto en base a los entregables de la EDT. Se grafica la red completa del proyecto, para que de esta manera se visualice las actividades predecesoras.
Proceso de Estimación de Recursos de las Actividades
Tomando en cuenta los entregables y actividades que se han identificado para el proyecto, se procede a realizar estimaciones de la duración. Para el recurso “Personal” se definen los siguientes parámetros: Nombre del recurso, cantidad, supuestos y base de estimación.
Proceso de Estimación de Duración de Actividades
El proceso de estimación de duración de las actividades se define en relación con el tipo de recurso asignado a la actividad: Si el recurso es tipo “Personal”, se estima la duración mediante el cálculo del trabajo tomará realizar cada actividad.
Proceso de Desarrollo del Cronograma
En base de los procedimientos previamente establecidos que incluyen la identificación y secuenciamiento de las actividades, red del proyecto y estimación de duraciones, se obtiene toda la información necesaria para elaborar el Cronograma del proyecto. Al finalizar el Cronograma de Trabajo, éste debe ser aprobado por el decano para así seguir desarrollando el proyecto.
Proceso de Control del Cronograma
El proceso de control del cronograma se desarrollará con el cumplimiento de los reportes mensuales que se detallan en la estructura de desglose de trabajo. Asimismo, cuando se presente una orden de cambio por parte del Decano, y una vez aprobada, se realizarán inmediatamente las modificaciones propuestas y se procede a hacer un replanteamiento del proyecto, definiendo nuevos tiempos de ejecución y nuevas fechas de entrega.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Cronograma de Actividades del Proyecto

Tareas	Fecha de inicio	Fecha final	Días
Identificación de Clases y Calendarización para el Uso del Laboratorio de Fabricación Digital	2020-03-02	2020-06-30	121
1.0 Gestión de Proyecto	2020-03-02	2020-06-30	121
1.1 Iniciación	2020-03-02	2020-03-09	7
1.1.1 Acta de Constitución	2020-03-04	2020-03-09	5
1.1.2 Cronograma	2020-03-03	2020-03-06	3
1.1 Plan de Gestión del Proyecto	2020-03-03	2020-03-09	6
1.1 Cierre del Proyecto	2020-06-29	2020-06-30	1
2.0 Gestión Académica	2020-03-10	2020-05-19	71
2.1 Desglose de Estudio de Trabajo	2020-03-10	2020-03-20	10
2.2 Listado de Clases	2020-03-11	2020-05-19	70
2.2.1 Mapeo de Clases	2020-03-11	2020-03-26	15
2.2.2 Selección de Clases	2020-03-26	2020-04-15	20
2.2.3 Objetivos de Clases	2020-04-15	2020-04-27	12
2.2.4 Objetivos del laboratorio de Clases	2020-04-27	2020-05-04	7
2.2.5 Calendarización de Clases	2020-05-04	2020-05-19	15
2.3 Plan de Capacitación al Personal	2020-05-20	2020-06-25	37
2.3.1 Identificación de Capacitaciones	2020-05-20	2020-05-25	5
2.3.2 Calendarización de Capacitaciones	2020-05-25	2020-06-02	8
2.3.3 Capacitar al personal	2020-06-02	2020-06-25	24
2.4 Plan de Capacitación del Laboratorio	2020-05-20	2020-06-25	37
2.4.1 Identificar las capacitaciones requeridas por los Alumnos.	2020-05-20	2020-06-04	15
2.4.2 Calendarización de Capacitaciones	2020-06-09	2020-06-25	17



Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Matriz de riesgo primera parte

No.	Riesgo	Descripción del riesgo	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Zona de riesgo
1	No se encuentra a una especialista que conozca cómo utilizar los equipos de laboratorio de fabricación digital para cada carrera	Los especialistas de las carreras no están capacitados para utilizar el equipo y por ello no utilizan el laboratorio de fabricación digital	Falta de capacitación en equipos nuevos	No se utiliza el laboratorio de fabricación digital o no se usa como se debería	4	4	16	Alto
2	Las clases identificadas son muy pocas para poder justificar la inversión del laboratorio de fabricación digital	No se han podido identificar cursos en donde el uso del laboratorio de fabricación digital contribuya en el aprendizaje de los estudiantes	Planes de estudio no contemplan este nuevo espacio	No se justifica la inversión en el laboratorio de fabricación digital debido a su poco uso	2	5	10	Intermedio
3	Sobreutilización del laboratorio de fabricación digital	Hay demasiados cursos que pueden utilizar el laboratorio de fabricación digital, por lo que habrá un gran flujo de personas utilizando el laboratorio al mismo tiempo	Gran cantidad de estudiantes cursando los cursos identificados	Incomodidad por esperas para utilizar el equipo o por el espacio reducido	3	4	12	Alto

Tabla 37. Matriz de riesgo segunda parte

No.	Riesgo	Control	Periodicidad del control	Tipo de control	Efectividad del control	Probabilidad	Impacto	Nivel de exposición
1	No se encuentra a una especialista que conozca cómo utilizar los equipos de laboratorio de fabricación digital para cada carrera	Programas de capacitaciones específicos por carrera	Semestral	Preventivo	Documentados, aplicados y efectivos	2	4	8

No.	Riesgo	Control	Periodicidad del control	Tipo de control	Efectividad del control	Probabilidad	Impacto	Nivel de exposición
2	Las clases identificadas son muy pocas para poder justificar la inversión del laboratorio de fabricación digital	Reformas de planes de estudio	Max. 5 años	Correctivo	Documentados, aplicados y efectivos	1	5	5
3	Sobreutilización del laboratorio de fabricación digital	Prematricula de asignaturas	Trimestral	Preventivo	Documentados, aplicados y efectivos	1	4	4

Tabla 38. Matriz de riesgo tercera parte

No.	Riesgo	Tipo	Acciones por iniciar	Responsable
1	No se encuentra a una especialista que conozca cómo utilizar los equipos de laboratorio de fabricación digital para cada carrera	Reducir	Identificar programas de capacitaciones y capacitadores	Facultad de Ingeniería Desarrollo Docente
2	Las clases identificadas son muy pocas para poder justificar la inversión del laboratorio de fabricación digital	Reducir	Identificar las clases que se podría ver beneficiadas por el uso del laboratorio de fabricación digital	Facultad de Ingeniería
3	Sobreutilización del laboratorio de fabricación digital	Reducir	Mapear las clases que estarán utilizando el laboratorio de fabricación digital	Facultad de Ingeniería

Tabla 39. Matriz de comunicaciones primera parte

Tipo de comunicación	Contenido	Propósito	Remitente	Destinatario
Interna	Inicio del proyecto	Dar a conocer a los involucrados sobre el proyecto	Decano de la Facultad	Jefes Académicos
Interna	Planificación del proyecto	Establecer las reuniones para el mapeo de las clases que utilizarán el laboratorio de fabricación digital	Decano de la Facultad	Jefes Académicos
Interna	Estado del proyecto	Conocer el avance de la identificación de las clases	Decano de la Facultad	Jefes Académicos
Interna	Cierre de proyecto	Terminar formalmente el proyecto y solicitar los entregables	Decano de la Facultad	Jefes Académicos

Tabla 40. Matriz de comunicaciones segunda parte

Tipo de comunicación	Contenido	Método de comunicación	Frecuencia	Registro
Interna	Inicio del proyecto	Correo electrónico	Una vez	Correo electrónico
Interna	Planificación del proyecto	Correo electrónico	Cada vez que sea necesario	Correo electrónico
Interna	Estado del proyecto	Correo electrónico	Cada vez que sea necesario	Correo electrónico
Interna	Cierre de proyecto	Correo electrónico	Una vez	Correo electrónico

En conclusión, para poder convertir el mayor número de alumnos detractores y neutros a promotores de los laboratorios de ingeniería, se debe de mejorar las condiciones de los equipos y los espacios. Estas dos mejoras harán una gran diferencia en la satisfacción de los estudiantes y permitirá mejorar la imagen y el prestigio de la institución

La Facultad de Ingeniería del campus Tegucigalpa requiere desarrollar el proyecto propuesto para poder asegurar el constante uso del laboratorio, por lo que se debe identificar las clases que puedan hacer su práctica en el laboratorio de fabricación digital. Para lograr el mayor beneficio posible se debe vincular los objetivos de las clases con las virtudes de innovación e investigación que presenta un laboratorio de fabricación, acompañados de las capacitaciones que la investigación definió como primordiales para los alumnos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La satisfacción de los alumnos de la Facultad de Ingeniería medida a través de la herramienta NPS es de 8%, lo que significa que hay un mayor porcentaje de alumnos satisfechos que insatisfechos, para la carrera de Arquitectura el valor NPS es de 17%. Las mayores fuentes de insatisfacción reportada por los alumnos fueron los equipos desactualizados, la falta de mantenimiento, y los espacios reducidos.
2. Los beneficios esperados por los alumnos son suficientes para justificar la construcción del laboratorio de fabricación digital, como señala la Tabla 28. Evaluación costo-beneficio del segundo escenario. El laboratorio debe tener un punto de equilibrio de 3 horas de practica por semana para generar los beneficios esperados y así recuperar la inversión en el primer año, lo que conlleva que se deben de mapear aquellas clases donde se enseña teoría que puede ser reforzada por la práctica realizada en el laboratorio.
3. La gran mayoría de los alumnos reportaron que perciben que el laboratorio de fabricación digital es un espacio relevante para el desarrollo de las competencias de sus programas académicos. La competencia que consideran más importante y que se podrá desarrollar de mejor manera con la implementación de este nuevo espacio es la de análisis y resolución de problemas y la capacitación con mayor demanda de los alumnos es la del curso para diseño de impresora 3D.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura atender las razones de mayor insatisfacción reportadas por los alumnos que fueron los equipos desactualizados, la falta de mantenimiento y los espacios reducidos.
2. Para lograr los beneficios esperados mínimos para justificar la inversión del laboratorio se recomienda mapear aquellas clases donde se enseña teoría para que puede ser reforzada por la práctica.
3. Los alumnos consideran que el laboratorio es un espacio relevante para su desarrollo por lo que se recomienda acompañar con metodologías para potenciar las competencias que los alumnos más importantes a desarrollar, el análisis y resolución de problemas junto la capacitación orienta a cursos de diseño de impresora 3D.

REFERENCIAS

- Academia. (s.f.). *Fab Lab*. Obtenido de Academia:
http://www.academia.edu/Documents/in/FAB_LAB
- Asesoría Económica & Marketing. (2009). *Calculadora de Muestras*. Obtenido de Asesoría económica y marketing: http://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php
- Bonet, A., Meier, C., Saorín, J. L., Torre, J. d., & Carbonell, C. (2016). Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa . *Arte, Individuo y Sociedad*, vol. 29, 89-104 .
- Bosqué, C. (2017). *Fab Lab: Revolution Field Manual*. Niggli Verlag .
- Burguillo, R. V. (2019). Tasa de descuento. *Economipedia*.
- Busta y CIA. (2019). *Impresión Digital Plotter De Corte Vectorización Estampados*. Obtenido de Mercado libre: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-434091612-impresion-digital-plotter-de-corte-vectorizacion-estampados-_JM?quantity=1
- Cueva, C. L. (Marzo de 2017). *La fabricación digital y su aplicación en el ámbito de la educación superior universitaria*. Obtenido de NEWTON : http://www.newtonproject.eu/wp-content/uploads/2016/02/Fabricacion_CovadongaLorenzo_EPSCEU.pdf
- Davies, S. R. (2017). *Hackerspaces: Making the Maker Movement*. Polity.
- Díaz, A. A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas . *Mi SciELO*.
- Economipedia. (2017). Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com>

- Fab Foundation. (2018). *What qualifies as a Fab Lab?* Obtenido de Fab Foundation:
<http://www.fabfoundation.org/index.php/what-qualifies-as-a-fab-lab/index.html>
- Fab Foundation. (2019). *Fab Lab Inventory*. Obtenido de Fab Foundation:
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1U-jcBWOJEjBT5A0N84IUubtcHKMEMtndQPLCkZCkVsU/pub?single=true&gid=0&output=html>
- Fernández, M., Conejero, A., & Armesto, L. (Septiembre de 2014). *Beneficios de la Integración de los Laboratorios de Fabricación Digital (FabLab) en la Educación Superior*. Obtenido de ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/287202138_Beneficios_de_la_Integracion_de_los_Laboratorios_de_Fabricacion_Digital_FabLab_en_la_Educacion_Superior
- Frederick F. Reichheld. (Diciembre de 2003). *The One Number You Need to Grow*. Obtenido de Harvard Business Review: <https://hbr.org/2003/12/the-one-number-you-need-to-grow>
- FUNDAHRSE. (2008). Responsabilidad Social Empresarial.
- Gershenfeld, N. (2007). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop--From Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books; Edición: New Ed.
- Hatch, M. R. (2017). *The Maker Revolution: Building a Future on Creativity and Innovation in an Exponential World*.
- Herramental Monterrey S.A. (2018). *Tornos Paralelos Modelos C6241, C6251 y 2280*. Obtenido de Herramental: <http://www.herramental.com.mx/productos/maquinas-herramienta/tornos-paralelos-modelos-c6241-c6251-y-2280/>

- Holm, E. (13 de Julio de 2018). *What are Makerspaces, Hackerspaces, and Fab Labs?* Obtenido de SSRN: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2548211
- Jorquera Ortega, A. (2017). *Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Julia Walter-Herrmann, C. B. (2013). *FabLab: Of Machines, Makers and Inventors*. Transcript-Verlag.
- Lama, J. P., Rueda, M. G., Sánchez, J. M., & Olmo, J. J. (14 de Marzo de 2012). *Fabricación digital, código abierto e innovación distribuida*. Obtenido de Universitat Politècnica de València: <https://riunet.upv.es/handle/10251/15018>
- Levin, R., & Rubin, D. (2010). *Estadística para Administración y Economía*. México D.F.: Pearson Educación.
- Massachusetts Institute of Technology. (2018). *Fab Lab Classes*. Obtenido de Academy Massachusetts Institute of Technology: http://academy.cba.mit.edu/classes/principles_practices/index.html
- Naciones Unidas. (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Navarro, J. D. (2018). Tipos de costos: costos totales y unitarios. *ABC Finanzas*.
- OCDE. (2016). En OCDE, *Panorama de las Administraciones Públicas: América Latina y el Caribe* (pág. 68). Paris: Ediciones OCDE.
- Oppenheimer, A. (2014). Cinco Secretos de la Innovación. En A. Oppenheimer, *¿Crear o Morir!* (pág. 282). Ciudad de México: Debolsillo.

- Organization, World Intellectual Property. (2018). *Global Innovation Index 2018*. Obtenido de WIPO: https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2018/article_0005.html
- Pérez, A. B. (2015). Beneficio. *Enciclopedia Financiera*.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), 6ta edición*. Project Management Institute.
- Real, I. G. (22 de Enero de 2018). *NPS (Net Promoter Score): el rey de los KPIS de gestión de clientes*. Obtenido de García Real: <http://www.garciareal.com/2018/01/22/nps-net-promoter-score-rey-los-kpis-gestion-clientes/>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación (6a. ed.)*. McGraw-Hill Interamericana.
- Sánchez, J. M., Olmo, J. J., Lama, J. P., Rueda, M. G., González, J. B., & Venegas, J. C. (2011). Experiencia piloto de fabricación digital comunitaria en Cáceres . *II Jornadas de Creatividad Urbana*, (págs. 102-116). Sevilla.
- Stacey, M. (2014). *The FAB LAB Network*. Obtenido de Massachusetts Institute of Technology Press Journals: https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/inov_a_00211
- Turcios, T. (9 de Marzo de 2018). *El Fab Lab un centro que apoya con prótesis a los hondureños retornados*. Obtenido de Hondudiaro: <https://hondudiaro.com/2018/03/09/el-fab-lab-un-centro-que-apoya-con-protesis-a-los-hondurenos-retornados/>
- UNITEC. (11 de Marzo de 2019). *Aplicación de coordinadores*. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.

ANEXOS

Anexo 1. Formulario de encuesta para estudiantes de la Facultad de Ingeniería y la carrera de Arquitectura de UNITEC Tegucigalpa



FACULTAD DE POSTGRADO

Con el fin de desarrollar una investigación aplicada para generar una propuesta de un laboratorio de fabricación digital en UNITEC campus de Tegucigalpa, les solicitamos amablemente completar la siguiente encuesta. Los laboratorios de fabricación digital son espacios que cuentan con impresoras 3D, fresadoras, cortadoras de vinilo, tornos, cortadoras laser, entre otros equipos que se utilizan para facilitar la creación de diseños innovadores por medio de la utilización de software.

Instrucciones: Favor leer cuidadosamente cada pregunta y responder con la respuesta que más le parezca

Carrera que estudia:

- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Mecatrónica
- Ingeniería en Biomédica
- Ingeniería en Sistemas Computacionales
- Ingeniería en Energía
- Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica
- Ingeniería Industrial y de Sistemas
- Arquitectura

1. ¿Recomendaría los laboratorios de UNITEC campus Tegucigalpa a un familiar o amigo? (10 definitivamente los recomendaría; 1 definitivamente no los recomendaría)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

¿Por qué?

2. Indicar con una X si está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente De acuerdo
Puede ponerse en contacto con el personal a cargo del laboratorio siempre que lo necesita					
Los laboratorios de la facultad responden a las necesidades actuales del mercado laboral					

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Totalmente De acuerdo
Las clases y/o capacitaciones que se brindan en los laboratorios son de calidad					
Las actividades realizadas en los laboratorios generan una competitividad agregada en el mercado laboral					
Las herramientas y maquinarias de la facultad son recientes					
En general, está usted satisfecho con los laboratorios de la facultad de Ingeniería					

3. Indique del 1 al 5, siendo 1 el de su mayor preferencia a 5 el de su menor preferencia cuál de las siguientes herramientas le gustaría tener en el laboratorio de fabricación digital.

Cortadora Laser	
Fresadora	
Cortadora de Vinilo	
Torno	
Impresora 3D	

4. En el caso que le tocará alquilar un laboratorio de fabricación fuera de la universidad, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar usted para alquilarlo? (Precio por una hora)

- 30 dólares (750 lempiras)
 55 dólares (1350 lempiras)
 70 dólares (1720 lempiras)
 100 dólares (2460 lempiras)
 Más de 100 dólares (más de 2460 lempiras)
 Otro: _____

5. Indique del 1 al 5, siendo 1 el de su mayor preferencia a 5 el de su menor preferencia, ¿cuál de las siguientes capacitaciones le gustaría recibir en el laboratorio de fabricación digital?

Uso básico de las herramientas y maquinarias	
Cursos de programación	
Cursos para diseños de impresora 3D	
Cursos de innovación e investigación	
Cursos sobre cortado y gravado utilizando laser	

6. En el caso que le tocara recibir una capacitación en un laboratorio de fabricación fuera de la universidad, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por las siguientes capacitaciones? (**Precio por capacitación de 8 horas en promedio**)

	30 dólares (750 lempiras)	55 dólares (1350 lempiras)	70 dólares (1720 lempiras)	100 dólares (2460 lempiras)	Más de 100 dólares (más de 2460 lempiras)
Uso básico de las herramientas y maquinarias					

	30 dólares (750 lempiras)	55 dólares (1350 lempiras)	70 dólares (1720 lempiras)	100 dólares (2460 lempiras)	Más de 100 dólares (más de 2460 lempiras)
Cursos de programación					
Cursos para diseños de impresora 3D					
Cursos de innovación e investigación					
Cursos sobre cortado y gravado utilizando laser					

7. ¿Considera usted que saber utilizar estos equipos le daría una ventaja en el campo laboral de su carrera?

- Sí
- No

8. Indique del 1 al 5, qué competencias considera usted que desarrollará más con las prácticas de laboratorio, siendo 1 de mayor desarrollo y 5 el menor desarrollo.

Análisis y resolución de problemas	
Trabajo en equipo	
Lograr objetivos	
Desarrollo personal	
Adaptación al cambio	

9. Edad:

- Menor a 18 años
- Entre 18 y 25 años
- Entre 25 y 35 años
- Más de 35 años

10. Género:

- M
- F