

INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



**UNIVERSIDAD DE TALCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

PROYECTO DE TÍTULO

“REDISEÑO OPERACIONAL Y FÍSICO DEL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN  
LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE TALCA”

AUTOR:

HUGO CÁCERES HERRERA

PROFESOR GUÍA:

CARLOS TOLEDO ABARCA

CURICÓ - CHILE

ABRIL DE 2020

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Two circular official stamps and handwritten signatures in blue ink. The left stamp is from the 'DIRECCIÓN SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNIVERSIDAD DE TALCA' and the right stamp is from the 'SISTEMA DE BIBLIOTECAS CAMPUS CURICO'.

Curicó, 2022

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se realizó en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca, específicamente en el Departamento de Ingeniería Industrial. En donde nació la oportunidad de elaborar una propuesta de desarrollo físico y operacional del departamento, debido a la necesidad de superficie que sufre actualmente este.

En una primera instancia se explica con más detalle la problemática u oportunidad a abordar, se realiza una descripción del departamento en donde se llevó a cabo el proyecto, los objetivos y resultados esperados tangibles. Posteriormente, se describe la teoría utilizada en el proyecto y la metodología clásica, la cual consiste en la definición de la situación actual del departamento, levantamiento de requerimientos, definición de las instalaciones a incluir, diseño físico de las instalaciones definidas, evaluación de impacto y finalmente, las principales actividades que tiene que pasar el proyecto hasta su finalización.

En el levantamiento de la situación actual se obtuvo información de tres fuentes de información de los requerimientos necesarios, la primera fue una entrevista a los docentes del departamento, la segunda fue una encuesta a los estudiantes de la carrera y finalmente se realizó un *benchmarking* analizando las instalaciones de universidades nacionales e internacionales. Con estos requerimientos se llevó a cabo la elección de los primordiales definidos por el departamento. Como no se conocía la superficie que cederá la universidad para la construcción del edificio se elaboraron dos opciones de diseño, la primera considerando una superficie similar a la del edificio de ingeniería civil eléctrica y la segunda sin restricción de superficie.

En el capítulo 8 se llevó a cabo la distribución de estas instalaciones mediante el análisis de relación de actividades, en base a diferentes variables.

Para la evaluación de impacto, se analizaron los beneficios que se obtendrían al realizar el proyecto como los costos involucrados, en donde el costo de la opción 1 con una superficie de 740m<sup>2</sup> es de \$739.867.860 y el costo de la opción 2 con una superficie 1.037m<sup>2</sup> es de \$1.342.100.143. Finalmente se realiza una descripción de todas aquellas actividades por las que pasará el proyecto desde su concepción hasta tener el edificio construido.

### Autor

**Hugo J. Cáceres Herrera ([hcaceres14@alumnos.otalca.cl](mailto:hcaceres14@alumnos.otalca.cl))**  
**Estudiante Ingeniería Civil Industrial**  
**Facultad de Ingeniería – Sede Curicó – Universidad de Talca, Chile**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN AL PROYECTO .....	13
1.1. Universidad de Talca .....	14
1.2. Facultad de ingeniería .....	14
1.2.1. Misión .....	15
1.2.2. Visión .....	15
1.2.3. Estructura organizacional .....	16
1.3. Descripción de la problemática .....	16
1.4. Objetivos .....	20
1.4.1. Objetivo General .....	20
1.4.2. Objetivos específicos .....	20
1.5. Resultados tangibles esperados .....	21
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA .....	22
2.1. Marco teórico .....	23
2.1.1. Entrevista por estructura .....	23
2.1.2. Encuesta .....	23
2.1.3. <i>Benchmarking</i> .....	24
2.1.4. Análisis de la relación de actividades .....	24
2.1.5. Distribución de planta ( <i>layout</i> ) .....	27
2.2. Metodología .....	28
2.2.1. Levantamiento de información .....	28
2.2.2. <i>Benchmarking</i> .....	28
2.2.3. Elección de los requerimientos a incluir .....	28
2.2.4. Diseño físico de las instalaciones .....	29
2.2.5. Evaluación de impacto .....	29
2.2.6. Principales actividades técnicas y administrativas .....	29
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	30
3.1. Infraestructura dentro de la facultad .....	31
3.1.1. Edificio de Ingeniería Civil en Minas .....	31
3.1.2. Edificio de Ingeniería Civil en Construcción .....	31

3.1.3.	Edificio de Ingeniería Civil Mecánica.....	32
3.1.4.	Edificio Decanato .....	32
3.1.5.	Edificio I+D.....	33
3.1.6.	Edificio estudiantil.....	34
3.1.7.	Edificios de salas y laboratorios .....	35
3.1.8.	Otros edificios .....	35
3.2.	Infraestructura actual del Departamento de Ingeniería Industrial.....	37
3.2.1.	Laboratorio de Simulación .....	39
3.3.	Levantamiento de información actual.....	39
3.3.1.	Entrevista a docentes y administrativos del Departamento .....	40
3.3.2.	Encuesta a estudiantes .....	45
3.4.	Estudio del mercado.....	49
3.4.1.	Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile .....	49
3.4.2.	Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile ...	52
3.4.3.	Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Biobío.....	54
3.4.4.	Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México	56
3.4.5.	Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad de Sao Paulo .....	57
3.4.6.	Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.....	59
CAPÍTULO 4: DEFINICIÓN DE CENTROS A INCLUIR.....		63
4.1.	Instalaciones potenciales a incluir .....	64
4.1.1.	Requerimientos propuestos por los docentes del Departamento .....	64
4.1.2.	Requerimientos propuestos por los estudiantes de la carrera.....	65
4.1.3.	Requerimientos observados en el mercado .....	66
4.1.4.	Potenciales requerimientos a incluir.....	67
4.2.	Amplitud de los centros a incluir .....	69
4.2.1.	Requerimientos con alto nivel de importancia .....	70
4.2.2.	Requerimientos con nivel de importancia medio .....	71
CAPÍTULO 5: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES .....		73
5.1.	Equipamiento necesario .....	74
5.2.	Diseño de las instalaciones para el diseño de la opción 1.....	74

5.2.1.	Oficinas de docentes del Departamento .....	74
5.2.2.	Laboratorio de simulación de procesos .....	77
5.2.3.	Oficinas de docentes <i>part-time</i> .....	80
5.2.4.	Dirección y secretaría de escuela.....	82
5.2.5.	Sala de clases de postgrado .....	84
5.2.6.	Sala de reuniones .....	85
5.2.7.	Sala de estudio .....	87
5.2.8.	Sala de videoconferencia .....	89
5.2.9.	Mini auditorio .....	90
5.3.	Diseño de las instalaciones para el diseño de la opción 2.....	92
5.3.1.	Laboratorio de simulación física .....	92
5.3.2.	Salas tesis-memoristas .....	95
5.3.3.	Laboratorio de gestión de operaciones .....	96
5.3.4.	Sala de visualización de contenido.....	97
5.3.5.	Recepción .....	98
5.4.	Otras instalaciones .....	100
5.4.1.	Baño de docentes .....	101
5.4.2.	Baño de estudiantes .....	102
5.4.3.	Cocina docentes .....	104
CAPÍTULO 6: LAYOUT FINAL DEL EDIFICIO .....		106
6.1.	Diagrama de relación de actividades .....	107
6.1.1.	Diagrama adimensional de bloques y <i>layout</i> completo opción 1 .....	107
6.1.2.	Diagrama adimensional de bloques y <i>layout</i> completo opción 2 .....	112
CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DE IMPACTO.....		117
7.1.	Evaluación del impacto .....	118
7.1.1.	Beneficios .....	118
7.1.2.	Inversión de las opciones.....	120
CAPÍTULO 8: ETAPAS TÉCNICO-ADMINISTRATIVAS DEL PROYECTO.....		122
8.1.	Actividades de la realización del proyecto .....	123
8.1.1.	Actividades antes de la construcción.....	123
8.1.2.	Actividades de la construcción.....	124

Conclusiones.....	126
Recomendaciones .....	128
Referencias .....	130
Anexos .....	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Edificios de la facultad de Ingeniería .....	17
Tabla 2: <i>Ránking</i> de las mejores carreras de la universidad.....	19
Tabla 3: Simbología de relaciones.....	25
Tabla 4: Porcentaje máximo de códigos en las relaciones .....	25
Tabla 5: Características edificio Ingeniería Civil en Minas .....	31
Tabla 6: Características edificio Ingeniería en Construcción.....	32
Tabla 7: Características edificio Ingeniería Civil Mecánica .....	33
Tabla 8: Características edificio Decanato .....	33
Tabla 9: Características del edificio I+D.....	34
Tabla 10: Características del edificio estudiantil.....	35
Tabla 11: Características edificio servicios múltiples .....	35
Tabla 12: Características salas E .....	36
Tabla 13: Características salas S .....	36
Tabla 14: Características edificio de laboratorios .....	36
Tabla 15: Características de biblioteca.....	36
Tabla 16: Características de gimnasio.....	37
Tabla 17: Características de casino principal .....	37
Tabla 18: Características del Departamento de Ingeniería Civil Industrial.....	37
Tabla 19: Implementación laboratorio de simulación .....	39
Tabla 20: Preguntas a docentes del departamento.....	41
Tabla 21: Softwares utilizados dentro de las asignaturas de formación disciplinaria.....	44
Tabla 22: Preguntas a estudiantes de la carrera.....	46
Tabla 23: Paqueterías y asignaturas en laboratorio de Ingeniería Industrial.....	57
Tabla 24: Características de escritorio oficina docentes .....	75

Tabla 25: Características de silla escritorio oficina docentes.....	75
Tabla 26: Características de silla visita oficinas docentes.....	75
Tabla 27: Características de estante oficinas docentes.....	75
Tabla 28: Inversión en equipos computacionales para laboratorio de simulación de procesos .....	78
Tabla 29: Inversión en monitores para laboratorio de simulación de procesos.....	78
Tabla 30: Características de escritorio estudiantes laboratorio de simulación de procesos .	79
Tabla 31: Características videoprojector para laboratorio de simulación de procesos.....	79
Tabla 32: Características de escritorio de docente para laboratorio de simulación de procesos .....	80
Tabla 33: Características de pizarra y telón para laboratorio de simulación de procesos ....	80
Tabla 34: Características del escritorio oficina docentes <i>part-time</i> e invitado.....	81
Tabla 35: Características de sofá y mesa de centro para espera de estudiantes .....	83
Tabla 36: Características del equipamiento de las salas de postgrado .....	84
Tabla 37: Características de equipamiento de salas de reuniones .....	86
Tabla 38: Características de equipamiento de salas de estudio .....	88
Tabla 39: Características de equipamiento de sala de videoconferencia.....	89
Tabla 40: Características de equipamiento mini auditorio .....	91
Tabla 41: Equipamiento de laboratorio de simulación física .....	93
Tabla 42: Estaciones de trabajo de línea productiva flexible .....	94
Tabla 43: Características de equipamiento de salas tesis-memoristas.....	96
Tabla 44: Característica de equipamiento sala de visualización de contenido.....	99
Tabla 45: Característica de equipamiento de recepción .....	101
Tabla 46: Equipamiento de baños de docentes.....	102
Tabla 47: Equipamiento baño estudiantes .....	103
Tabla 48: Equipamiento cocina docentes .....	104
Tabla 49: Lavaplatos para cocina docentes .....	104
Tabla 50: Cantidad en proporción de tipo de relaciones de la opción 1.....	109
Tabla 51: Cantidad en proporción de tipo de relaciones de la opción 2.....	114
Tabla 52: Inversión por instalación de la opción 1.....	120
Tabla 53: Inversión por instalación opción 2 .....	121

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de la facultad .....	15
Ilustración 2: Estructura organizacional .....	16
Ilustración 3: Ejemplo de hoja de trabajo .....	26
Ilustración 4: Ejemplo de un cuadrado del adimensional de bloques.....	26
Ilustración 5: Diagrama adimensional de bloques.....	27
Ilustración 6: Distribución de oficinas de una planta de energía eléctrica .....	27
Ilustración 7: <i>Layout</i> segundo piso edificio Decanato .....	38
Ilustración 8: Diagrama de Venn de las dimensiones académicas de los docentes.....	41
Ilustración 9: Edificio del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile ...	50
Ilustración 10: Otras instalaciones del departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile .....	50
Ilustración 11: Edificio del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile.....	52
Ilustración 12: Biblioteca Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile .....	54
Ilustración 13: Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bio-Bio.....	54
Ilustración 14: Laboratorio de métodos, ergonomía y logística .....	57
Ilustración 15: Laboratorio de gestión de operaciones Departamento de Ingeniería de Producción .....	58
Ilustración 16: Sala de defensa Departamento de Ingeniería de Producción .....	59
Ilustración 17: Laboratorio de proyectos y estudios de graduación Departamento de Ingeniería en Producción .....	59
Ilustración 18: Laboratorio de simulación Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	60
Ilustración 19: Laboratorio de estudios del trabajo Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito .....	62
Ilustración 20: Diseño físico de las oficinas de docentes del Departamento.....	76
Ilustración 21: Diseño físico de laboratorio de simulación de procesos .....	81
Ilustración 22: Diseño físico de oficina <i>part-time</i> .....	82

Ilustración 23: Diseño físico de la dirección y secretaría de escuela .....	83
Ilustración 24: Diseño físico de sala de clases de postgrado .....	85
Ilustración 25: Diseño físico de sala de reunión capacidad 20 personas.....	86
Ilustración 26: Diseño físico de sala de reunión capacidad 12 personas.....	87
Ilustración 27: Diseño físico de las salas de estudio .....	88
Ilustración 28: Diseño físico de la sala de videoconferencia.....	90
Ilustración 29: Diseño físico de mini auditorio .....	92
Ilustración 30: Línea productiva flexible automatizada .....	94
Ilustración 31: Diseño físico del laboratorio de simulación física .....	95
Ilustración 32: Diseño físico de sala tesista-memorista .....	96
Ilustración 33: Diseño físico de laboratorio de gestión de operaciones .....	98
Ilustración 34: Diseño físico de la sala de visualización de contenido .....	100
Ilustración 35: Diseño físico de la recepción.....	101
Ilustración 36: Diseño físico de baño de docentes .....	102
Ilustración 37: Diseño físico baño estudiantes .....	103
Ilustración 38: Diseño físico de cocina de docentes.....	105
Ilustración 39: Hoja de trabajo de la opción 1 .....	107
Ilustración 40: Relación de actividades opción 1 .....	108
Ilustración 41: Diagrama adimensional de bloques opción 1.....	110
Ilustración 42: <i>Layout</i> completo de la opción 1 .....	111
Ilustración 43: Hoja de trabajo de la opción 2.....	112
Ilustración 44: Relación de actividades opción 2 .....	113
Ilustración 45: Diagrama adimensional de bloques opción 2.....	115
Ilustración 46: <i>Layout</i> completo de la opción 2 .....	116

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Cantidad de estudiantes ingresados en 2018 en Campus Curicó .....	18
Gráfico 2: Ingreso de estudiantes por año en Campus Curicó .....	18
Gráfico 3: Construcción del edificio .....	45
Gráfico 4: Plan de estudios de los estudiantes.....	46

Gráfico 5: Respuesta a pregunta 2, encuesta a estudiantes..... 47  
Gráfico 6: Respuesta a pregunta 3, encuesta a estudiantes..... 47  
Gráfico 7: Respuesta a pregunta 4, encuesta a estudiantes..... 48

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cantidad de relaciones..... 25  
Ecuación 2: Cantidad de relaciones para opción 1 ..... 107  
Ecuación 5: Cantidad de relaciones para opción 2..... 112

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matrícula año 2018 por campus y carrera ..... 134  
Anexo 2: Detalle de la inversión de la opción 1, parte 1 ..... 135  
Anexo 3: Detalle de la inversión de la opción 1, parte 2..... 136  
Anexo 4: Detalle de la inversión agregada de la opción 2 ..... 137

## GLOSARIO

**Benchmarking:** proceso continuo en el cual se toma como referencia diferentes actividades de otras empresas y/o instituciones, para compararlas con los de la propia empresa y posteriormente realizar mejoras e implementarlas.

**Layout:** esquema visual de la distribución de la planta o instalación.

**Software:** programa informático que hacen posible la ejecución de tareas específicas dentro de un computador, entre las que se encuentran, los sistemas operativos, aplicaciones, navegadores web, juegos o programas.

**Servidor:** conjunto constituido por hardware y software diseñado para recibir peticiones de diferente tipo y responden en consecuencia, estas peticiones son elaboradas por otros equipos conectados a la misma red o internet, en donde este se encarga de responder a esas peticiones dependiendo de la función.

**Tabique:** particiones interiores autosoportantes o no estructurales que se usan para delimitar, conformar o separar espacios de una edificación.

**Hormigón:** material de construcción formado por una mezcla de cemento, arena, agua y grava o piedra machacada, este puede llevar algún aditivo para mejorar las características dependiendo del uso que se le vaya a dar a la mezcla.

**Radier:** base de cemento que permite nivelar el suelo. Es la base de la construcción, la cual brinda un cimiento sólido y firme.

# INTRODUCCIÓN

A medida que ha pasado el tiempo la carrera de ingeniería civil industrial ha sido una de las más solicitadas por los estudiantes al salir de su educación media. Según un estudio realizado por MiFuturo.cl en el año 2018, la matrícula total de ese año en la carrera de ingeniería civil industrial alcanza la suma de 27.464 estudiantes (T13, 2018). Esto ha llevado a que aumente la competencia de las casas de estudio. Ya que las universidades que no poseen la carrera la están incorporando y aquellas que ya la poseen están aumentando la capacidad para albergar y ofrecer espacios de calidad a los estudiantes.

Al año 2015 existían 43 universidades que ofrecían la carrera, las cuales ofrecen diferentes instalaciones para el desarrollo de los estudiantes (Emol, 2015), entre las que destaca la Universidad de Chile, que posee un edificio de 7 pisos para el Departamento de Ingeniería Industrial, la Universidad del Biobío que también posee un edificio con diferentes instalaciones para sus estudiantes y la Universidad de Santiago de Chile, la cual posee una infraestructura superior a los 2.000m<sup>2</sup> para el departamento

Actualmente la Universidad de Talca posee la carrera de ingeniería civil industrial dentro de la Facultad de Ingeniería ubicada en Los Niches. El Departamento de Ingeniería Industrial de la facultad posee una superficie de 326m<sup>2</sup> para el desarrollo de todas las dimensiones que este posee (docencia, investigación y transferencia tecnológica). Si se lleva solo a la dimensión de docencia en donde se poseen 588 estudiantes, cada uno de estos posee 0,5m<sup>2</sup> aproximadamente de superficie del departamento para su desarrollo.

Es por esta razón, que el departamento tuvo la necesidad de evaluar la construcción de un edificio, junto con la definición de los requerimientos que debe tener este. En este proyecto se realiza el diseño físico de las instalaciones que el departamento considera primordial, con su respectiva justificación. Además, se realiza la distribución de estas para llegar al diseño del edificio completo, en donde se dan dos opciones de diseño, uno considerando un límite de superficie y la otra sin restricción de superficie.

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

*En este capítulo se presenta el lugar donde se lleva a cabo el proyecto de título, se detalla la problemática u oportunidad a abordar, los objetivos tanto general como específicos y finalmente se ilustran los resultados tangibles esperados del proyecto.*

## 1.1. Universidad de Talca

La Universidad de Talca es una institución de educación superior estatal fundada el 26 de octubre de 1981, sobre la base de las sedes que poseían en Talca la Universidad de Chile y la Universidad Técnica del Estado. Actualmente es una de las 27 instituciones del país que pertenece al consejo de rectores de las universidades chilenas (CRUCH) y está dentro de las mejores universidades del país.

La universidad posee actualmente 40 carreras de diferentes facultades albergando a 11.599 alumnos tanto de pregrado como de postgrado. Estas carreras se encuentran distribuidas dentro de sus cinco campus, tres de ellos en la Región del Maule (Talca, Curicó y Linares), y los otros dos en las ciudades de Santa Cruz (Región de Libertador Bernardo O'Higgins) y Santiago (Región Metropolitana) (Universidad de Talca, 2019).

## 1.2. Facultad de ingeniería

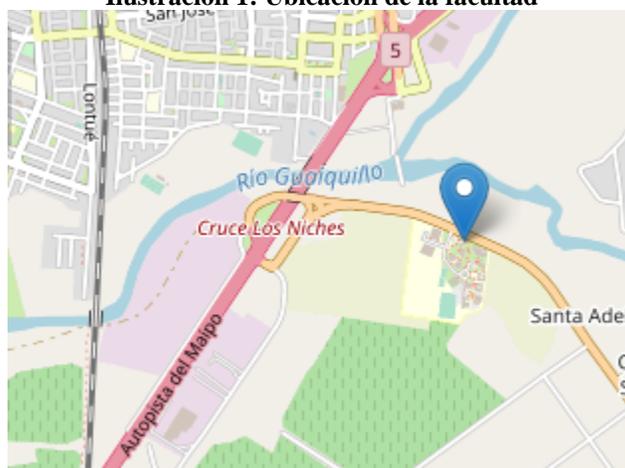
La facultad de ingeniería fue fundada en el año 1995 con la carrera de Ingeniería Civil Industrial, al pasar de los años fue creciendo territorial y académicamente, a día de hoy esta alberga las carreras de Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Mecánica, Ingeniería Civil en Computación, Ingeniería Civil en Obras Civiles, Ingeniería Civil en Minas, Ingeniería Civil Eléctrica, Ingeniería Civil en Mecatrónica, Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual e Ingeniería Civil en Bioinformática. Además, se llevan a cabo programas de magíster y doctorados, actualmente se realiza el Magíster en Ciencias de la Ingeniería con Mención en Conversión de Energía, Magíster en Gestión de Operaciones, Doctorado en Ciencias Aplicadas y Doctorado en Sistemas de Ingeniería.

El campus posee una infraestructura que supera los 16.232m<sup>2</sup> construidos ubicados en el Km.1 s/n camino Los Niches, al sur oriente de la ciudad de Curicó y de la carretera 5 sur (ver Ilustración 1). Allí esta cuenta con 14 edificios que acogen a estudiantes, académicos y funcionarios (Facultad de ingeniería, 2019).

### 1.2.1. Misión

“Ofrecer programas de pre y posgrado, a través de un modelo educativo diferenciador que promueve la excelencia, la innovación y la responsabilidad social, para que sus ingenieros y graduados se desempeñen en las distintas disciplinas satisfaciendo las necesidades de la sociedad. En el cumplimiento de esta misión la Facultad está comprometida con la investigación, la tecnología, la educación continua y la extensión, con plena adhesión a los valores institucionales y con los más altos estándares de calidad académica y científica” (Facultad de ingeniería, 2019).

**Ilustración 1: Ubicación de la facultad**



Fuente: (Ingeniería Civil Industrial, 2019)

### 1.2.2. Visión

“La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca será reconocida por ser moderna, innovadora y eficiente, disponer de una oferta de formación estructurada y de calidad, desarrollar una actividad investigadora relevante y de impacto y por transferir sus resultados a nivel nacional e internacional, destacándose por el compromiso y la responsabilidad social con sus regiones de influencia, de acuerdo a su carácter público” (Facultad de ingeniería, 2019).

### 1.2.3. Estructura organizacional

En la facultad de ingeniería la estructura organizacional está compuesta por el decano quién tiene a su cargo al consejo de facultad, departamentos y escuelas. Cabe destacar que hay 9 escuelas en la estructura, pero solo 7 son impartidas en el campus Curicó, tanto las carreras de ingeniería Civil en Bioinformática como la de ingeniería en desarrollo de videojuegos y realidad virtual son impartidas en el campus Talca. Esta estructura se puede observar en la Ilustración 2.



*Fuente: Elaboración propia en base a (Facultad de ingeniería, 2019)*

### 1.3. Descripción de la problemática

La carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Talca fue creada en julio de 1994, la cual estaba emplazada en la ciudad de Curicó, recibiendo a sus primeros alumnos en marzo de 1995, para que en el año 1998 se trasladara a la ubicación actual. Actualmente esta facultad cuenta con diferentes carreras, siendo Ingeniería Civil Industrial la más antigua

dentro de esta. Hoy en día se poseen 14 edificios dentro del campus Curicó, los cuales se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1: Edificios de la facultad de Ingeniería**

<b>Edificios en la Facultad de Ingeniería</b>
Casino
Edificio I+D
Servicios Múltiples
Gimnasio
Biblioteca
Edificio Estudiantil
Edificio de laboratorios
Edificio Decanato
Edificio de Ingeniería Civil en Minas
Edificio de Ingeniería Civil Eléctrica
Edificio de Ingeniería en Construcción
Edificio de Ing. Civil Mecánica y Mecatrónica
Salas E
Salas S

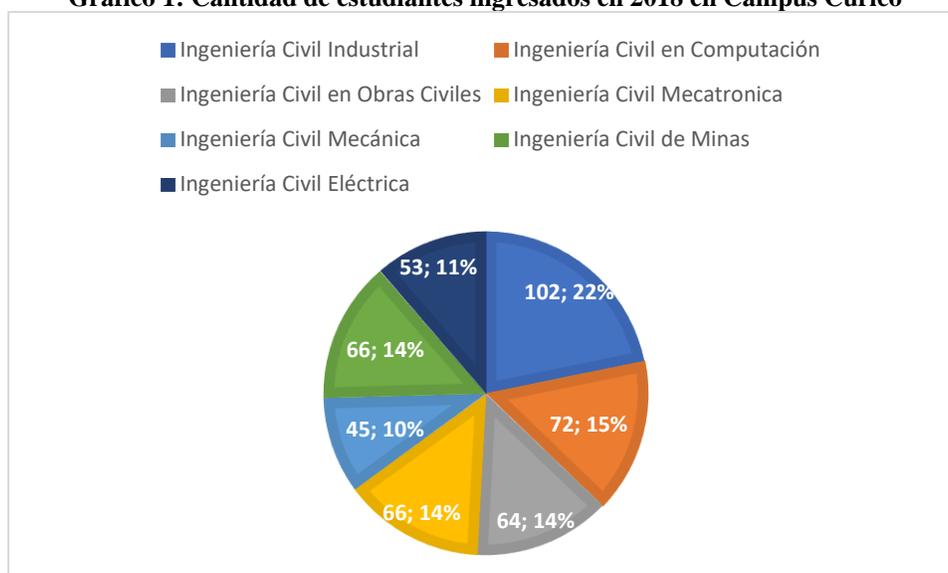
*Fuente: Elaboración propia*

El Departamento de Ingeniería Industrial, se encuentra en el edificio de Decanato, específicamente en el segundo piso de este. Este piso tiene aproximadamente 326m<sup>2</sup>, los cuales están distribuidos solamente en oficinas para los docentes y un laboratorio de simulación de 10,55m<sup>2</sup> aproximadamente, por lo tanto, en estos momentos la carrera de Ingeniería Civil Industrial solo cuenta con este espacio para desarrollarse, y posee 588 estudiantes, es decir, si se lleva a proporción, cada estudiante posee 0,55m<sup>2</sup> aproximadamente del espacio destinado a la carrera, para desenvolverse, y de estos la gran parte son oficinas.

Ingeniería Civil Industrial dentro de la facultad, es la carrera que posee la mayor tasa de ingreso, así lo refleja el Gráfico 1, en donde el 22% de los estudiantes de pregrado que ingresó el año 2018 pertenecían a la carrera. Y eso no es un caso aislado, sino que es algo que lleva años ocurriendo, tal como se puede apreciar en el Gráfico 2, el cual muestra datos del año 2014 en adelante y en todos es un caso recurrente. Además, a nivel de universidad, si se observa el Anexo 1, es la tercera carrera que posee una mayor cantidad de vacantes, por debajo de Ingeniería Comercial y Derecho (ambas carreras con edificios propios para sus

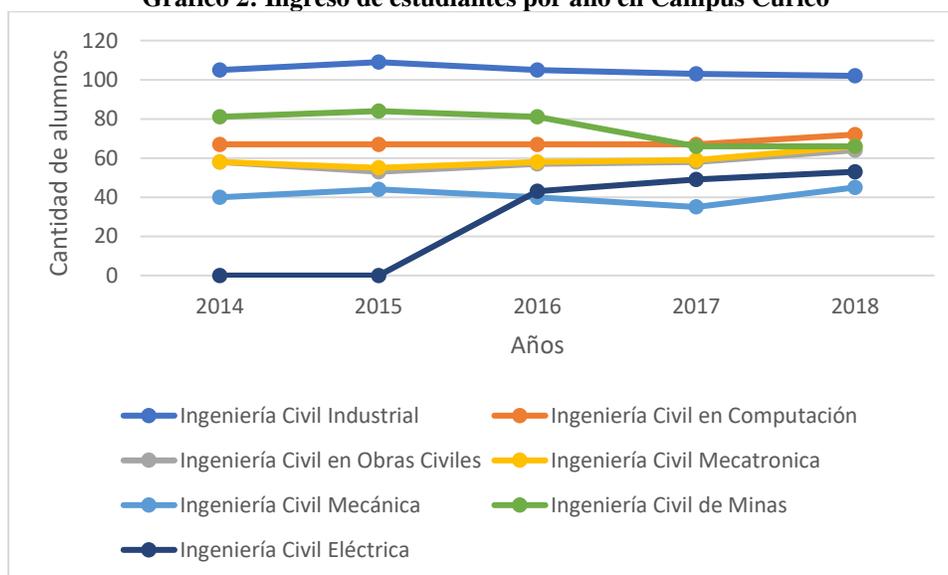
estudiantes), sin embargo, es una de las carreras que aún no posee infraestructura propia para sus estudiantes.

**Gráfico 1: Cantidad de estudiantes ingresados en 2018 en Campus Curicó**



Fuente: (Dirección de Planificación y Análisis Institucional, 2018)

**Gráfico 2: Ingreso de estudiantes por año en Campus Curicó**



Fuente: (Dirección de Planificación y Análisis Institucional, 2014-2015-2016-2017-2018)

Por otro lado, la revista América Economía realizó un estudio y publicó el *ránking* 2019 de las mejores universidades de Chile, el cual, además, se encuentra detallado por carreras. En esta ocasión la carrera de Ingeniería Civil Industrial se posicionó en el cuarto lugar por debajo de la Universidad de Chile, Pontificia U. Católica de Chile y la Universidad Adolfo Ibáñez.

Realizando un análisis solamente de las carreras que fueron estudiadas de la Universidad de Talca, se tiene que, dentro de la universidad, Ingeniería Civil Industrial es la tercera carrera mejor rankeada, tal como se puede observar en Tabla 2.

**Tabla 2: Ránking de las mejores carreras de la universidad**

<b>Carrera</b>	<b>Posición en Chile</b>	<b>Índice carrera</b>
<b>Agronomía</b>	3	85,15
<b>Odontología</b>	5	72,77
<b>Ingeniería Civil Industrial</b>	4	72,75
<b>Derecho</b>	6	72,42
<b>Kinesiología</b>	5	66,60
<b>Psicología</b>	6	66,42
<b>Ingeniería Comercial</b>	5	65,53
<b>Ingeniería Civil Eléctrica</b>	9	64,48
<b>Arquitectura</b>	4	64,18
<b>Ingeniería en Minas</b>	5	60,99
<b>Enfermería</b>	9	58,42
<b>Nutrición y Dietética</b>	8	54,69

*Fuente: Elaboración propia en base a (América Economía, 2019)*

Además, uno de los criterios de evaluación para la acreditación de la carrera es la “infraestructura y recursos para el aprendizaje” (Comisión Nacional de Acreditación, 2007). Por ende, la infraestructura pasa a ser un tema importante a la hora de la acreditación. Al comparar la acreditación de 2 de las mejores universidades (universidad de Chile y universidad pontificia católica de Chile) que imparten la carrera Ingeniería Civil Industrial según América Economía (2019), se tiene que ambas obtuvieron una acreditación por 7 años (la máxima posible) las cuales a día de hoy poseen infraestructura propia, y la carrera en la Universidad de Talca obtuvo una acreditación de 6 años. Según datos obtenidos, se tiene que 7 de las 10 mejores universidades que imparten la carrera poseen infraestructura propia, siendo la Universidad de Talca, una de las únicas que aún no posee espacios destinados a la carrera.

Frente a lo anteriormente mencionado, la problemática u oportunidad a abordar es la de elaborar una propuesta para el Departamento de Ingeniería Industrial del diseño físico y operacional del potencial edificio de la carrera.

## **1.4. Objetivos**

Los objetivos tienen como finalidad contribuir a la solución de una problemática en particular. Los objetivos planteados en este informe hacen referencia a lo que se quiere lograr o alcanzar para resolver la problemática anteriormente descrita. A continuación, se define el objetivo general con los objetivos específicos correspondientes.

### **1.4.1. Objetivo General**

Elaborar propuesta de rediseño operacional y físico del Departamento de Ingeniería Industrial basado en los requerimientos de docencia de pre y postgrado, de investigación y de transferencia tecnológica, para alcanzar altos estándares de desarrollo de la disciplina y ofrecer un espacio de calidad a los estudiantes de la carrera en la facultad de ingeniería ubicada en el Campus Curicó.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Para cumplir con el objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un análisis interno de la situación actual para identificar posibles áreas de mejoramiento del Departamento de Ingeniería Industrial.
- Determinar cuáles son los requerimientos potenciales deseables de cada área de actividades del departamento para analizarlos y permitir la toma de decisiones respecto de aquellos primordiales a ser incluidos en el diseño físico del edificio.
- Elaborar el diseño físico de las instalaciones del nuevo edificio para que este sea evaluado.
- Realizar la evaluación del impacto que genera la construcción del nuevo edificio para determinar los costos y beneficios de este.
- Describir cuales son las actividades principales en las que se enmarca el proyecto, para que el tomador de decisión tenga claro por qué etapas tiene que pasar el proyecto desde el inicio, desarrollo y final. Y para incluirlas en un futuro plan de implementación con los tiempos y prioridad ya determinada.

## 1.5. Resultados tangibles esperados

Con la realización de este proyecto se espera obtener los siguientes resultados tangibles:

- **Requerimientos del edificio:** se espera que, con la elaboración del levantamiento de la situación actual, también se obtengan los requerimientos de cada una de las secciones del departamento, los cuales serán considerados a la hora de elaborar el diseño físico del edificio.
- **Benchmarking:** se espera obtener una comparación de la Universidad de Talca con las principales universidades, tanto del país como del mundo, que imparten la carrera de Ingeniería Civil Industrial, en cuanto a la infraestructura que poseen destinada a la carrera.
- **Diseño físico del edificio:** luego de obtener el *benchmarking* y haber filtrado los requerimientos más importantes, se espera realizar el *layout* final del edificio.
- **Evaluación de impacto:** luego del diseño se espera realizar la evaluación de los costos que posee la construcción del nuevo edificio junto con el impacto positivo que generará a los docentes y estudiantes de la carrera.
- **Principales actividades para el desarrollo del edificio:** se espera dejar una descripción de cada una de las actividades por las que debe pasar el proyecto, desde su concepción hasta la finalización de este.

# CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

*En el siguiente capítulo se presenta el marco teórico necesario para resolver la problemática propuesta, además se realiza la metodología utilizada durante todo el proyecto, para llegar a una solución.*

## 2.1. Marco teórico

A continuación, se presenta el marco teórico que será relevante para entender y respaldar el desarrollo del proyecto.

### 2.1.1. Entrevista por estructura

La clasificación de entrevista por estructura se refiere a cómo se conduce la entrevista a medida que se va realizando. Dentro de este criterio se encuentran cuatro clasificaciones:

- **Entrevista estructurada o cerrada:** en este tipo de entrevistas el entrevistador se presenta con un cuestionario, el cual debe obedecer y seguir las preguntas que se encuentran en el sin desviarse del tema principal o de lo que se quiere lograr con ese cuestionario.
- **Entrevista semiestructurada:** el entrevistador lleva una serie de preguntas básicas, pero tiene la libertad de cuestionar al entrevistado sobre temas que le interesen o que vayan surgiendo a medida que avanza la entrevista.
- **Entrevista abierta o no estructurada:** para este caso el entrevistador tiene flexibilidad para adaptar la entrevista por las características psicológicas del entrevistado, se le llama abierta debido a que no se sigue un guion preestablecido.
- **Entrevista tipo panel:** en este tipo de entrevistas, el entrevistador realiza una serie de preguntas iguales a un grupo de entrevistados, con la finalidad de conocer las diferentes opiniones, lo mismo ocurre en sentido contrario, cuando un grupo de entrevistadores entrevistan a una sola persona, los cuales realizan diferentes preguntas para conocer los distintos puntos de vista de la persona (Rodríguez, 2012).

### 2.1.2. Encuesta

Una encuesta es una herramienta de investigación descriptiva en donde el investigador recopila datos mediante un cuestionario previamente diseñado. Estos datos posteriormente son entregados en formas graficas o en tablas. Estos datos se obtienen realizando una serie de preguntas dirigidas a una muestra representativa. Con la encuesta se trata de obtener, de manera sistemática y ordenada, información sobre variables que intervienen en la

investigación, y esto sobre una población o muestra determinada. Esta información hace referencia a lo que las personas, son, hacen, opinan, sienten, esperan, desean, quieren u odian, aprueban o desaprueban, o los motivos de sus actos, opiniones y actitudes (Visauta, 1989).

### **2.1.3. Benchmarking**

El *benchmarking* es un proceso continuo que toma como referencia los procesos, productos o servicios de trabajo de las empresas líderes, con la finalidad de compararlos con los de la propia empresa, para posteriormente realizar mejoras e implementarlas.

Existen diferentes tipos de benchmarking está el competitivo, el interno y el funcional, a continuación, se definen cada uno de estos:

- **Competitivo:** es el que busca medir los productos, procesos y funciones de los principales competidores para realizar comparaciones, las cuales darán un indicio de cómo se encuentra la organización dentro del mercado. Para posteriormente implementar y mejorar los aspectos comparados.
- **Interno:** el benchmarking interno es el que se realiza dentro de la misma organización, en donde se compara con el área que en el proceso se identifica que es un ejemplo a seguir por sus buenos resultados.
- **Funcional:** este benchmarking busca compararse con un área de alguna empresa que posea las mejores prácticas, esta área debe ser la misma que se desea comparar, pero la organización no necesariamente debe ser competidora incluso puede no pertenecer a la misma industria. (Espinosa, 2019).

### **2.1.4. Análisis de la relación de actividades**

Dentro del análisis de relación de actividades se poseen 4 técnicas, las cuales ayudan al planeador de instalaciones a situar cada departamento, oficina y área de servicios en la ubicación apropiada. La finalidad es satisfacer tantas relaciones importantes como sea posible, con el objetivo de crear la distribución más eficiente posible. estas técnicas son: Diagrama de relación de actividades, hoja de trabajo, diagrama adimensional de bloques y análisis de flujo. El diagrama de relación de actividades puede ser reemplazado por la hoja

de trabajo, por lo tanto, pasarían a ser tres técnicas. En la Tabla 3 se puede observar la simbología de los códigos.

**Tabla 3: Simbología de relaciones**

<b>Código</b>	<b>Definición</b>
<b>A</b>	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto a otro
<b>E</b>	Especialmente importante
<b>I</b>	Importante
<b>O</b>	Ordinariamente importante
<b>U</b>	Sin importancia
<b>X</b>	No deseable

*Fuente: Elaboración propia en base a (Meyers F, 2006)*

Las técnicas anteriormente nombradas son secuenciales, es decir, la hoja de trabajo se usa para dibujar el diagrama adimensional de bloques y luego el análisis de flujo se dibuja en el diagrama adimensional de bloques.

Según Meyers (2006), existe una regla práctica la cual establece que no deben excederse los porcentajes de la Tabla 4, el porcentaje restante se asignan como U, a no ser que también existan relaciones del tipo X.

**Tabla 4: Porcentaje máximo de códigos en las relaciones**

<b>Código</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>A</b>	5
<b>E</b>	10
<b>I</b>	15
<b>O</b>	25

*Fuente: Elaboración propia en base a (Meyers F, 2006)*

Además, la cantidad total de relaciones (N) entre todos los centros de trabajo viene dada por Ecuación 1, en donde n es la cantidad de centros de trabajo diferentes.

**Ecuación 1: Cantidad de relaciones**

$$N = \frac{n(n - 1)}{2}$$

*Fuente: Elaboración propia en base a (Meyers F, 2006)*

- **Hoja de trabajo:** la hoja de trabajo es una etapa intermedia entre el diagrama adimensional de bloques y el diagrama de relación de actividades, esta reemplaza al segundo. Esta hoja es una tabla que en su primera columna se encuentran todos los

centros de trabajo y en las siguientes las relaciones de estos, esta se puede observar en la Ilustración 3.

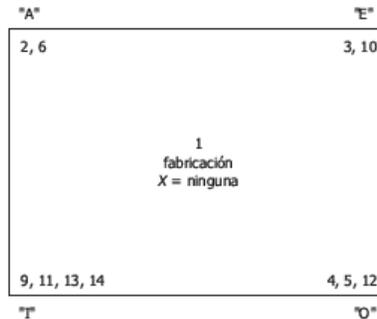
- **Diagrama adimensional de bloques:** el diagrama adimensional de bloques es el resultado gráfico de la relación de actividades y la hoja de trabajo. En su realización cada cuadrado representa un centro de trabajo, en el cual cada esquina representa un código y en el centro se ubica el número del departamento y los números de los departamentos con la relación X, tal como se muestra en la Ilustración 4, Además, en Ilustración 5 se muestra el diagrama adimensional completo.

Ilustración 3: Ejemplo de hoja de trabajo

Actividades	A	E	I	O	U	X
1. Fabricación	2, 6	3, 10	9, 11, 13, 14	4, 5, 12	7, 8	
2. Soldadura	1, 3		6	9, 10, 12, 13, 5	7, 8, 4, 11, 14	
3. Pintura	2, 4	1	6	12, 13, 9	5, 7, 8, 10, 11, 14	
4. Ensamblado y empaque	3, 7	6, 8	9, 12, 13, 14	1, 5	2, 10, 11	
5. Recepción	6		14	4, 2, 1, 9, 12, 13	3, 7, 10, 11	8
6. Almacenes	5, 1	4	3, 2, 14	9	8, 10, 11, 12, 13	7
7. Bodega	4, 8		14	14	5, 3, 2, 1, 9, 10, 11, 12, 13	6
8. Envíos	7	4	14	9, 12, 13	6, 3, 2, 1, 10, 11	5
9. Sanitarios	12	13, 14	4, 1	8, 6, 5, 11, 3, 2, 10	7	
10. Mantenimiento	11	1		9, 2	8, 7, 6, 5, 4, 3, 12, 13, 14	
11. Cuarto de herramientas	10		1	9, 14	8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 12, 13	
12. Cuarto de armarios	9	13	4	8, 5, 3, 2, 1	11, 10, 7, 6, 14	
13. Cafetería		14, 12, 9	4, 1	8, 5, 3, 2	10, 11, 7, 6	
14. Oficina		13, 9	8, 6, 5, 4, 1	11, 7	12, 10, 2, 3	

Fuente: (Meyers F, 2006)

Ilustración 4: Ejemplo de un cuadrado del adimensional de bloques



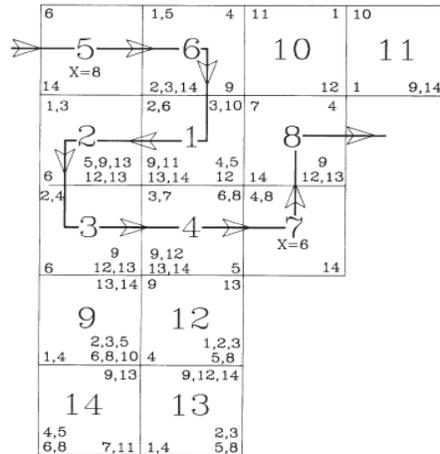
Fuente: (Meyers F, 2006)

- **Análisis de flujo:** el análisis de flujo se realiza para ilustrar que la distribución que se hizo tenga un sentido. Este comienza con la recepción y el flujo que deben seguir los materiales hasta llegar al ensamblado y empaque. Este análisis se puede observar en la Ilustración 5 en donde se muestra el flujo que deben seguir los materiales.

### 2.1.5. Distribución de planta (layout)

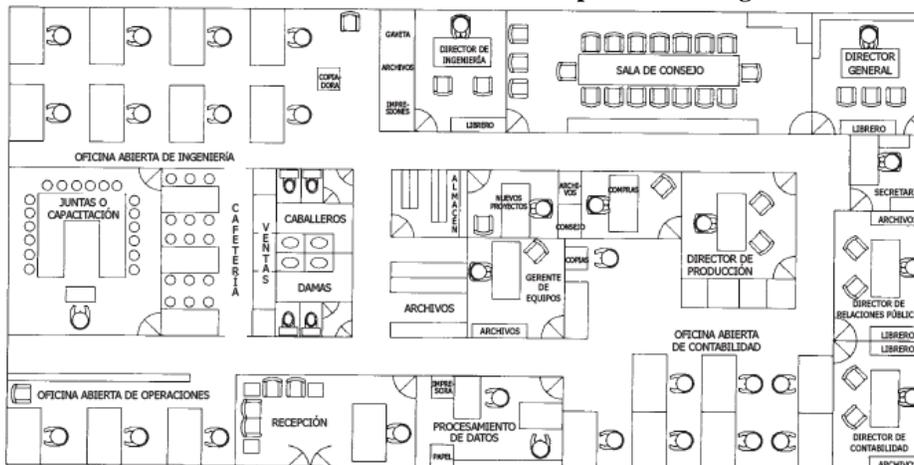
La distribución de planta de una organización se refiere a la localización física de los recursos que transforman, es decir, distribuir es decidir en dónde poner todos los centros de trabajo, máquinas, equipo y personal de la operación. La distribución es la que determina la forma y la apariencia de la planta, además es lo primero que se observa al ver una operación. La distribución de la planta es importante, debido a que un pequeño cambio o movimiento de algún recurso, maquina o equipo puede afectar al flujo de materiales y efectividad de la operación (Nigel Slack, 2000). En la Ilustración 6 se puede ver un ejemplo de una distribución de planta.

**Ilustración 5: Diagrama adimensional de bloques**



Fuente: (Meyers F, 2006)

**Ilustración 6: Distribución de oficinas de una planta de energía eléctrica**



Fuente: (Meyers F, 2006)

## **2.2. Metodología**

A continuación, se describe la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto y solución a la problemática planteada.

### **2.2.1. Levantamiento de información**

Para llevar a cabo el levantamiento de información es necesario realizar diferentes entrevistas estructuradas a cada uno de los involucrados en la carrera de Ingeniería Civil Industrial. Con estas entrevistas estructuradas se espera lograr una idea de la situación actual de la carrera en cuanto a infraestructura, además de obtener los requerimientos de cada una de las áreas del departamento.

### **2.2.2. Benchmarking**

El análisis de la situación actual permite conocer cómo está el Departamento de Ingeniería Industrial, con esta información se puede comenzar a comparar con las principales universidades que imparten la carrera en el país. Para lograr esto, se realizan visitas presenciales a las universidades para analizar cuál es su situación y, además, sacar ideas de su infraestructura para llevarlas a cabo y mejorarlas.

También se espera buscar información en artículos científicos de cómo ha ido evolucionando el diseño de edificios universitarios en el mundo y hacia dónde se dirige, con esto se pretende no sólo realizar un proyecto en base a la situación actual, sino que también proyectar el diseño para lo que viene.

### **2.2.3. Elección de los requerimientos a incluir**

Luego del levantamiento de los requerimientos y el *benchmarking*, se determina cuáles son los centros de trabajo a incluir en el diseño final. Para esto se realizan encuestas tanto a estudiantes como a docentes de la carrera, para llegar a un consenso de qué es lo que más se necesita en el nuevo edificio.

#### **2.2.4. Diseño físico de las instalaciones**

En una primera instancia es necesario realizar el análisis de relación de actividades, gracias al cual se pueden distribuir de una forma eficiente todos los centros de trabajo que se incluyen en el diseño físico. Además, se define el equipamiento de cada uno de los centros de trabajo, ya sean oficinas, sala de reuniones, salas de estudio, entre otras. Finalmente se realiza el diseño físico final, con todos los centros de trabajo unidos y ubicados de una forma eficiente.

#### **2.2.5. Evaluación de impacto**

Con el diseño físico de las instalaciones, se realiza la evaluación de impacto. Para esto se realiza una evaluación de todos los costos involucrados en la construcción, con la finalidad de tener una estimación de la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Además, se evalúan los beneficios que genera este proyecto, para los estudiantes, docentes, facultad y universidad.

#### **2.2.6. Principales actividades técnicas y administrativas**

Se describen las etapas en la que se enmarca el proyecto, Primero se describen las etapas anteriores a la construcción del edificio, estas sirven para entender cuál es el proceso que debe pasar un proyecto financiado con fondos públicos. Posteriormente el proyecto se enmarca en las principales actividades que se desarrollan específicamente en la construcción del edificio, las cuales son genéricas para cualquier tipo de construcción.

# CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

*En el capítulo 3 se describe la situación actual, tanto de la facultad como del departamento en cuanto a infraestructura. Además, se llevan a cabo las primeras actividades de la metodología.*

### 3.1. Infraestructura dentro de la facultad

Dentro de la facultad de ingeniería se poseen 14 edificios, de los cuales existen unos que son para carreras en específicos y otros que son de uso común por los estudiantes. Los edificios que son específicos para la carrera reciben el nombre de esta, tal como se pudo ver en la Tabla 1. Cada uno de los edificios de la facultad poseen diferentes características. A continuación, se detallan las características con su respectiva superficie.

#### 3.1.1. Edificio de Ingeniería Civil en Minas

La carrera de Ingeniería Civil en Minas llegó a la facultad en el año 2013, la cual ha tenido una tasa promedio de ingreso de 76 estudiantes. El edificio de Ingeniería Civil en Minas es uno de los más nuevos dentro de la facultad, este edificio posee 2.200m<sup>2</sup> aproximadamente y fue inaugurado el año 2017. En la Tabla 5 se muestran todas las categorías de centros que posee, con su respectiva superficie.

Tabla 5: Características edificio Ingeniería Civil en Minas

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	8	64,37
Bodega	1	2,73
Cocina	1	14,05
Laboratorio de Investigación	1	110,50
Laboratorio de docencia	3	198,80
Oficinas	12	117,54
Sala de computación	3	210,70
Sala de reuniones	1	53,50
Salas de clases	4	306,30
Salas de estudio	2	137,50
Pasillo y circulación	-	203,20

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

#### 3.1.2. Edificio de Ingeniería Civil en Construcción

El edificio de ingeniería Civil en Construcción fue el encargado de albergar la carrera de Ingeniería en Construcción, hoy en día esa carrera no es impartida en el campus Curicó y fue reemplazada por Ingeniería Civil en Obras Civiles, la cual llegó en el año 2016 y posee una tasa de ingreso al año 2018 de 64 estudiantes. A continuación, en la Tabla 6, se detallan las

características que posee ese edificio junto con su respectiva superficie. Cabe destacar que dentro de este edificio se encuentra el programa de idiomas, el cual posee dos laboratorios alcanzando una superficie total de 62,65m<sup>2</sup> aproximadamente. La superficie total de este edificio en conjunto con las salas S, especificadas en la Tabla 13 es de 1.900m<sup>2</sup>.

**Tabla 6: Características edificio Ingeniería en Construcción**

<b>Nombre categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Baños</b>	8	33,89
<b>Hall oficinas nuevas</b>	1	7,80
<b>Cocina</b>	1	8,81
<b>Laboratorio de Investigación</b>	2	64,04
<b>Laboratorio de docencia</b>	5	383,86
<b>Oficinas</b>	11	121,92
<b>Sala eléctrica</b>	1	10,82
<b>Sala de reuniones</b>	1	13,16
<b>Salas de clases</b>	6	346,08
<b>Salas de estudio</b>	1	22,20

*Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus*

### 3.1.3. Edificio de Ingeniería Civil Mecánica

Actualmente se posee una tasa de ingreso de 45 alumnos, el programa de la carrera está basado en cuatro áreas: Formación Fundamental, Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada, lo que permite destacar sus competencias para el diseño y cálculo de elementos, estructuras y sistemas mecánicos y mantenimiento/montaje industrial, es por esta razón que dentro de sus instalaciones deben tener un gran espacio práctico, esto se observa en Tabla 7 donde se tienen las características de los tipos de instalaciones, la cantidad y la superficie de estas. Cabe destacar que 16 de las oficinas, 3 laboratorios de docencia y el laboratorio de prestación de servicios que se presentan pertenecen al Departamento de Ingeniería Eléctrica. Este edificio en su totalidad posee una superficie total de 1.788m<sup>2</sup>.

### 3.1.4. Edificio Decanato

El edificio Decanato o conocido como “edificio azul” posee tres pisos, en el primero se encuentra la administración de campus y las dependencias del decano, en el segundo se encuentra el Departamento de Ingeniería Industrial a cargo de la carrera Ingeniería Civil Industrial, la cual tiene una tasa de ingreso promedio en los últimos 5 años de 105 estudiantes

y en el tercer piso se encuentra el Departamento de Ciencias de la Computación a cargo de la carrera Ingeniería Civil en Computación con una tasa de ingreso promedio de los últimos 5 años de 68 estudiantes. En la Tabla 8 se muestra de forma general las categorías de centros de trabajo que se encuentran en este edificio. La superficie total de este edificio es de 978m<sup>2</sup>.

**Tabla 7: Características edificio Ingeniería Civil Mecánica**

<b>Nombre categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Baños</b>	7	87,93
<b>Bodega</b>	1	5,07
<b>Cocina</b>	1	10,80
<b>Laboratorio de Investigación</b>	7	302,29
<b>Laboratorio de docencia</b>	5	422,71
<b>Laboratorio de prestación de servicios</b>	1	42
<b>Oficinas</b>	28	366,41
<b>Taller</b>	1	441,9
<b>Sala de reuniones</b>	1	15,50
<b>Salas de clases</b>	1	33,60
<b>Salas de estudio</b>	1	34,30

*Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus*

**Tabla 8: Características edificio Decanato**

<b>Nombre categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Baños</b>	6	30,46
<b>Bodega</b>	1	3,42
<b>Cocina</b>	3	27,18
<b>Oficinas</b>	33	420,58
<b>Laboratorio</b>	1	10,55
<b>Sala de reuniones</b>	2	40,76

*Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus*

### 3.1.5. Edificio I+D

El edificio llamado I+D alberga el centro tecnológico Kipus, centro que fue fundado en el año 2012 por académicos de la facultad de ingeniería de la Universidad de Talca y empresarios de la zona. El centro está encargado de promover la investigación, desarrollo, transferencia tecnológica e innovación dentro de la facultad de ingeniería, apoyando y gestionando una variedad de proyectos en el ámbito de la ingeniería dentro de la región del Maule (Kipus, 2020). Además, en este edificio se desarrollan otras actividades ajenas a Kipus, como lo es Ingeniería 2030, iniciativa interinstitucional y multidisciplinaria para

formar ingenieros globales, y también se encuentra CETLOG, el cual es un centro de apoyo a pequeñas y medianas empresas de la Meso-región Centro-Sur del país para incorporar soluciones de logística.

Dentro de este edificio se puede encontrar lo que se muestra en la Tabla 9, teniendo como superficie total 1.200m<sup>2</sup>.

**Tabla 9: Características del edificio I+D**

<b>Nombre categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Auditorio</b>	1	69,45
<b>Baños</b>	6	46,12
<b>Cocina</b>	2	8,49
<b>Laboratorio de investigación</b>	1	16,27
<b>Laboratorio de docencia</b>	1	22,85
<b>Multimedios (aula virtual)</b>	1	17,38
<b>Oficinas</b>	17	431,17
<b>Pasillos</b>		45,66
<b>Sala de estudios</b>	1	35
<b>Sala de reuniones</b>	2	95,25
<b>Salas de clases</b>	2	70,01

*Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus*

### 3.1.6. Edificio estudiantil

El edificio estudiantil o también conocido como bienestar estudiantil, es el encargado de albergar a la dirección de bienestar, la cual es una unidad dependiente de la Vicerrectoría de Desarrollo Estudiantil. La misión de esta dirección es entregar atención integral a los estudiantes que presenten dificultades de diversa índole durante su vida académica, ya sea en su contexto personal o familiar, además de orientar en temas estudiantiles, tales como: alternativas para financiar la carrera, Becas de Arancel y Mantención, préstamos estudiantiles, entre otros (Vicerrectoría de Desarrollo Estudiantil, 2020). Cabe destacar, que en este edificio no solo se encuentra el servicio estudiantil, sino que también variadas áreas para el desarrollo de los estudiantes. Estas son especificadas en la Tabla 10. La superficie total de este edificio es de 1.015m<sup>2</sup>.

**Tabla 10: Características del edificio estudiantil**

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	4	46,72
Bodega	3	17,10
Box Salud	7	59,85
Hall médico	1	19,4
Oficinas	15	190,25
Salas de clases	2	88,44

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

### 3.1.7. Edificios de salas y laboratorios

Actualmente dentro de la facultad se tienen diferentes edificios que son caracterizados por contener en su gran mayoría salas de clases. Estos edificios son servicios múltiples, salas E y Salas S, además, se tiene un edificio que contiene diferentes laboratorios, ya sea de computación, de física, electromagnetismo, entre otros. Las características con sus dimensiones se muestran en la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14.

- **Servicios múltiples:** superficie total de 1.076m<sup>2</sup>.

**Tabla 11: Características edificio servicios múltiples**

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	4	48,75
Oficinas	8	60,54
Salas de clases	9	593,99

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

- **Salas E:** superficie total de 364m<sup>2</sup>.

### 3.1.8. Otros edificios

En esta categoría se encuentran diferentes estructuras que están dentro de la facultad, las cuales sirven para el uso extraprogramático de los alumnos. Estas son: biblioteca, gimnasio y casino, sus características de superficie se muestran en la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17 respectivamente.

Tabla 12: Características salas E

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Salas	2	285,12

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

- **Salas S:** superficie total en conjunto con edificio de Ingeniería en Construcción de 1.900m<sup>2</sup>.

Tabla 13: Características salas S

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	3	32,06
Sala de estudios	4	49,48
Sala de clases	3	329,98

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

- **Laboratorios:** con superficie total de 1.066m<sup>2</sup>.

Tabla 14: Características edificio de laboratorios

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	2	24,41
Bodega	2	9,57
Laboratorio de investigación	2	29,48
Laboratorio de docencia	7	511,35
Oficinas	6	71,42
Laboratorio de computación	1	45,13
Sala de estudio (lab matemática)	1	82,97
Sala equipos	1	10,63
Sala de clases	1	34,58
Servidores y puentes de acceso	1	37,60

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

- **Biblioteca:** con superficie total de 1.422m<sup>2</sup>.

Tabla 15: Características de biblioteca

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	3	21,42
Cocina	1	7,20
Espacio para libros 1er piso	1	143,50
Espacio para libros 2do piso	1	147,50
Oficinas	1	27,60
Sala amplificación	1	13,80
Sala de estudios	5	252,40
Sala eléctrica	1	3,20

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

- **Gimnasio:** con superficie total de 1.460m<sup>2</sup>.

Tabla 16: Características de gimnasio

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	4	29,12
Bodegas	2	14,45
Camarines	5	117,11
Oficinas	1	27,36
Pasillo y circulación	-	60,70
Sala de ejercicios	2	144,63
Sala de clases (cancha)	1	952,50

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

- **Casino principal:** superficie total de 857m<sup>2</sup>.

Tabla 17: Características de casino principal

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	5	41,05
Banquetería eventos	2	114,78
Bodega	1	6,12
Cocina	1	168,75
Comedor	1	455,51
Oficina	1	10,84
Sala aseo y congelados	2	11,89

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

### 3.2. Infraestructura actual del Departamento de Ingeniería Industrial

El Departamento de Ingeniería Industrial como se dijo en el apartado 3.1.4, se encuentra en el segundo piso del edificio de Decanato, el cual posee una superficie total de 326m<sup>2</sup>. Las características de este se pueden observar en la Tabla 18.

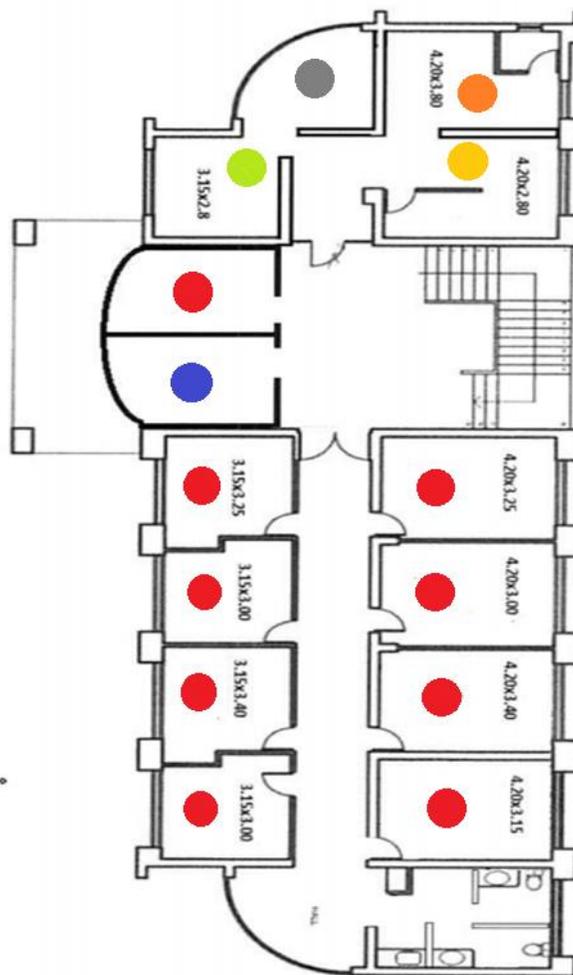
Tabla 18: Características del Departamento de Ingeniería Civil Industrial

Nombre categoría	Cantidad	m <sup>2</sup>
Baños	2	7,13
Cocina	1	14,01
Oficinas	12	136,38
Laboratorio de simulación	1	10,55
Sala de reuniones	1	11,39

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por administración de campus

Actualmente de las 12 oficinas que se tienen en el departamento, 9 de ellas son utilizadas por docentes del departamento, una por la secretaria de escuela, otra por el director de escuela y la última por dos ingenieros de proyectos. En la Ilustración 7 se puede observar el *layout* del piso del departamento, en donde los centros de color rojo corresponden a las oficinas de los docentes del departamento, el de color amarillo corresponde a la secretaria de escuela, el naranja al director de escuela, el gris al laboratorio de simulación, el verde a la sala de reuniones y el azul a la oficina de los ingeniero de proyectos.

**Ilustración 7: Layout segundo piso edificio Decanato**



*Fuente: Información entregada por administración de campus*

### 3.2.1. Laboratorio de Simulación

El laboratorio de simulación posee 3 centros de trabajo (especificados en la Tabla 19), en donde se tiene el *software* Arena, el cual sirve para simular situaciones con parámetros reales, los cuales son obtenidos por los estudiantes en los proyectos de las asignaturas que lo requieran, actualmente se utiliza en pregrado en las asignaturas de modelos estocásticos y simulación, diseño de sistemas de operaciones, proyecto de licenciatura y proyecto de título. En Arena existe la opción de simular en 3 dimensiones, es por esta razón que los equipos deben poseer requerimientos mínimos para su buen y eficiente funcionamiento, como no todos los estudiantes poseen equipos con esos requerimientos se hace necesario el uso de estos centros de trabajo, los cuales colapsan en épocas de proyectos. La superficie que posee este laboratorio es de 10,55m<sup>2</sup>.

**Tabla 19: Implementación laboratorio de simulación**

Implementación	Cantidad	Especificaciones
PC	2	RAM: 16 gb, Intel core i7-6700; 3,4GHz
PC	1	RAM: 12 gb, Intel core i7-4770; 3,4GHz
Monitor	5	Samsung LED 24'' full HD, conexión VGA y HDMI

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3. Levantamiento de información actual

Para lograr el levantamiento de requerimientos de los centros necesarios dentro del potencial edificio de la Escuela Ingeniería Civil Industrial se realizan entrevistas a docentes del departamento, administrativos y alumnos y exalumnos de la carrera.

En una primera instancia se realiza una entrevista a todos los docentes del departamento, incluido el director de escuela y el director del departamento, con la finalidad de conocer cuáles son las dimensiones académicas que ellos realizan (docencia pre y postgrado-investigación-transferencia tecnológica), qué tipo de implementación poseen para desarrollarlas y cuáles serían los requerimientos de estas para un potencial edificio. Además de preguntas relacionadas específicamente a la construcción del edificio y cuáles serían los

principales centros a incluir en este. Posteriormente se realiza una encuesta a los alumnos y exalumnos para conocer su punto de vista en base a su experiencia dentro de la carrera que es lo primordial y necesario para tener en cuenta a la hora de elaborar el diseño del edificio.

### **3.3.1. Entrevista a docentes y administrativos del departamento**

Esta entrevista tiene como principal objetivo conocer cuáles son las dimensiones académicas de los docentes del departamento, qué es lo que poseen para desarrollarla y cuáles son los requerimientos en cuanto a *softwares*, infraestructura, laboratorios, etc. Además, se le realizan algunas preguntas relacionadas con el crecimiento personal y del departamento, para entender cuál es el enfoque de ambas partes en un corto-mediano plazo. Finalmente, se le realizan algunas preguntas relacionadas estrictamente con el nuevo edificio.

Para la entrevista se realiza una serie de preguntas abiertas a los 17 docentes del Departamento incluidos también, el director de escuela y el director del departamento y, además, se entrevista a la secretaria de escuela, la cual aporta un punto de vista diferente al análisis. Cada uno de estos docentes realizan diferentes asignaturas de formación disciplinaria dentro de la carrera, por ende, al tener preguntas específicas y abiertas se hace difícil tener estadísticas de estas, pero igualmente se dan a conocer algunas estadísticas que se logran obtener de estas preguntas. Las preguntas de la entrevista se pueden observar en la Tabla 20. Cabe destacar que cada una de estas entrevistas se realizan de forma presencial en las oficinas de los docentes, lo cual hace que se obtengan mejores resultados en las respuestas de estos.

Analizando los resultados de las respuestas se tiene que considerando a todos los docentes entrevistados se cubre aproximadamente el 70% de todas las asignaturas de formación disciplinarias impartidas en la carrera, además de cubrir el 100% de los módulos de integración (proyecto de licenciatura, proyecto de diseño de sistemas de operaciones, proyecto de diseño de sistemas de planificación de operaciones, proyecto de aplicación tecnológica y proyecto de título), esto quiere decir que se logra obtener una gran cantidad de información y requerimientos de la gran mayoría de las asignaturas específicas de la carrera. Por otro lado, se tiene que el 100% de estos realiza docencia de pregrado, el 65% de estos

realizan algún tipo de investigación y el 45% se dedica, además, a la transferencia tecnológica, alcanzando un 29% aproximadamente del total. Para mostrar gráficamente esto, se realiza un diagrama de Venn, el cual se puede ver en la Ilustración 8. Cabe destacar que hay actualmente 5 docentes que realizan clases de postgrado, los cuales pertenecen al programa de magíster que ofrece la carrera, el cual lleva por nombre Magíster en Gestión de Operaciones (Postgrado Universidad de Talca, 2020).

**Tabla 20: Preguntas a docentes del departamento**

<b>Preguntas a docentes del departamento</b>	
1.	¿Qué asignaturas de docencia realiza? ¿Cuántos alumnos posee?
2.	¿Qué tipo de implementación posee para esa asignatura? (softwares, laboratorios, infraestructura, etc.)
3.	¿Qué elementos le hacen falta para desarrollar esa asignatura de la mejor forma posible, tanto para un buen aprendizaje por parte de los alumnos, como para usted como docente?
4.	¿Qué otra(s) dimensión(es) académicas realiza? (postgrado-investigación-transferencia tecnológica)
5.	¿Qué es lo que posee actualmente en esa dimensión? Y ¿Qué es lo que le falta para desarrollarla de una mejor manera? ¿Por qué?
6.	¿Tiene interés en desarrollar otras actividades dentro de la universidad? ¿Qué le gustaría hacer? ¿Qué le falta para poder llegar a eso?
7.	¿Cree usted que hace falta un edificio para el departamento? ¿Por qué?
8.	¿Qué es lo que necesitaría ese nuevo edificio?
9.	¿Tiene pensado en el corto-mediano plazo invitar a profesores externos en estadías largas tipo postdoctorados? ¿se poseen las condiciones adecuadas para llevarlo a cabo?
10.	¿Por qué áreas debería venir el crecimiento de académicos del departamento?

*Fuente: Elaboración propia*

**Ilustración 8: Diagrama de Venn de las dimensiones académicas de los docentes**



*Fuente: Elaboración propia*

Los docentes que se dedican a la investigación dentro del departamento son actualmente 6 lo cual se pudo ver en la Ilustración 8, los temas investigados por estos se pueden observar a continuación:

- Investigación en sistemas complejos.
- Investigación en logística de distribución.
- Investigación en econometría.
- Investigación en ecoeficiencia de sistemas productivos.
- Investigación en aplicaciones de investigación de operaciones en agricultura.
- Investigación en cadena de suministro sustentable.
- Investigación en combustión de biomasa, producción de hidrogeno y abatimiento de emisiones.
- Investigación en termodinámica.
- Investigación en termo fluidos.
- Investigación en mitigación de gases invernaderos.
- Investigación en cadena de abastecimiento con enfoques en sustentabilidad y optimización.
- Investigación en simulación energética de edificaciones.

Por el lado de transferencia tecnológica existen docentes que pertenecen a CETLOG (centro de extensionismo tecnológico de logística), el cual es un centro de apoyo a pequeñas y medianas empresas que opera en las regiones del Maule, Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, y cuyo principal objetivo es incorporar soluciones tecnológicas enfocadas a la logística de las empresas, para que se desarrollen bajo parámetros de excelencia, y que a su vez les permitan incrementar el nivel de competitividad dentro de los mercados actuales (CETLOG, 2020). Mientras otros docentes tienen las siguientes temáticas:

- Transferencia tecnológica en porcino.
- Transferencia tecnológica en industria agrícola.
- Transferencia tecnológica en emisiones y combustión de biomasa.

- Transferencia tecnológica en cadena de abastecimiento con enfoques en sustentabilidad y optimización.
- Transferencia tecnológica en energías solares fotovoltaicas.
- Transferencia tecnológica en simulación energética de edificaciones.

Los docentes al tener una gran participación dentro de la formación de los estudiantes, tienen identificado lo necesario en cada una de las asignaturas y dimensiones que realizan. Es por esta razón que dentro de la entrevista se les pregunta a qué es lo que posee actualmente para el desarrollo de sus dimensiones y qué es lo que necesitaría para poder desarrollarla de una mejor forma. En cuanto a los *softwares* utilizados por los docentes en las asignaturas de formación disciplinaria, en la Tabla 21 se ilustran estos, identificando la cantidad en caso que no sean gratuitos y las asignaturas en donde son utilizados.

En cuanto a la infraestructura utilizada en las asignaturas ya sean laboratorios, salas de clases, salas de estudio, entre otras, son utilizadas en otros edificios y pertenecen ya sea a la facultad o a algún departamento en específico. Por ejemplo, en la asignatura de fundamentos y fluidos de termodinámica se utiliza el laboratorio de operaciones unitarias, el cual se encuentra en el edificio de Ingeniería Civil Mecánica. Por otro lado, se encuentra la sala de reuniones del departamento de Ingeniería Industrial, la cual se utiliza para diferentes reuniones de asignaturas de la carrera como lo es en proyecto de diseño de sistemas de planificación de operaciones, también es utilizada para presentaciones o defensas como lo es el caso de proyecto de título y como reuniones del Departamento de Ingeniería Industrial.

Como se dijo anteriormente existe una pregunta específica del potencial edificio, esta corresponde a que, si ellos creen que es necesario una construcción de un edificio para la escuela, se tiene que del total de entrevistados el 94% dice que es necesaria la construcción de un edificio para la carrera y solo el 6% de estos no lo cree necesario. Esto se puede observar en el Gráfico 3. Entre las respuestas, la gran parte de estos considera como principal fundamento la falta de espacio para el desarrollo de los estudiantes, además de la falta de identidad que el espacio actual ocasiona, junto con que la carrera de Ingeniería Civil Industrial es la más antigua de la facultad y es la que tiene la mayor tasa de ingreso de estudiantes cada año y con mejores resultados, por lo tanto, por tradición debe tener un

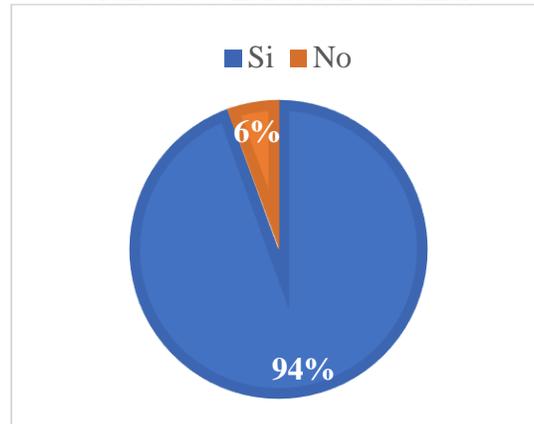
espacio propio. Junto con lo anterior, consideran de gran importancia la unión de todos los docentes de la carrera en un único espacio, esto ocasionaría sinergia entre ellos.

**Tabla 21: Softwares utilizados dentro de las asignaturas de formación disciplinaria**

Nombre	Cantidad disponible	Asignaturas donde se utilizan
<b>Arena</b>	30 licencias académicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos estocásticos y simulación</li> <li>• Diseño de sistemas de operaciones</li> <li>• Proyecto de licenciatura</li> <li>• Procesos estocásticos y simulación (electivo)</li> <li>• Proyecto de título</li> </ul>
<b>Phyton</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller de análisis numérico</li> </ul>
<b>Jupiter</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller de análisis numérico</li> </ul>
<b>Minitab</b>	45 licencias proyectadas al 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadística industrial</li> </ul>
<b>Bizagi</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecto de diseño de sistema de s planificación de operaciones</li> <li>• Proyecto de licenciatura</li> <li>• Tecnologías de información</li> <li>• Proyecto de título</li> </ul>
<b>R</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos estocásticos y simulación</li> <li>• Proyecto de licenciatura</li> <li>• Minería de datos (electivo)</li> <li>• Análisis de la productividad (electivo)</li> </ul>
<b>OPL</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos de investigación de operaciones</li> <li>• Programación matemática</li> <li>• Proyecto de licenciatura</li> <li>• Cadena de abastecimiento</li> <li>• Análisis de la productividad (electivo)</li> <li>• Modelos aplicados a la gestión logística (electivo)</li> <li>• Modelos y algoritmos de optimización (electivo)</li> <li>• Proyecto de título</li> </ul>
<b>PD solve</b>	10 licencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller de energías renovables (electivo)</li> </ul>
<b>JAVA</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programación (electivo)</li> <li>• Modelos y algoritmos de optimización (electivo)</li> <li>• Proyecto de título</li> </ul>
<b>Gephi</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis avanzado de datos para la gestión (electivo)</li> </ul>
<b>Network X</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis avanzado de datos para la gestión (electivo)</li> </ul>
<b>EMS</b>	Gratuito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la productividad (electivo)</li> <li>• Planificación y gestión de las operaciones</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3: Construcción del edificio**



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.2. Encuesta a estudiantes

La finalidad de la encuesta a los estudiantes es determinar la característica de los encuestados, cuáles han sido las necesidades que ellos han experimentado durante su paso por la carrera, si es necesario la construcción de un edificio y cuáles serían las mejoras tanto en la formación como en la infraestructura. Para esto se encuestaron a 51 alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, los cuales corresponden a las primeras 3 generaciones (2014, 2015 y 2016) que se encuentran actualmente en la facultad, cabe destacar que algunos de estos alumnos (2014) ya han egresado, por lo tanto, corresponden a exalumnos.

La encuesta contiene 5 preguntas principales las cuales se presentan en la Tabla 22 en donde la pregunta 1 corresponde a identificar cuál ha sido el plan de estudios de los estudiantes y si está realmente este elaborado acorde a las necesidades de los estudiantes y el mercado.

De la pregunta 1 se obtuvo que la gran parte de estos se encuentran en el actual plan de estudios que ofrece la carrera (Plan 16), esto se puede observar en el Gráfico 4.

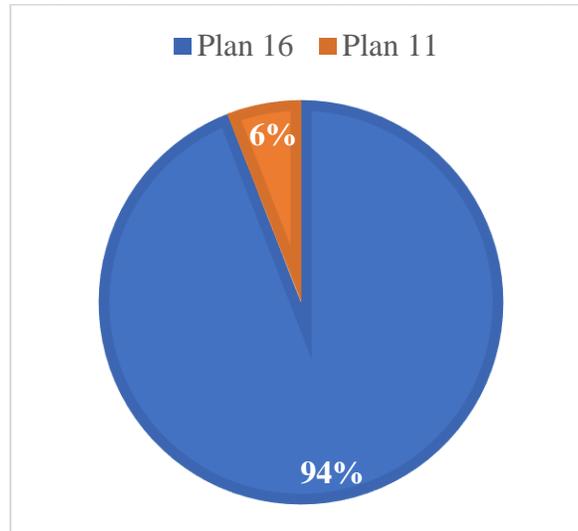
Para la pregunta 2 se obtuvieron los resultados ilustrados en el Gráfico 5, en donde un 92% de los encuestados consideran que, en la facultad, el Departamento de Ingeniería Industrial no posee una infraestructura adecuada a las necesidades de los estudiantes.

**Tabla 22: Preguntas a estudiantes de la carrera**

<b>Preguntas a estudiantes de la carrera</b>	
1.	¿Cuál es su plan de estudios?
2.	¿Cree usted que el Departamento de Ingeniería Industrial posee una infraestructura adecuada?
3.	¿Cree usted que en la facultad es necesario un edificio para el departamento? ¿Por qué?
4.	En caso que la respuesta anterior haya sido si ¿Qué cree usted que es necesario que posea este edificio?
5.	¿Qué se podría mejorar, completar o complementar, para potenciar cada una de las dimensiones académicas de la carrera?

*Fuente: Elaboración propia*

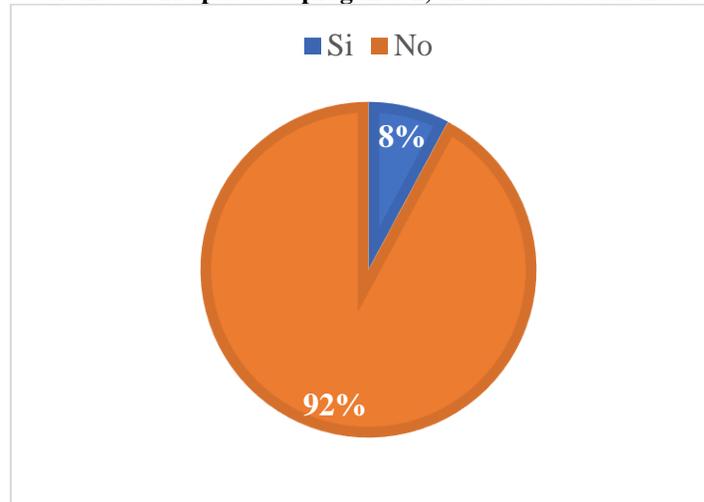
**Gráfico 4: Plan de estudios de los estudiantes**



*Fuente: Elaboración propia*

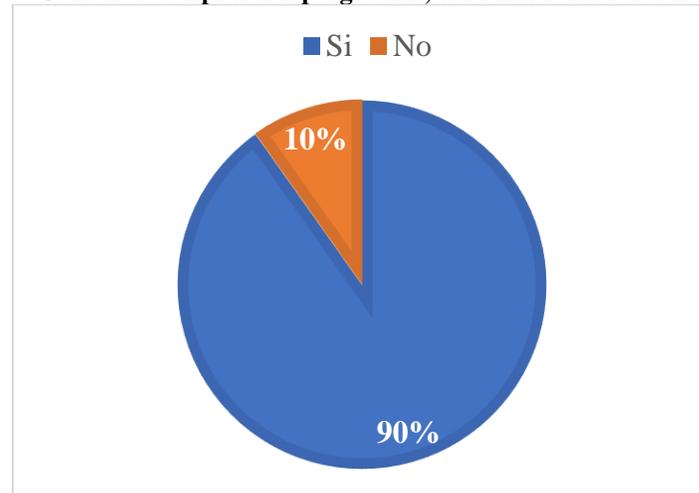
Por otro lado, para la pregunta 3 se tiene que la mayoría de los estudiantes reconoce la necesidad de un edificio para el Departamento de Ingeniería Industrial, el resultado de esta pregunta se puede observar en el Gráfico 6. Dentro de las principales razones que los estudiantes dieron a favor de la construcción de un nuevo edificio, es que actualmente hacen falta espacios para el desarrollo de la carrera, ya sean laboratorios, salas de clases, salas memoristas, salas de estudio, entre otras mencionadas. Además, nombran otros aspectos, como lo son la autonomía e independencia de otros departamentos, seguridad y comodidad de los estudiantes, falta de espacios recreativos propios, carrera con más alumnos y no se posee infraestructura, entre otros.

**Gráfico 5: Respuesta a pregunta 2, encuesta a estudiantes**



*Fuente: Elaboración propia*

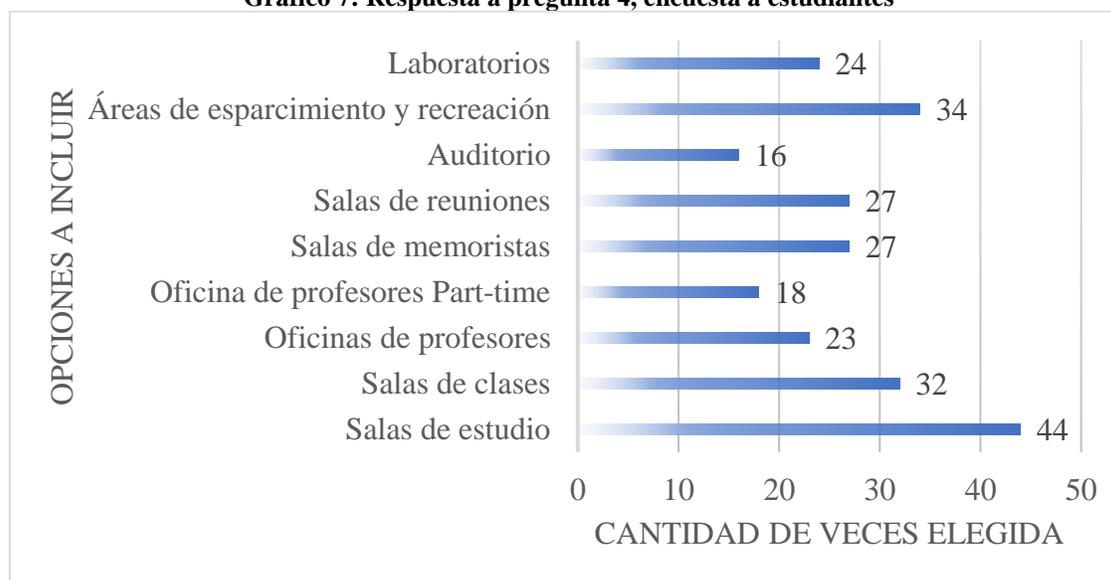
**Gráfico 6: Respuesta a pregunta 3, encuesta a estudiantes**



*Fuente: Elaboración propia*

A diferencia de las otras preguntas, en la pregunta 4 se les da opción a los estudiantes que votaron que si a la pregunta 3, de escoger cuáles serían los espacios necesarios dentro del potencial edificio. Para esto se le da una lista de opciones las cuales se pueden ver en el Gráfico 7, además de la oportunidad para que ellos propongan sus ideas en cuanto a laboratorios y espacios comunes que pudiesen existir en el edificio.

**Gráfico 7: Respuesta a pregunta 4, encuesta a estudiantes**



Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta lista se encuentran los siguientes espacios comunes y laboratorios propuestos por los estudiantes encuestados:

- Laboratorio de computación.
- Laboratorio de simulación de procesos.
- Laboratorio utilización de ERP.
- Laboratorio de procesos industriales.
- Laboratorio de gestión de operaciones.
- Sala de negocios.
- Biblioteca con salas de estudio.
- Cafetería.
- Área de descanso

En la pregunta 5 se les pregunta a los estudiantes qué se podría mejorar dentro de las 3 dimensiones de la carrera, gestión tecnológica, gestión de operaciones y gestión de la organización. Para la primera dimensión mencionada se tiene que los estudiantes priorizan el uso de laboratorios, tener una mayor cantidad de horas prácticas, el aumento de uso y de importancia que se les da a las tecnologías vanguardistas, una mayor cantidad de visitas a empresas de la zona de diferentes envergaduras (pequeñas, medianas y grandes), viajes a

conferencias, utilizar herramientas usadas en empresas (ERP), salas de computación, salas de clases entre otras. En la segunda dimensión, también se resalta el tener una mayor cantidad de horas prácticas dentro de los cursos, tener laboratorios de computación, salas de clases adaptadas para el uso de computadores personales, realizar proyectos de mejoramiento en empresas reales, el aumento en la cantidad de licencias de *softwares* utilizados, incorporar sustentabilidad en la gestión de operaciones, entre otros. Finalmente, en la tercera dimensión los alumnos vuelven a mencionar el aumento en horas prácticas, no solo en laboratorios, sino más bien en terreno, en empresas que realmente tengan funcionamiento, en donde se puedan realizar actividades dinámicas con estas, además de realizar lúdicas dentro de las asignaturas, en donde aseguran que igualmente se aprende y esto no se olvida. También hacen mención a que se podría dar énfasis en recursos humanos, en donde dan la opción de aprender sobre perfiles de los cargos, manejo organizacional dentro de las empresas, información que cuando egresen tengan conocimiento, como lo es el manejo de la legalidad dentro de la organización.

### **3.4. Estudio del mercado**

En el estudio de mercado se analizan diferentes universidades dentro del país y el extranjero, con la finalidad de conocer cuáles son las instalaciones que estos ofrecen a sus estudiantes de Ingeniería Civil Industrial para el desarrollo durante su carrera.

#### **3.4.1. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile**

El Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile fue fundado en el año 1965 y se encuentra ubicado actualmente en la facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Este departamento cuenta con 3 grandes áreas, las cuales son investigación, docencia (post y pregrado) y extensión. En cuanto a infraestructura el departamento cuenta con variadas instalaciones, una de estas y es la que se muestra la Ilustración 9, este corresponde a la ubicación actual del Departamento de Ingeniería Industrial. Este edificio posee 7 pisos y contiene las siguientes instalaciones:

- Oficina de dirección y secretaría de escuela.
- Salas de estudio.

- Espacios de estudio con computadores.
- Espacios comunes para el esparcimiento de los estudiantes (mesas y sofás).
- Salas de reuniones.
- Biblioteca.
- Cafetería.
- Oficinas (docencia, investigación y extensión).
- Oficina de gestión de carrera.

Cabe destacar que del piso 5 al 7 son oficinas de docentes y centros de investigación y que en cada piso de este edificio se tienen espacios de estar.

**Ilustración 9: Edificio del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile**



Fuente: (Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, 2020)

Además, el Departamento de Ingeniería Industrial posee 4 edificaciones más, en donde se concentra la docencia de postgrado, centros de investigación, educación ejecutiva y dirección administrativa del departamento, 3 de estas instalaciones se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Ilustración 10: Otras instalaciones del departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile**



Fuente: (Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, 2020)

Por otro lado, como se dijo anteriormente, el departamento posee centros e institutos de investigación (Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, 2020), estos son:

- Centro de economía aplicada.
- Centro de estudios del retail.
- Centro de investigación de operaciones para la industria minera.
- Centro de -finanzas.
- Centro de sistemas públicos.
- Centro de ingeniería organizacional.

También posee un laboratorio para la investigación el cual lleva por nombre *Web Intelligence Laboratory (WIL)*, en el cual se realiza una investigación avanzada en el ámbito de la inteligencia en la *web (web intelligence)* lo que involucra la creación de nuevas técnicas, métodos y algoritmos para desarrollar aplicaciones informáticas que apoyen al usuario en su constante búsqueda de información desde sitios *web*. El foco de este laboratorio es el análisis del comportamiento de navegación y preferencias del usuario en un sitio *web*, a través de la extracción de información y conocimiento de los datos que se consigna (Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, 2020). Este laboratorio contiene los siguientes equipamientos e instrumentos:

- 4 servidores Intel(R) Xeon(R) CPU E5520 @2.27GHZ (4 Núcleos con HT).
- Memoria: 8 GiB [2 x 4 GiB DDR3 1066 Mhz], conectados a unidades UPS.
- APC Smart-UPS XL 3000VA 230V que brindan 6 horas de autonomía ante cortes de energía.
- Los servidores se encuentran en red a través de un *Switch Cisco SGE2000 24 ports GigaEthernet, 4 slots Gigabit SFP*

### 3.4.2. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile

El Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santiago de Chile fue fundado en el año 1967 y actualmente se encuentra en la facultad de ingeniería de esta. El departamento hoy cuenta con un edificio de cinco niveles de aproximadamente 2.500m<sup>2</sup> de hormigón armado (Ilustración 11) que alberga las 3 grandes dimensiones de este, docencia, investigación y extensión (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, 2020). Dentro de este edificio se poseen las siguientes instalaciones:

- Salas de clases.
- Laboratorios de computación (+200 computadores).
- Salas de estudio.
- Espacios comunes (sillones y mesas).
- Laboratorio de robótica.
- Salas de reuniones.
- Oficinas (académicas, atención a alumnos, administrativa y de coordinación).
- Auditorio.

**Ilustración 11: Edificio del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile**



*Fuente: (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, 2020)*

Además, el departamento posee una biblioteca en el piso -1, la cual tiene una superficie total de 504m<sup>2</sup> de los cuales 229m<sup>2</sup> están destinados a la sala de lectura la que posee 110 cubículos

personales de trabajo, estos se pueden ver en la Ilustración 12, además de tres logias de estudio, una para cuatro personas y dos para ocho. El espacio destinado para estanterías y almacenaje corresponde a 176m<sup>2</sup> (Ilustración 12).

**Ilustración 12: Biblioteca Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile**



*Fuente: (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, 2020)*

### **3.4.3. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Biobío**

El Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad del Biobío se encuentra en la facultad de Ingeniería de la misma ubicada en la ciudad de Concepción, región del Biobío. Este departamento posee 2 grandes áreas, que son la investigación y la docencia, esta última dividida en docencia de pre y postgrado. El departamento posee un edificio en la facultad este se puede observar en la Ilustración 13.

**Ilustración 13: Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Biobío**



*Fuente: (Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Biobío, 2020)*

Este edificio posee las siguientes instalaciones:

- Salas de clases.
- Salas multiuso.

- Salas de estudio.
- Salas de reuniones.
- Laboratorios de computación.
- Cafetería.
- Oficinas de docentes.

Además, el departamento cuenta con dos instalaciones destinadas a la investigación, desarrollo y transferencia tecnológica, uno de estos es el laboratorio de economía espacial el cual está integrado por un equipo de investigadores de diversas disciplinas, los cuales tienen permanencia determinada de acuerdo a la existencia de estudios y proyectos. Este laboratorio cuenta con equipamiento que le permiten el desarrollo de prototipos y metodologías de análisis de diferentes sectores como los son el inmobiliario, forestal, comercial y transporte (Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Biobío, 2020). Las técnicas específicas utilizadas en este laboratorio son:

- Análisis Económico-Espacial.
- Análisis Costos/Beneficios.
- Análisis Multicriterio.
- Modelación, representación y análisis de información georreferenciada.
- Factibilidad técnico-económica de alternativas de localización.
- Marketing de ciudades.

El equipamiento que posee:

- Hardware: servidor, computadores, impresoras, navegador GPS, plotter, pizarra interactiva.
- Software: ArcGis 10, ArcServer10 con sus respectivas extensiones, ENVI.
- Información: Topográfica, cartográfica, socio-económica, demografía, base de datos digitales.

La otra instalación que posee el departamento es el centro avanzado de simulación de procesos (CASP), este nació y fue implementado gracias al apoyo de INNOVA BIO.BIO y

empresas de la VIII región, centrado en la prestación de servicios a empresas, a través de la investigación, desarrollo y transferencia tecnológica. Este centro cuenta con un laboratorio de desarrollo y software, el cual contiene entre sus especialidades, la simulación de procesos, optimización, secuenciamiento y análisis estadístico. Algunos de los programas utilizados son: Flexsim, Automod, Cplex y Scheduler (Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Biobío, 2020). Dentro de las industrias a las cuales CASP presta servicio se encuentran: forestal, manufacturera, pesquera, mineras y organizaciones de servicio.

#### **3.4.4. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México**

El Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional autónoma de México, se encuentra en el edificio del Centro de Ingeniería Avanzada (CIA) en la facultad de Ingeniería en la Ciudad de México. Este departamento tiene como principales funciones, la docencia de los estudiantes, la investigación y desarrollo tecnológico en los que participen profesores y alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial. Dentro de este departamento se cuentan con 2 laboratorios.

- **Laboratorio de Ingeniería Industrial:** este laboratorio fue fundado en octubre del año 2001, posee una superficie total de 85m<sup>2</sup> en donde su capacidad es de 34 alumnos y tiene 17 computadores. En la Tabla 23 se muestra la paquetería que poseen estos computadores y las asignaturas que se desarrollan dentro de este.
- **Laboratorio de Métodos, Ergonomía y Logística:** este laboratorio cuenta con diferentes herramientas necesarias para el desarrollo de los Ingenieros Industriales, tal como se muestra en la Ilustración 14, en donde se desarrollan actividades de diseño y ensamble de productos, estudio de tiempos y curvas de aprendizaje, diseño de centros de trabajo, análisis de líneas productivas determinando el tiempo de ciclo, cuellos de botella, tasa de producción, etc. Entre otras actividades prácticas para los estudiantes.

**Tabla 23: Paqueterías y asignaturas en laboratorio de Ingeniería Industrial**

Asignaturas	Softwares
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de operaciones</li> <li>• Planeación y Control de la Producción</li> <li>• Planeación</li> <li>• Calidad</li> <li>• Contabilidad Financiera y Costos</li> <li>• Evaluación de Proyectos</li> <li>• Logística</li> <li>• Reingeniería</li> <li>• Ingeniería del Producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maple</li> <li>• Win QSB</li> <li>• Project</li> <li>• Promodel</li> <li>• @Risk</li> <li>• Flash</li> <li>• AutoCAD</li> <li>• Visio</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia en base a (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México, 2020)*

**Ilustración 14: Laboratorio de métodos, ergonomía y logística**



*Fuente: (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México, 2020)*

### 3.4.5. Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad de Sao Paulo

A pesar que este departamento no lleva por nombre Ingeniería Industrial, el enfoque a la producción que tiene actualmente la carrera es alto, por ende, las instalaciones que posee este edificio pueden ser útiles e incluidas en el diseño del potencial edificio. Además, según Cibernetría (2020) la Universidad de Sao Paulo es la primera rankeada en Latinoamérica y la número 73 a nivel mundial, por lo tanto, es una buena institución para analizar.

El Departamento de Ingeniería de producción actualmente posee 2 edificios dentro de la Escuela de Ingeniería de Sao Carlos (EESC). El edificio principal que es donde se instaló el departamento desde su creación (2002) ocupa una superficie de 1800m<sup>2</sup> y el

segundo edificio ocupa una superficie de 1200m<sup>2</sup>. Además de las áreas administrativas las instalaciones de estos edificios están ocupadas por salas de clases, diseño computarizado y laboratorios grupales. Algunas de estas instalaciones se describen a continuación:

- **Laboratorio de gestión de operaciones:** este laboratorio se encuentra ubicado en el segundo piso del edificio principal, posee una superficie de 100m<sup>2</sup>. Dentro se puede encontrar con recursos informáticos, impresión, puntos de red, salas de estudio y salas de reuniones. Además del uso que le dan los estudiantes este es compartido con 4 grupos de investigación, Grupo Logístico Integrado, Grupo de Control de Calidad, Grupo de Metodología de Integración de Empresas y Grupo de Ingeniería del Ciclo de Vida. Este laboratorio se puede observar en la Ilustración 15.

**Ilustración 15: Laboratorio de gestión de operaciones Departamento de Ingeniería de Producción**



*Fuente: (Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad de Sao Paulo, 2020)*

- **Salas de defensa, enseñanza y seminarios:** este espacio está destinado a la enseñanza y seminarios de postgrado, además de ser utilizado para las presentaciones de defensa. Se encuentra equipado con microcomputadoras (computadora pequeña) y proyectores multimedia. El diseño de esta sala se puede observar en la Ilustración 16.
- **Laboratorio de proyectos y estudios de graduación:** el laboratorio de proyectos de graduación tiene una superficie de 120m<sup>2</sup>, en la cual posee recursos informáticos y mesas de trabajo grupales, este se puede observar en la imagen de la izquierda de la Ilustración 17, Por otro lado, el laboratorio de estudios de graduación posee una superficie de 50m<sup>2</sup>, este se encuentra equipado con 16 microcomputadoras para apoyar las actividades fuera

de clases de los estudiantes de pregrado. Este laboratorio se puede ver en la imagen ubicada a la derecha de la Ilustración 17.

**Ilustración 16: Sala de defensa Departamento de Ingeniería de Producción**



*Fuente: (Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad de Sao Paulo, 2020)*

**Ilustración 17: Laboratorio de proyectos y estudios de graduación Departamento de Ingeniería en Producción**



*Fuente: (Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad de Sao Paulo, 2020)*

Además, este departamento cuenta con otras instalaciones de las cuales se destaca una sala de trabajo en grupo la cual posee computadoras para que estos se desarrollen, una sala de prototipos la cual cuenta con una superficie de 50m<sup>2</sup> y ofrece recursos informáticos, una sala de laboratorio de simulación de juegos (40m<sup>2</sup>), un auditorio con capacidad para 70 personas y un laboratorio de proyectos el cual cuenta con 15 computadores y proyectores multimedia.

### **3.4.6. Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

La carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito se encuentra en la facultad de esta escuela ubicada en la ciudad de Bogotá, Colombia. Dentro de esta escuela se poseen diferentes instalaciones destinadas a la carrera de Ingeniería

Industrial, de estas se tiene el laboratorio de simulación, laboratorio de manufactura, laboratorio de metrología, laboratorio de estudios de trabajo, entre otros. Estas son descritas a continuación:

- **Laboratorio de simulación:** este laboratorio tiene como finalidad utilizar recursos informáticos para simular el comportamiento de los procesos productivos, diseñar y simular productos, controlar las operaciones de manufactura y analizar posibles mejoras en un proceso. Este laboratorio cuenta con 21 computadores y 2 video beam (proyectores) táctiles (Ilustración 18). Dentro de los *softwares* que se utilizan dentro de este laboratorio se encuentran:
  - Alibre Design: diseño asistido por computador (CAD)
  - Solid Works 2010: diseño asistido por computador (CAD)
  - Minitab 14: análisis estadístico de información
  - Solidcam: diseño asistido por computador (CAD/CAM)
  - GAMS: investigación de operaciones y optimización
  - TORA: optimización
  - GLP: simulación de procesos
  - Crystal Ball 7: optimización de procesos
  - WIN QSB: investigación de operaciones y optimización
  - SIMIO: simulación de procesos
  - XPRESS: simulación de procesos
  - ARENA: simulación de procesos

**Ilustración 18: Laboratorio de simulación Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**



Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020)

- **Laboratorio de manufactura:** en este laboratorio se desarrollan variados tipos de productos, mediante procesos de arranque de viruta (procesos de torneado, fresado o taladrado) o de conformado por fundición (inyección y extrusión) de plásticos o de ensamble (soldadura de metales), los cuales le permiten al estudiante generar un criterio amplio en la selección y aplicación de la tecnología. Dentro de este laboratorio se tienen 4 áreas, estas son: área de mecanizado, área de soldadura, área de procesamiento de polímeros y un área de procesamiento de polvos metálicos y cerámicos. Los equipos y materiales utilizados son: tornos, fresadoras, taladros de árbol, taladro de banco, equipos de soldadura, inyectora de plásticos, esmeriles de bancos, sopladoras de plásticos, entre otras (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020).
- **Laboratorio de metrología:** en este laboratorio se busca identificar la importancia de las mediciones dentro de los procesos productivos y sus implicaciones en la calidad de los productos y servicios. Además de comprender la forma de aplicación de diferentes métodos y procedimientos de medida y aprender el uso y aplicación de diversos instrumentos de medición. En este laboratorio se posee como equipo y material, equipos de medición lineal, angular y una variedad de instrumentos análogos y digitales para la medición de longitudes y volúmenes (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020).
- **Laboratorio de estudios del trabajo:** este laboratorio permite diseñar y evaluar condiciones de puestos de trabajo, estudiar el efecto en la productividad de las personas ante variaciones de parámetros como iluminación, temperatura, ruido y las relaciones entre el sistema hombre-máquina. Con esto se busca estudiar los efectos que afectan el método con que se realiza una operación y así buscar una solución que maximice la productividad, eficiencia y eficacia. Dentro de este laboratorio se posee un CIM (banda transportadora y sistema de almacenamiento automático), equipos de cómputo para el análisis de la información adquirida en las simulaciones e instrumentos para la toma de tiempos (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020). Este laboratorio se puede observar en Ilustración 19.

**Ilustración 19: Laboratorio de estudios del trabajo Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**



*Fuente: (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020)*

# CAPÍTULO 4: DEFINICIÓN DE CENTROS A INCLUIR

*En el presente capítulo se definen las instalaciones a incluir en el diseño del edificio del Departamento de Ingeniería Industrial. Es aquí donde se nombran todas las posibles instalaciones recopiladas mediante la entrevista a los docentes, la encuesta a los estudiantes y el benchmarking realizado.*

## 4.1. Instalaciones potenciales a incluir

Dentro del CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL se realizó un estudio de la situación actual del departamento, además se levantaron requerimientos, los cuáles se reunieron de 3 fuentes de información, estas fueron, las entrevistas a los docentes y administrativos del departamento, la encuesta a los estudiantes de la carrera y el benchmarking del Departamento de Ingeniería Industrial de otras universidades o en el caso de la Universidad de Sao Paulo el Departamento de Ingeniería de Producción. A continuación, se nombran los requerimientos propuestos por cada una de las fuentes anteriormente nombradas.

### 4.1.1. Requerimientos propuestos por los docentes del departamento

Dentro de la entrevista realizada a los docentes presentadas las preguntas en la Tabla 20, se tienen 2 preguntas (3 y 5) que tienen relación a los requerimientos propios de las dimensiones que el docente desarrolla, por ende en una primera instancia, se le da la opción al docente de mencionar lo que necesita en las dimensiones actuales en las que él se desenvuelve, para luego mencionar cuáles son sus requerimientos de las dimensiones que le gustaría desarrollar (pregunta 6). Finalmente, en la pregunta 8 el docente responde cuáles son las instalaciones necesarias a incluir en el diseño del edificio, incluyendo todas las dimensiones y asignaturas desarrolladas por el departamento y la escuela.

Con estas respuestas, se hizo una lista de todos los requerimientos nombrados por los docentes y administrativos del departamento, los cuales se nombran a continuación:

- Laboratorio de simulación de procesos.
- Salas de reuniones.
- Salas tesis-memoristas (cubículos).
- Laboratorio de logística y cadena de abastecimiento.
- Sala de visualización de contenido (grabación de clases y presentaciones).
- Espacios de esparcimiento (cafetería, sofás y mesas).
- Oficinas para profesores *part-time*.

- Oficinas para profesores invitados.
- Laboratorio de gestión de operaciones.
- Dirección y secretaría de escuela.
- Recepción.
- Laboratorio con computadores potentes.
- Salas multiuso.
- Salas alumnos postgrado.
- Salas de clases para postgrado.
- Salas de estudio.
- Salas de videoconferencia.
- Laboratorio de industria 4.0-automatización.
- Mini auditorio.
- Salas de clases acordes al tamaño de carrera.
- Laboratorio de mejoramiento continuo.
- Salas de vinculación con el medio.
- Laboratorio de toma de decisiones.

Estas son todos los requerimientos propuestos por los docentes y administrativos del departamento, de los cuáles se determinará más adelante, la importancia y la necesidad de que estos sean incluidos

#### **4.1.2. Requerimientos propuestos por los estudiantes de la carrera**

Los estudiantes respondieron la encuesta realizada en la Tabla 22, en donde se le pregunta que sería necesario en un posible edificio del departamento, para esto se le dieron algunas opciones en donde se obtuvieron los resultados ilustrados en el Gráfico 7, estos fueron:

- Salas de estudio: 44.
- Áreas de esparcimiento y recreación: 34.
- Salas de clases: 32.
- Salas memoristas: 27.

- Salas de reuniones: 27.
- Laboratorios: 24.
- Oficinas de profesores: 23.
- Oficinas de profesores *part-time*: 18.
- Auditorio: 16.

Además, se les dio la opción de dar ideas de laboratorios y espacios comunes que ellos consideraban necesarios, dentro de estos se encuentran:

- Laboratorio de computación.
- Laboratorio de simulación de procesos.
- Laboratorio utilización de ERP.
- Laboratorio de procesos industriales.
- Laboratorio de gestión de operaciones.
- Sala de negocios.
- Biblioteca con salas de estudio.
- Cafetería.
- Área de descanso.

### **4.1.3. Requerimientos observados en el mercado**

En la realización del *Benchmarking* también se logró obtener opciones de instalaciones para el diseño físico del edificio. Dentro de estas se obtuvieron:

- Oficina de dirección y secretaría de escuela.
- Salas de estudio.
- Espacios de estudio con computadores.
- Espacios comunes para el esparcimiento de los estudiantes (mesas y sofás).
- Salas de reuniones.
- Biblioteca.
- Cafetería.
- Oficinas (docencia, investigación y extensión).

- Salas de clases.
- Laboratorios de computación.
- Laboratorio de robótica.
- Auditorio.
- Salas multiuso.
- Laboratorio de métodos, ergonomía y logística.
- Laboratorio de ingeniería industrial.
- Laboratorio de gestión de operaciones.
- Salas de defensa, enseñanza y seminario.
- Laboratorio de proyectos y estudios de graduación.
- Laboratorio de simulación.
- Laboratorio de manufactura.
- Laboratorio de metrología.
- Laboratorio de estudios del trabajo.
- Laboratorio de gestión energética.
- Laboratorio de simulación de finanzas.

Cabe destacar, que, dentro de estas instalaciones observadas en diferentes universidades, existen algunas que poseen nombres diferentes pero su fin es el mismo, es por esta razón que en el próximo apartado se realizará una concentración de todos los requerimientos para el edificio, juntando todas aquellas instalaciones que posean el mismo fin.

#### **4.1.4. Potenciales requerimientos a incluir**

Luego de tener todos los requerimientos de las 3 fuentes de información que se destacaron anteriormente se procede a realizar una lista con todos aquellos que poseen un fin diferente, para determinar el nivel de importancia de cada requerimiento a incluir.

- Secretaría de escuela.
- Recepción.
- Oficinas para docentes *part-time*.
- Oficinas para profesores visitantes o invitados.

- Laboratorio de gestión de operaciones.
- Laboratorio de gestión energética.
- Laboratorio de automatización (industria 4.0).
- Laboratorio de mejoramiento continuo.
- Laboratorio de planificación de operaciones.
- Laboratorio de procesos industriales.
- Laboratorio de producción (manufactura).
- Laboratorio de simulación de finanzas.
- Laboratorio de simulación de procesos.
- Laboratorio de toma de decisiones.
- Laboratorio de uso de ERP.
- Laboratorio de logística y cadena de abastecimiento.
- Mini auditorio.
- Salas de reuniones.
- Salas de clases de postgrado.
- Salas de estudio.
- Salas de videoconferencia.
- Salas de vinculación con el medio.
- Salas de visualización de contenido (grabación de clases y presentaciones).
- Salas multiuso.
- Salas tesis-memoristas.
- Áreas de descanso.
- Espacios de esparcimiento (cafetería, sofás y mesas).

Para lograr incluir estos requerimientos en el diseño es necesario determinar el nivel de importancia (alto-medio-bajo) que posee cada uno de estos para el departamento, es por esta razón que son enviados al departamento, quién es el encargado de determinar el nivel de importancia de las instalaciones. Dentro de las instalaciones que fueron consideradas con un nivel de importancia mayor se tienen:

1. Dirección y secretaría de escuela.

2. Oficinas para docentes *part-time*.
3. Laboratorio de simulación de procesos.
4. Mini auditorio.
5. Salas de reuniones.
6. Salas de clases de postgrado.
7. Salas de estudio.
8. Salas de videoconferencia.

Dentro de las instalaciones que fueron consideradas con un nivel de importancia medio por el departamento se encuentran:

1. Laboratorio de mejoramiento continuo.
2. Sala de visualización de contenido.
3. Salas tesis-memoristas.
4. Laboratorio de gestión de operaciones.
5. Laboratorio de logística y cadena de abastecimiento.
6. Recepción.

Dentro de la elaboración del potencial edificio no se posee conocimiento de la superficie que la universidad cederá para la construcción de este, es por esta razón que se considerarán 2 opciones, una que es la construcción de un edificio limitado a las medidas que posee el actual edificio de Ingeniería Civil Eléctrica, ya que es el último construido dentro de la facultad, por lo tanto posee los estándares actuales en cuanto a superficie que se rige la universidad, y el otro considerando una mayor cantidad de m<sup>2</sup>, elaborando todos los centros considerados por el departamento como de alta y mediana importancia.

## **4.2. Amplitud de los centros a incluir**

Cada una de estas instalaciones poseen una funcionalidad para el departamento. A continuación, se define la funcionalidad de las instalaciones determinadas con una alta y media importancia, mencionadas anteriormente.

### 4.2.1. Requerimientos con alto nivel de importancia

Los requerimientos considerados con un alto nivel de importancia por el departamento como ya fueron mencionados, son los que se incluirán dentro de la primera opción del diseño de departamento.

- 1. Dirección y secretaría de escuela:** la dirección y secretaría de escuela es la encargada de todas las tareas administrativas de la escuela, tanto en la modalidad diurna como vespertina. Dentro de esta se encuentra la secretaria de escuela, quien es la encargada de realizar todas estas tareas administrativas que demande la escuela. Por lo tanto, necesita mobiliarios acordes a las funciones que realiza. También, se encuentra el director de escuela, quien realiza actividades relacionadas a la administración de la carrera, además este realiza actividades de docencia.
- 2. Oficinas para docentes *part-time*:** actualmente dentro del departamento existen asignaturas de formación disciplinaria que no son cursadas por docentes del departamento, sino que estas son cursadas por docentes *part-time*, los cuales a la hora de atención de alumnos no poseen un lugar físico donde realizarlo. Entonces las necesidades son mobiliarios para la estadía de los docentes y la atención de estudiantes que estos requieren.
- 3. Laboratorio de simulación de procesos:** dentro del laboratorio de simulación se desarrollan las actividades de la simulación de procesos con parámetros reales en *software*, por lo tanto, se necesitan computadores con gran capacidad de procesamiento por la cantidad de datos que en este se manejan.
- 4. Mini auditorio:** un mini auditorio es el encargado de recibir todo tipo de conferencias o charlas realizadas dentro del departamento, además de tener la posibilidad de la realización de defensas y presentaciones del proyecto de título o de algún otro proyecto desarrollado dentro de la carrera en alguna de todas las asignaturas impartidas.
- 5. Salas de reuniones:** la finalidad de las salas de reuniones es de la junta de personas en este caso, serán consideradas tanto para la reunión del departamento, presentaciones de proyectos de las asignaturas, reunión de estudiantes con docentes, entre otras actividades relacionadas.

6. **Salas de clases postgrado:** en el departamento actualmente se posee el Magister de Gestión de Operaciones, vespertino y en un corto plazo se abrirán algunos diplomados, para esto igual se utilizarían estas salas, las cuales están destinadas a estos tipos de cursos, con todo el equipamiento necesario para el desarrollo de las asignaturas dentro de estas.
7. **Salas de estudio:** las salas o salones de estudio son utilizados por los estudiantes de pre y postgrado y por estudiantes de vespertino, los cuales realizan diferentes actividades dentro de estos, estudio de alguna asignatura, reunión de grupos para la realización de proyectos, entre otras actividades relacionadas.
8. **Salas de videoconferencia:** las salas de video conferencias son las utilizadas para la reunión a distancia de diferentes actores, como por ejemplo reuniones para el proyecto de título entre los docentes y estudiantes que se encuentran realizándola en zonas alejadas, además de reuniones de docentes con docentes de otras universidades tanto nacionales como extranjeras, entre otras.

#### 4.2.2. Requerimientos con nivel de importancia medio

Los requerimientos considerados con un nivel de importancia medio son incluidos, además de los requerimientos con un alto nivel de importancia, dentro de la segunda opción de diseño de las instalaciones.

1. **Laboratorio de mejoramiento continuo:** un laboratorio de mejoramiento continuo es utilizado para buscar la excelencia operacional, esto implica usar la capacidad total de la compañía o en este caso, los que utilizan el laboratorio (procesos, tecnología y talento humano) para implementar estrategias de optimización que garanticen la efectividad de las operaciones, para el éxito del negocio.
2. **Sala de visualización de contenido:** cada vez se utiliza en una mayor cantidad las funcionalidades de la tecnología, es por esta razón que la sala de visualización de contenido se hace necesaria a la hora de realizar clases en línea o utilizarla para la grabación de clases y estas ser subidas o enviadas a los estudiantes.
3. **Sala tesis o memoristas:** las salas memoristas se utilizan para el estudio o realización de proyectos individuales de estudiantes, es por esta razón que se necesitan cubículos

para el estudio autónomo de estos, los cuales se encuentren en cursos finales de la carrera. También son utilizados para estudiantes de postgrado.

4. **Laboratorio de gestión de operaciones:** en el laboratorio de gestión de operaciones se realizan actividades relacionadas a modelos de investigación de operaciones en donde existen diferentes cursos de pregrado, *minor* y magíster que los utilizan. Para esto se utilizan equipos computacionales que logren procesar la gran cantidad de datos e iteraciones que poseen los modelos utilizados, con esto se garantiza un tiempo de respuesta y resolución menor para estos.
5. **Laboratorio de logística y cadena de abastecimiento:** la logística es aplicable en diferentes tipos de organizaciones, la cual está directamente relacionada con la cadena de abastecimiento de estas, ya que la logística se refiere a lo que pasa dentro de una compañía, incluyendo la compra y la entrega de los productos y/o materiales, el empaquetado, envío y transporte de bienes a los distribuidores. Mientras que la cadena de abastecimiento se refiere a una conexión más grande de organizaciones que trabajan juntas para entregar productos a los consumidores, en donde se incluyen vendedores, proveedores de almacén, proveedores de transporte, entre otros. Es por esta razón que un laboratorio que posea una línea productiva en donde se requiera llegada de insumos se puede aplicar herramientas de logística y cadena de abastecimiento.
6. **Recepción:** la recepción del edificio corresponde a un espacio libre en donde los estudiantes pueden obtener información de la carrera mediante afiches, diario mural, entre otros. Además, es un espacio para estar, ya sea para esperar la entrada a alguna de las salas disponibles o también la espera a la dirección y/o secretaría de escuela. Cabe destacar que este espacio puede ser utilizado para tener a una persona que se dedique a dar información acerca de la carrera, de las instalaciones del edificio, como también de las asignaturas, es un rol que hoy desempeñan las personas que promocionan la carrera. Este rol puede ser cumplido por algún alumno de la carrera, tipo ayudantía.

# CAPÍTULO 5: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

*En este capítulo se diseñan las instalaciones a incluir en el potencial edificio, para esto, además es necesario esclarecer qué es lo que tendrá cada uno de estas, y así determinar el tamaño total de la instalación.*

## **5.1. Equipamiento necesario**

El equipamiento necesario de cada una de las instalaciones se realiza en cuanto a las funciones que estas entregan, además, como este es principalmente mobiliario, no se necesita de una evaluación de alternativas debido a que los precios no varían en demasía.

## **5.2. Diseño de las instalaciones para el diseño de la opción 1**

En este apartado se realiza el diseño de las instalaciones que son incluidas en el diseño final del edificio de la opción 1, las cuales fueron mencionadas en el apartado 4.2.1. Cabe destacar que dentro de esta opción se incluyen, además, las oficinas de los docentes pertenecientes al departamento de Ingeniería Industrial, los cuales están incluidos dentro de la construcción del nuevo edificio.

### **5.2.1. Oficinas de docentes del departamento**

Las oficinas de los docentes del departamento están para la estadía de estos y además para atención y reuniones con estudiantes u otros docentes. El tamaño de estas es estándar, ya que dentro de las entrevistas consideraron que algunas de las oficinas actuales eran más grandes de lo necesario y según el decreto N° 47 (1992) del Ministerio de vivienda y urbanismo, con última modificación el 30 de septiembre de 2019, establece un mínimo de 7m<sup>2</sup> por persona en la construcción de una oficina administrativa en términos de educación, es por esta razón que esta superficie se establece como mínimo y 10m<sup>2</sup> como máximo, debido a que las últimas oficinas construidas en la facultad poseen aproximadamente esta superficie.

Dentro de estas oficinas se desarrollan tareas administrativas por los docentes, además de atención de estudiantes. Se toma en referencia otras oficinas dentro de la facultad como referencia en cuanto a lo necesario dentro de estas, ya que realizan las mismas actividades. Es por esta razón que se necesita un escritorio para el docente, el cual tenga las dimensiones adecuadas dentro de la superficie determinada, una silla para el escritorio, dos sillas para atención de estudiantes u otras actividades y además de un estante que le sirve al docente para guardar archivadores y entre otras cosas.

En la Tabla 24 se muestran las características del escritorio, ya sea en dimensión, cantidad y valor del escritorio.

**Tabla 24: Características de escritorio oficina docentes**

Descripción	Cantidad	Dimensión (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Escritorio L curvo Línea SF 1800	16	180x110x75 (ancho-fondo-alto)	\$88.000	0%	\$1.408.000

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

Por otro lado, en la Tabla 25 se muestra la descripción de la silla de escritorio cotizada.

La descripción de las sillas de las visitas a la oficina se muestra en la Tabla 26., Posteriormente, se tiene el estante que se había mencionado anteriormente, en la Tabla 27 se muestran las características de este.

**Tabla 25: Características de silla escritorio oficina docentes**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Silla - escritorio poliuretano gris	16	64x61x111 (ancho-fondo-alto)	\$51.313	13%	\$927.739

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

**Tabla 26: Características de silla visita oficinas docentes**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Silla - visita 77 x 59 x 53 cm	32	59x53x77 (ancho-fondo-alto)	\$18.620	15%	\$685.216

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

**Tabla 27: Características de estante oficinas docentes**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Estante - básico 4 repisas	32	70x37x206(ancho-fondo-alto)	\$63.920	10%	\$2.249.984

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

### 5.2.2. Finalmente, en la Laboratorio de simulación de procesos

Dentro del laboratorio de simulación de procesos se posee un software llamado Arena, este *software* posee ciertos requerimientos, según la escuela estos se basan básicamente en 4 componentes de equipo:

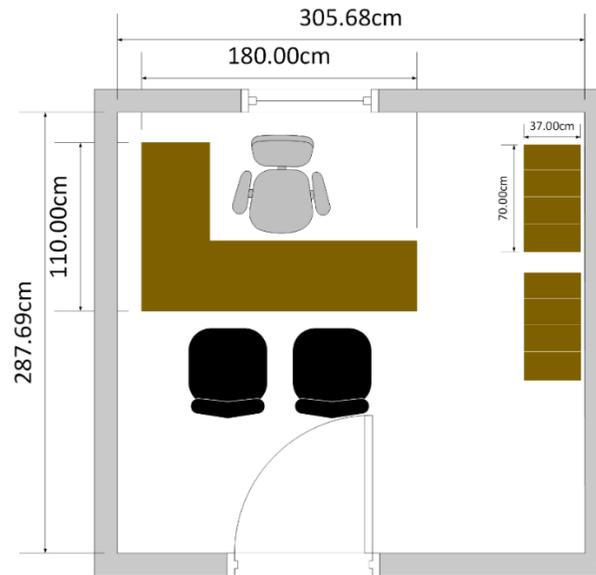
- Procesador.
- Memoria RAM.
- Disco sólido.
- Tarjeta de video.

Los requerimientos impuestos por la escuela corresponden a:

- Procesador 3,2 GHz.
- Memoria RAM 16 GB.
- Disco sólido 1TB.
- Tarjeta dedicada de video.

se tiene el diseño final de la oficina de docentes, cabe destacar, como se dijo anteriormente que este diseño es el estándar que tienen todas las oficinas de los docentes, la cantidad total actual de docentes del departamento corresponde a 15, por lo tanto, es ésta la cantidad que hay de oficinas en el diseño final del edificio.

**Ilustración 20: Diseño físico de las oficinas de docentes del departamento**



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.3. Laboratorio de simulación de procesos

Dentro del laboratorio de simulación de procesos se posee un software llamado Arena, este *software* posee ciertos requerimientos, según la escuela estos se basan básicamente en 4 componentes de equipo:

- Procesador.
- Memoria RAM.
- Disco sólido.
- Tarjeta de video.

Los requerimientos impuestos por la escuela corresponden a:

- Procesador 3,2 GHz.
- Memoria RAM 16 GB.
- Disco sólido 1TB.
- Tarjeta dedicada de video.

Por lo tanto, para la elección de un computador es necesario tener estos requerimientos en cuenta, para esto se escogen opciones de computadores, los cuales serán evaluados con la

matriz de preferencias. Antes se debe realizar la matriz importancia relativa de cada uno de los criterios, la que tiene como finalidad darle importancia a cada criterio. Dentro de mercado público solo se encontró un equipo que cumple con todas las características, es por esta razón que se decide dejar esta opción para el laboratorio de simulación, y no se realiza la evaluación de opciones.

- Características del equipo (Mercado Público, 2020):
  - Nombre: Desktop Dell Precision 3431 SFF/Intel Xeon E-2224/RADEON PRO WX 3100/ 32 GB/ 1TB SSD/ WIN 10 PRO UN.
  - Procesador Intel Xeon E-2224 3.4 GHz.
  - Memoria RAM 32 GB.
  - Disco sólido 1TB.
  - Tarjeta de video dedicada: Radeon Pro WX 3100-4GB.

La capacidad de este laboratorio viene dada por la cantidad de alumnos que se poseen en los cursos que lo utilizan, tal como se dijo en la Tabla 21, el software Arena es utilizado en las asignaturas ahí mencionadas, de las cuales, modelos estocásticos y simulación y diseño de sistemas de operaciones, es donde más se utiliza. El primero posee 60 estudiantes y el segundo 40. Cada una de las actividades desarrolladas en el curso de modelos estocásticos, son realizadas en grupos de 3 personas y en el de diseño de 4 personas. Es por esto que, de acuerdo lo expresado por los docentes de la escuela y departamento en la entrevista, se llega a una capacidad de 20 estaciones de trabajo. En la Tabla 28 se muestra el valor total de la inversión de todos los equipos necesarios, además en la Tabla 29 se muestra la inversión en monitores, debido a que este equipo no viene con monitor incluido. El monitor escogido es el actual que posee el laboratorio de simulación.

**Tabla 28: Inversión en equipos computacionales para laboratorio de simulación de procesos**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Despacho	Precio Total
Desktop Dell Precision 3431	20	USD 1.716	0%	US\$ 34.320

*Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)*

**Tabla 29: Inversión en monitores para laboratorio de simulación de procesos**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Despacho	Precio Total
Monitor Samsung 24'' Ultra Slim LS24F350FHLXZS	20	USD 84,85	2%	US\$ 1.730,94

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

Dentro del laboratorio de simulación se hace necesario además de los equipos descritos anteriormente, pizarra para la realización de actividades, proyector para realizar presentaciones, escritorios y sillas para los estudiantes y escritorio y silla para el docente. En la Tabla 30 se presenta el escritorio donde van ubicados los computadores, cabe destacar que dentro de este caben 2 computadores, según la distribución actual del laboratorio por cada 80cm puede ir un equipo perfectamente, es por esta razón y por la medida del escritorio es que se necesitan 10.

**Tabla 30: Características de escritorio estudiantes laboratorio de simulación de procesos**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Escritorio - fast 160	10	160x60x75(ancho-fondo-alto)	\$79.200	10%	\$871.200

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

Las sillas utilizadas dentro del laboratorio son las mismas utilizadas como sillas de visita en las oficinas de los docentes del departamento ilustrada en la Tabla 26.

Para el proyector se necesita que tenga conectores VGA y HDMI, es por esta razón que cotizando en mercado público se llega al proyector presentado en la Tabla 31.

**Tabla 31: Características videoprojector para laboratorio de simulación de procesos**

Descripción	Cantidad	Entrada de interfaz	Precio unitario	Despacho	Precio Total
Videoprojector mlab cinema proyector 3.500lm	1	HDMIx2/USBx2/AV/VGA	US \$152	3%	US\$ 157

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

Por otro lado, el escritorio necesario para el docente a cargo del laboratorio no necesita tener un tamaño similar al de los estudiantes, es por esta razón que se tiene el presentado en la

Tabla 32, y en la Tabla 33 se tiene la pizarra necesaria para la realización de explicaciones dentro del laboratorio y el telón necesario para el proyector.

**Tabla 32: Características de escritorio de docente para laboratorio de simulación de procesos**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Despacho	Precio
Escritorio - línea si 90x60x75 cm	1	90x60x75(ancho-fondo-alto)	0%	\$46.530

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

**Tabla 33: Características de pizarra y telón para laboratorio de simulación de procesos**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Pizarra Data Zone magnética de vidrio pared 90x120 blanca	2	120x0,4x90 (ancho-profundidad-fondo)	\$123.559	5%	\$259.474
Telón videoprojector quartet vw70 mural	1	178x178 (ancho-alto)	US 52,3	3%	US\$ 53,87

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

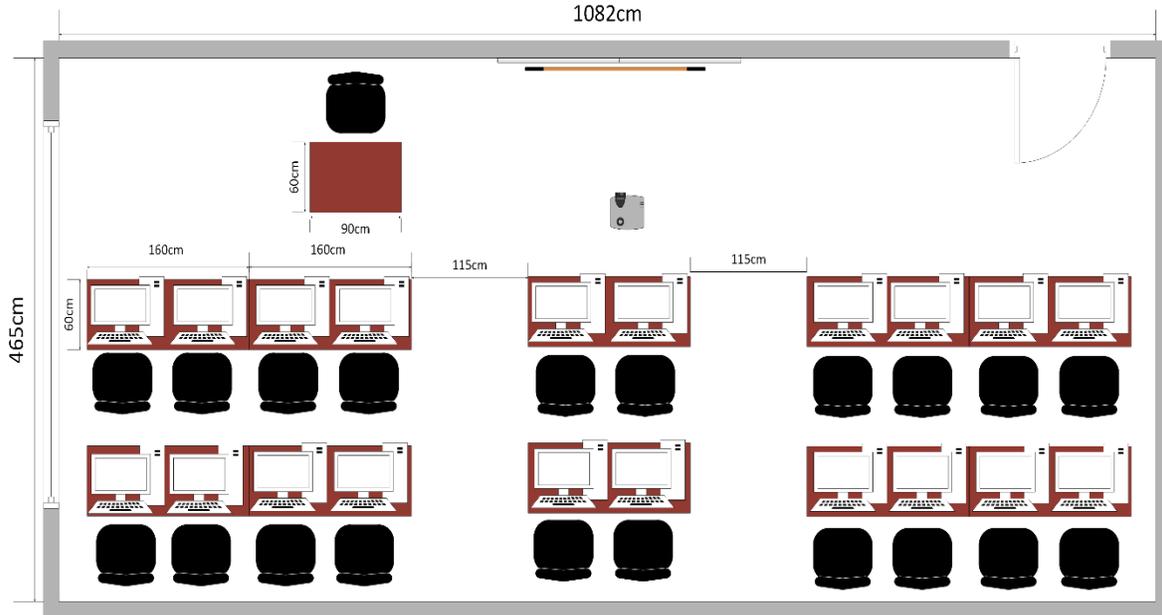
Finalmente, en la Ilustración 21 se tiene el diseño del laboratorio de simulación de procesos, cabe destacar que la superficie viene dada por diferentes parámetros que existen hoy en día en los laboratorios de la facultad, entre estos se encuentra la medida de los pasillos (1,15m), la distancia entre la primera y la segunda fila (0,75m) y la distancia de la pizarra a la primera fila (2m aproximadamente).

#### 5.2.4. Oficinas de docentes *part-time*

Actualmente dentro de las asignaturas de formación disciplinaria se poseen 7, las cuales son realizadas por docentes *part-time*, es por esta razón que se hace necesaria una oficina con escritorios para que realice actividades académicas, entre ellas la atención de estudiantes. Cabe destacar que el paso por esta oficina es solo mientras el docente se encuentre en la facultad, es por esto que no siempre estará utilizada por los mismos docentes ni todo el día. Por otro lado, dentro de la entrevista a los docentes del departamento se encontraba la pregunta si tenía la intención de invitar a profesores para estadías postdoctorados, dentro del resultado de esta un 59% aproximadamente de estos tenía pensado invitar a profesores. Con

esta información se decide realizar una oficina con capacidad para 4 profesores, ya sean invitados o *part-time*.

**Ilustración 21: Diseño físico de laboratorio de simulación de procesos**



Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta se poseen los mismos requerimientos que en la oficina de docentes, exceptuando el estante, ya que son estadias de menor periodo de tiempo. Dicho esto, en Tabla 34 se tiene la descripción del escritorio utilizado para esta oficina.

**Tabla 34: Características del escritorio oficina docentes *part-time* e invitado**

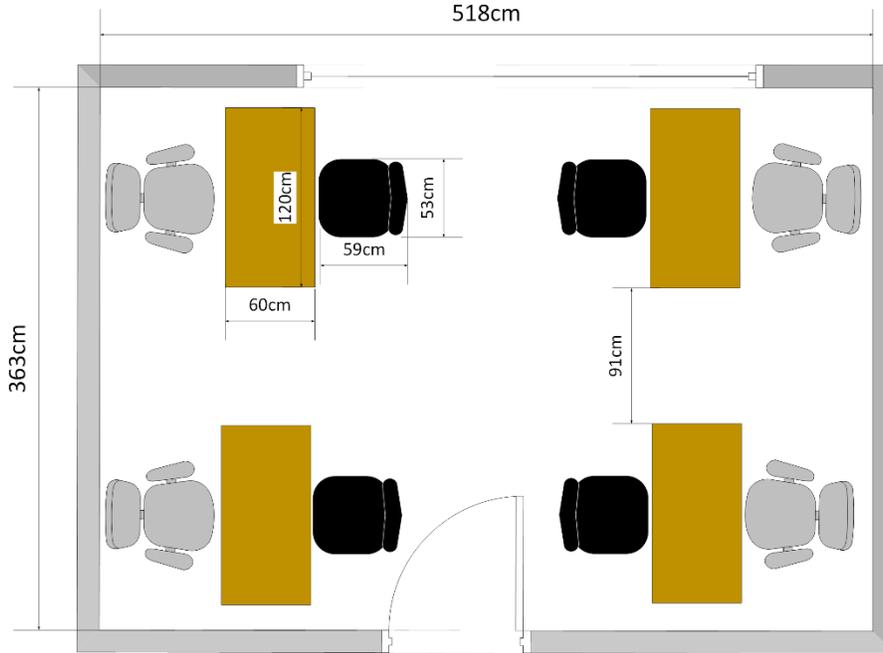
Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio Total
Escritorio estándar sin cajones	4	120x60x75(ancho-fondo-alto)	\$45.590	20%	\$218.832

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

Para la silla de escritorio del docente y la silla de invitado en la oficina, se tienen las mismas utilizadas para la oficina del docente del departamento, en el caso de la silla de invitado solo se utiliza una por escritorio. El diseño de la oficina para docentes *part-time* se encuentra en la Ilustración 22. El tamaño de esta instalación viene dado tanto por la capacidad y equipamiento que esta posee como por algunos parámetros utilizados. Según Meyers F.

(2006), la distancia en el pasillo entre escritorios debe ser como mínimo de 3 pies (0,91m) y la distancia de pasillos intermedios debe tener 4 pies de ancho (1,22m)

**Ilustración 22: Diseño físico de oficina *part-time***



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.5. Dirección y secretaría de escuela

Tal como se describió en el apartado 4.2.1 la dirección y secretaría de escuela tienen actividades administrativas de la escuela, tanto diurno como vespertino, además, allí se encuentra el director de escuela quien, además, es docente de la carrera y realiza todas las actividades de administración de esta, tal como es la recepción de solicitudes de excepción, gestión de la situación particular de cada alumno de la carrera, entre otras, es por esta razón y por los requerimientos de escuela, es que el tamaño de esta debe ser mayor al estándar de las oficinas, debido a que en ella fluye una mayor cantidad de personas, esto se propone en . Meyers F. (2006). Cabe destacar que, dentro de la secretaría de escuela, además de la secretaria, se requiere un espacio para la espera de los estudiantes, ya que uno de los fundamentos para la construcción de este espacio, es que los estudiantes actualmente esperan sentados en las escaleras del segundo piso del edificio Decanato. Los requerimientos de este espacio corresponden: en una primera instancia, para la oficina del director de escuela el

mismo equipamiento que los docentes del departamento con un mayor espacio para almacenaje de documentos y estadía de estudiantes. Para la secretaria de escuela se necesita lo mismo y, además, espacio para la espera de los estudiantes. Para este espacio se utilizan 2 sofás de tres cuerpos y una mesa de centro, las características se pueden ver en la Tabla 35.

**Tabla 35: Características de sofá y mesa de centro para espera de estudiantes**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Sofá - espera 3 cuerpos 76x213x78 cm	2	213x78x76(ancho-fondo-alto)	\$295.753	11%	\$656.572
Mesa - allegro mesa de centro 120 x 65 x 40 h cm	1	65x120x40(ancho-largo-alto)	\$83.150	10%	\$91.465

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

El diseño de la secretaría y dirección de escuela se presenta en la Ilustración 23.

**Ilustración 23: Diseño físico de la dirección y secretaría de escuela**



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.6. Sala de clases de postgrado

Otro de los requerimientos propuestos por el departamento son las salas de clases para alumnos de postgrado. Actualmente en el departamento se posee el magíster en gestión de operaciones. Este magíster posee 8 asignaturas, las cuales son compartidas por alumnos de pregrado de la carrera. Cada uno de estos cursos posee un quorum de alrededor 25 personas, solo en el área gestión de operaciones, sin mencionar además el *minor* de producción y servicios y el *minor* de gestión tecnológica e innovación, que poseen un quorum menor de estudiantes. De acuerdo al departamento se cree necesario 2 salas de clases con un quorum de 25 personas, para cubrir con cursos relacionados a estas áreas. Además, estas salas tienen algo en particular, ya que la pared que las separa es plegable, por lo tanto, se puede dejar como una sala con un quorum de 50 personas, para los cursos que la requieran de pregrado, los cuales tienen un quorum mayor.

El equipamiento necesario para este tipo de salas, son: proyectores, sillas universitarias, pizarra de clases, telón para proyector, escritorio para docente y silla docente. Cabe destacar, que uno de los requerimientos más importantes es la cantidad de conexiones a la red eléctrica, es por esta razón que en la construcción de estas salas es un criterio a considerar. En la Tabla 36 se muestran las características del equipamiento en sillas de las salas, que, en este caso, solo nuevo se tienen las sillas, ya que el escritorio y silla de profesores, el proyector, el telón y las pizarras, son las mismas utilizadas para el laboratorio de simulación de procesos. Por otro lado, el tamaño de la sala de clases viene dado por la capacidad que esta posee (25 estudiantes) y por el actual diseño que poseen las salas de la facultad, en donde tienen una distancia de aproximadamente 2 metros entre la pizarra de clases con la primera fila.

**Tabla 36: Características del equipamiento de las salas de postgrado**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Silla universitaria - isoceles tapizada 47x52x85 cm	50	65x120x40 (ancho-largo-alto)	\$31.404	10%	\$1.727.220

*Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)*

Dicho lo anterior, el diseño de las salas de postgrado se puede observar en la Ilustración 24.

**Ilustración 24: Diseño físico de sala de clases de postgrado**



*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.7. Sala de reuniones

Las salas de reuniones tal como se especificó en el capítulo anterior, tienen como finalidad la reunión de personas, en este caso en específico es para reuniones del departamento, reuniones de docentes con estudiantes, ya que el diseño de las oficinas no considera reuniones con 3 o más estudiantes y, además, para presentaciones de proyectos de las asignaturas que lo requieran. Actualmente dentro del departamento como se ha mencionado hay 17 Docentes, por lo tanto, una sala de reunión debe considerar esta capacidad. Es por esta razón que se decide tener 2 salas de reuniones, una capacitada para la reunión de todos los docentes del departamento y la otra para presentaciones de las asignaturas que la requieran, reuniones docente-estudiante, y para actividades necesarias por el departamento, como reuniones con empresas. Cabe destacar que la funcionalidad de la sala más grande contiene las actividades que se desarrollan en la más pequeña. Estas salas están equipadas con los equipos que se muestran en la Tabla 37.

**Tabla 37: Características de equipamiento de salas de reuniones**

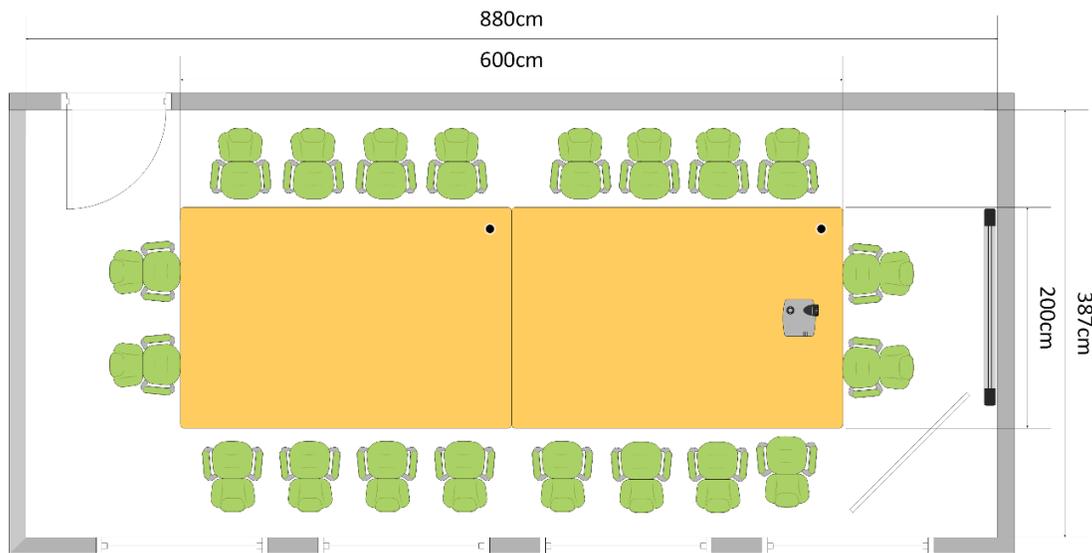
Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Silla - escritorio poliuretano gris 111 x 64 x 61 cm	32	64x61x111 (ancho-fondo-alto)	\$51.313	13%	\$1.855.478
Pizarra para marcador de tinta borrable - móvil magnetos y plumón 100x150x180 cm	2	150x4x180 (ancho-espesor-alto)	\$86.926	20%	\$208.622
Mesa - reunión rectangular 300x200x75 cm unidad	3	200x300x75(ancho-largo-alto)	\$356.400	10%	\$1.176.120

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

Además, se poseen 2 videoproyectores descritos en la Tabla 31 y 2 telones descritos en la Tabla 33.

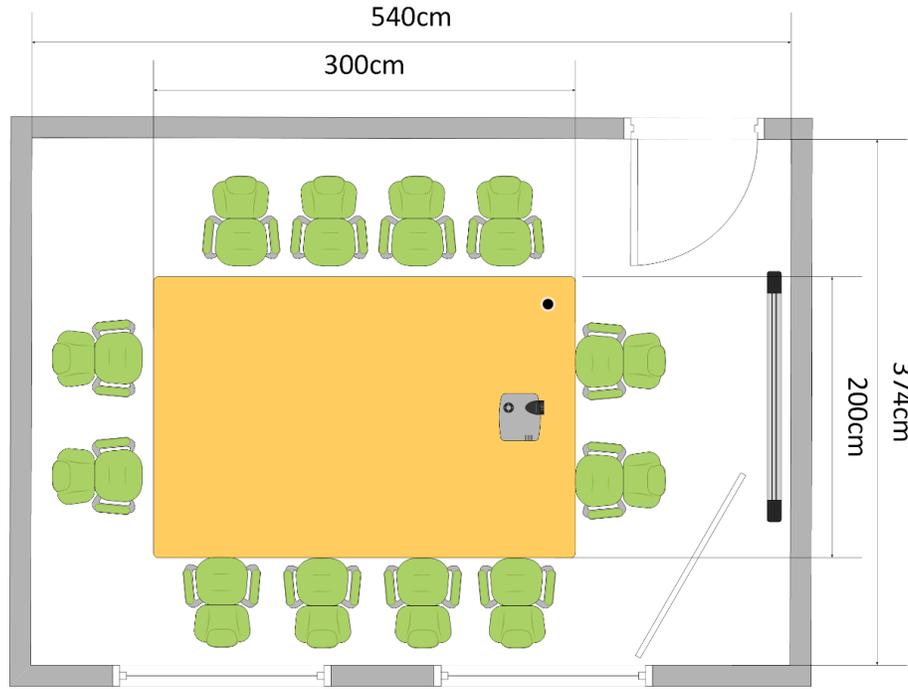
El diseño de la sala de reunión con capacidad para reunir a todos los docentes del departamento se encuentra en la Ilustración 25, y el diseño de la sala de reunión más pequeña se encuentra en la Ilustración 26.

**Ilustración 25: Diseño físico de sala de reunión capacidad 20 personas**



Fuente: Elaboración propia

**Ilustración 26: Diseño físico de sala de reunión capacidad 12 personas**



*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.8. Sala de estudio

Las salas de estudio en la facultad tienen la finalidad de albergar a los alumnos para diferentes actividades, ya sea para estudio de alguna asignatura, la realización de proyectos, entre otros. Actualmente dentro de la facultad se encuentran salas de estudio cerradas (para una pequeña cantidad de alumnos) y espacios de estudio abiertos (para una cantidad mayor de alumnos).

Debido a los requerimientos propuestos por la escuela y estudiantes se tiene la necesidad de salas de estudios cerradas, ya que la utilización de estas dentro de la facultad es alta, a pesar que no se tenga el valor exacto, experiencias de los estudiantes revelan que la gran parte del día se encuentran ocupadas y se les dificulta el estudio dentro de la facultad. La capacidad de estas salas es de 8 personas, es por esta razón que se decide realizar 3 salas de estudio de la misma capacidad.

Dentro de estas salas es necesario que exista una mesa con capacidad para 8 personas, sillas para los estudiantes y una pizarra móvil para desarrollar diferentes actividades. La descripción del equipamiento se puede observar en la Tabla 38.

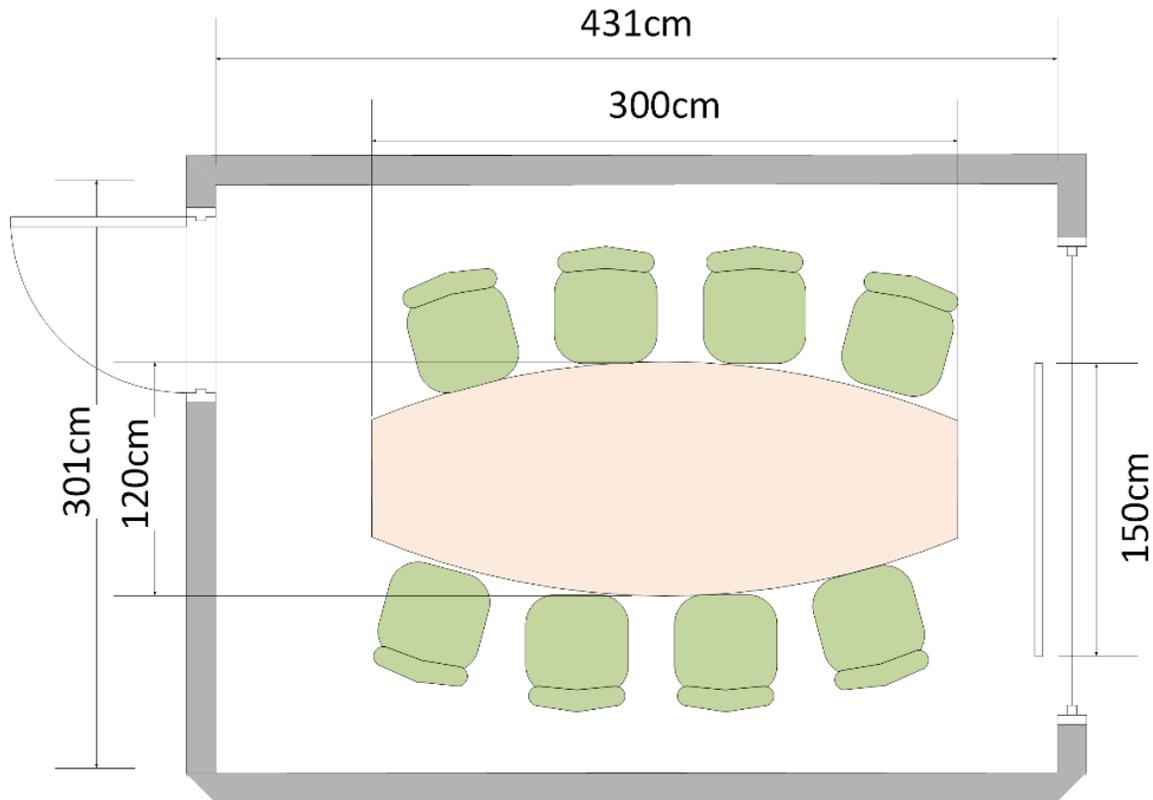
**Tabla 38: Características de equipamiento de salas de estudio**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Mesa - de reunión 300x120x75h cm	3	120x300x75 (ancho-largo-alto)	\$223.720	8%	\$724.853
Pizarra para marcador de tinta borrable - móvil magnetos y plumón 100x150x180 cm	3	150x4x180 (ancho-espesor-alto)	\$86.926	20%	\$312.934
Silla - visita 77 x 59 x 53 cm	24	59x53x77 (ancho-fondo-alto)	\$18.620	15%	\$513.912

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

El diseño físico de la sala de estudios se muestra en la Ilustración 27.

**Ilustración 27: Diseño físico de las salas de estudio**



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.9. Sala de videoconferencia

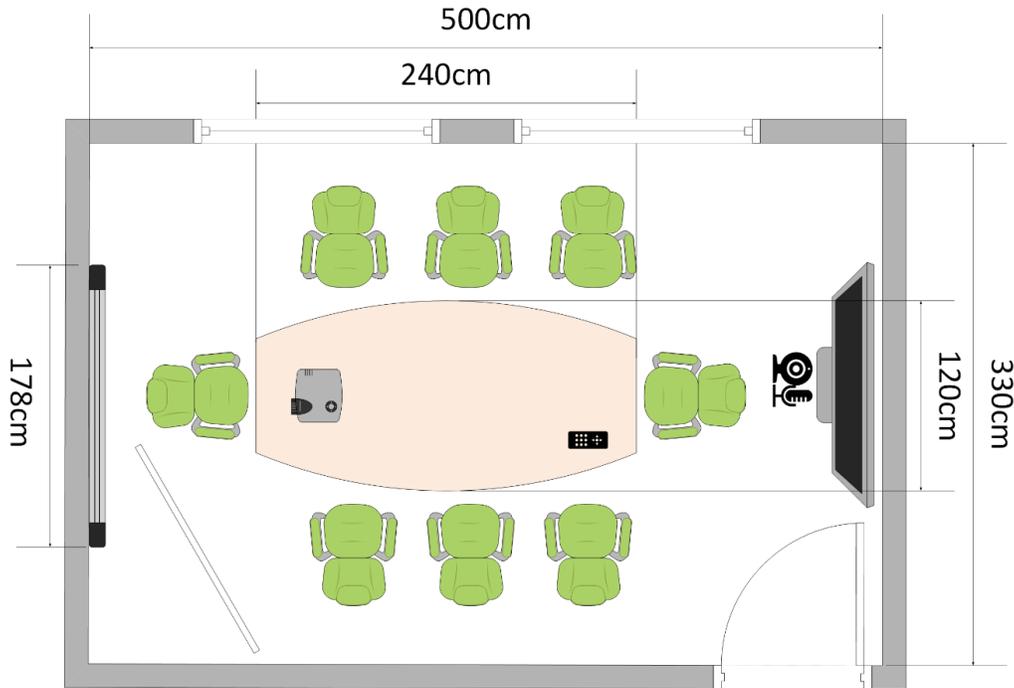
La sala de videoconferencia es uno de los requerimientos propiamente tal de los docentes del departamento, debido a que su principal función es el contacto con personas que se encuentren lejanas a la facultad en donde la visita presencial sea de difícil acceso. Uno de los principales ejemplos es la reunión que requiere el docente con el alumno memorista, debido a que este último es común que tenga dificultades a la hora de la reunión por encontrarse en otras ciudades realizando el proyecto *full time*. Por otro lado, la elaboración de una sala solo con esta finalidad no es eficiente, es por esta razón que esta sala tiene 2 funciones, una es la realización de videollamadas y la otra es la reunión de personas, al igual que las salas de reuniones. Por esto, que el diseño de esta instalación por un lado tiene el equipamiento para la sala de videoconferencia, y por el otro lado, tiene el mismo equipamiento que posee la sala de reunión. Este equipamiento se presenta en la Tabla 39. Además, se posee un videoprojector descrito en la Tabla 31 y un telón descrito en la Tabla 33.

**Tabla 39: Características de equipamiento de sala de videoconferencia**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Mesa - 240-melamina-disco 240x120x75 cm	1	120x240x75 (ancho-largo-alto)	\$178.101	10%	\$195.911
Televisores lg led 49" 4k ultra hd smart tv unidad	1	49"	US\$ 327	1%	US\$ 330
Cámara web logitech bcc950 unidad	1	-	US\$ 215	3%	US\$ 222
Silla - escritorio poliuretano gris 111 x 64 x 61 cm	8	64x61x111 (ancho-fondo-alto)	\$51.313	13%	\$463.870
Pizarra para marcador de tinta borrrable - móvil magnetos y plumón 100x150x180 cm	1	150x4x180 (ancho-espesor-alto)	\$86.926	20%	\$104.311

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

**Ilustración 28: Diseño físico de la sala de videoconferencia**



*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.10. Mini auditorio

El mini auditorio es el encargado de recibir las conferencias que se realicen en la facultad, defensas de proyectos de título y presentaciones varias. Actualmente en la facultad se posee un auditorio con capacidad de 194 personas y otro con capacidad para 43 personas. Por lo tanto, al considerarse como mini auditorio este posee una menor capacidad, cabe destacar que dentro del departamento se realizan defensas de proyectos de título, ya sean de pre y postgrado, los docentes del departamento creen en la necesidad de que los estudiantes de pregrado visiten estas presentaciones para conocer el ambiente y cómo funcionan las presentaciones, es por esta razón que se requiere un espacio para albergar una cantidad de estudiantes mayor a la capacidad que se posee actualmente en donde se realizan estas presentaciones.

Con lo anterior se determina una capacidad de 24 personas en donde, además, se posee una sala cuya finalidad es que los docentes puedan tomar la decisión y determinación del resultado de la defensa o presentación realizada recientemente, esto debido a que actualmente los estudiantes son los que abandonan la sala de presentación para que los

docentes logren determinar la evaluación. El equipamiento que posee este mini auditorio se presenta en la Tabla 40.

**Tabla 40: Características de equipamiento mini auditorio**

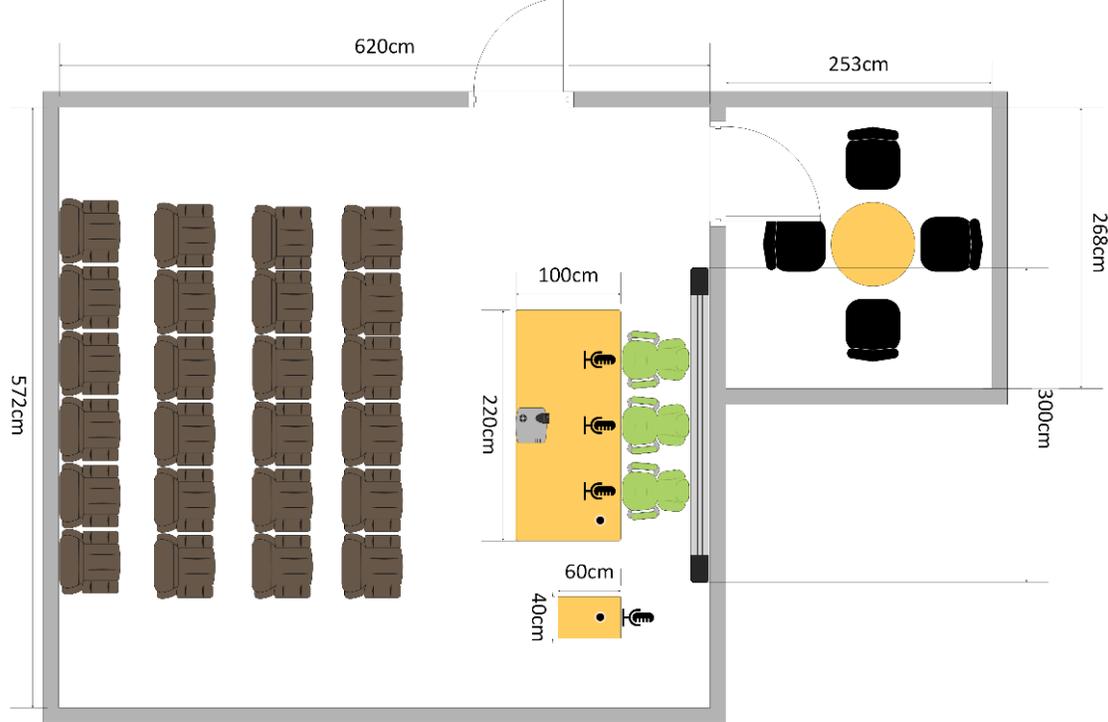
Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Telón videoprojector dinon TDE300x300 unidad	1	300x300 (ancho-alto)	US\$ 163	1%	US\$ 165
Butaca - university tapizada, brazo de madera, con mesa 1 cuerpo	24	62 (ancho)	\$177.936	3%	\$4.398.578
Equipos de apoyo pyle sistema micrófono conferencia profesional pdwm8300 unidad	1	-	\$417.050	6%	\$442.073
Silla - escritorio poliuretano gris 111 x 64 x 61 cm	3	64x61x111 (ancho-fondo-alto)	\$51.313	13%	\$173.951
Silla - visita 77 x 59 x 53 cm	32	59x53x77 (ancho-fondo-alto)	\$18.620	15%	\$685.216
Mesa - de reunión 80x75h cm	1	80x80x75 (ancho-largo-alto)	\$69.290	10%	\$76.219
Mesa - pr-mc-220-bh 220x100x74h cm	1	220x100x74 (ancho-fondo-alto)	\$141.278	0%	\$141.278
Testera - podium vt rg60 120x60x40 cm unidad	1	40x60x120(ancho-fondo-alto)	\$470.250	2%	\$479.655
Videoprojector mlab cinema proyector 3.500lm	1	HDMIx2/USBx2/AV/VGA	US 152	3%	US 157

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

El diseño físico de esta instalación se encuentra en la

, en donde se tiene la distancia que poseen actualmente los auditorios de la facultad y la distancia entre los conferencistas y la primera fila de butacas.

**Ilustración 29: Diseño físico de mini auditorio**



Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Diseño de las instalaciones para el diseño de la opción 2

En este apartado se realiza el diseño de todas las instalaciones descritas en la sección 4.2.2, las cuales fueron consideradas con un nivel de importancia medio por los docentes del departamento.

#### 5.3.1. Laboratorio de simulación física

En las prácticas de mejoramiento continuo tal como se especifica en la sección 4.2.2 se busca llegar a la excelencia operacional, para esto se realizan distintas actividades y estudios, a las personas, procesos productivos, el ambiente en donde se desarrollan, entre otros. Es por esta razón que el mejoramiento continuo puede ser aplicado en diferentes áreas y líneas de negocio. Por otro lado, el laboratorio de logística y cadena de abastecimiento, también descrito en la sección 4.2.2, requiere de una línea productiva en donde se obtengan llegada

de insumos y elaboración de productos. Es por esta razón y debido a que el estudio ya se ha realizado, se decide en conjunto con el departamento de incluir el laboratorio de mejora continua realizado por Catalina Silvestre (2018).

En este laboratorio se desarrollan actividades de simulación de líneas productivas a escala, muestreo tiempos de procesos, diseño de sistemas de operaciones, implementación de prácticas de mejora continua, definición y análisis de indicadores de gestión, captura y análisis de datos de interés, gestión de inventarios y bodega, asociadas a la logística, entre otras. En este estudio se realizan dos opciones de diseño, pero en este caso solo se considera la opción que posee una tecnología más sofisticada que corresponde a la opción 2 del estudio.

Para este laboratorio se requieren diferentes equipos, dentro de los cuales se encuentran sillas universitarias, escritorio, pizarra móvil, estantes de acero inoxidable para el desarrollo de herramientas gestión de inventario y bodega, en donde también se requiere de un equipo computacional en el cual se puedan monitorear todos los movimientos dentro del laboratorio, este equipo tiene requerimientos similares al del laboratorio de simulación de procesos, por lo tanto, se utiliza el mismo. Además, se tiene una sección en donde se pueda contextualizar e instruir a los alumnos que utilizarán el laboratorio, en el cual se utilizan las sillas universitarias y la pizarra móvil mencionada anteriormente. Las especificaciones del equipamiento se muestran en la Tabla 41.

**Tabla 41: Equipamiento de laboratorio de simulación física**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Escritorio computador laboratorio	1	90x60x75 (largo-ancho-alto)	\$52.509	-	\$52.509
Estante para bodega de acero inoxidable	4	120x50x180	\$154.688	-	\$618.752
Sillas universitarias	15	45x41,5x82,5 (largo-ancho-alto)	\$29.140	8%	\$472.068
Pizarra móvil	1	120x180x100 (largo-ancho-alto)	\$91.080	10%	\$100.188

Fuente: Elaboración propia en base a (Silvestre, 2018)

Cabe destacar que en el laboratorio se posee la línea productiva flexible, la cual contendría estaciones dedicadas a las áreas de control, alimentador de piezas, producción, medición, paletizado, reciclaje y almacenamiento, el detalle de los equipos que componen esta línea se encuentra en la Tabla 42. Cada una de las estaciones de trabajo poseen una dimensión de 90,0x76,2x86,5cm (largo-ancho-alto). Estas se pueden observar en la Ilustración 30.

**Tabla 42: Estaciones de trabajo de línea productiva flexible**

Descripción	Cantidad	Precio unitario
Armario de control	1	\$3.947.171
Alimentador de botes	1	\$24.086.790
Producción	3	\$31.744.440
Medición	1	\$23.112.180
Colocación de tapas	1	\$29.238.300
Almacenaje vertical	1	\$43.300.530
Paletizado y expediciones	1	\$23.529.870
Reciclaje	1	\$33.275.970
EDMES	1	\$8.625.299
Software programación PLC	1	\$1.030.651
Supervisor 3D	1	\$5.116.703

*Fuente: Elaboración propia en base a (Silvestre, 2018)*

**Ilustración 30: Línea productiva flexible automatizada**



*Fuente: (Silvestre, 2018)*

Dicho todo lo que contiene y lo que se desarrolla dentro del laboratorio se presenta el diseño de este, el cual fue realizado en base al diseño realizado en el estudio. Este se presenta en la Ilustración 31.



*Fuente: Elaboración propia en base a (Silvestre, 2018)*

### 5.3.2. Salas tesistas-memoristas

Las salas de tesistas-memoristas son salas dedicadas al estudio y/o desarrollo de proyectos de título, estos sitios son de uso individual, ya que se dividen en cubículos tal como se puede ver en la biblioteca de la Universidad de Santiago de Chile (Ilustración 12). Actualmente en el curso de proyecto de título se poseen 32 estudiantes, los cuales en su mayoría desarrollan proyectos fuera de la universidad. Tal como se definió en el apartado 4.2.2, este tipo de salas pueden ser utilizadas por estudiantes que cursen asignaturas de últimos años y estudiantes de postgrado, debido a la concentración y silencio que estos requieren. Es por estas razones y por lo recomendado por el departamento se establece un quorum de 20 cubículos para el desarrollo autónomo individual de los estudiantes.

Este tipo de salas, requieren de cubículos individuales, estos son escritorios normales con una separación entre estos, como se dijo anteriormente. El espacio que requiere cada estudiante corresponde al mismo que en el laboratorio de simulación de procesos (80cm).

La descripción del equipamiento de la sala de tesis-memoristas se encuentra en la Tabla 43.

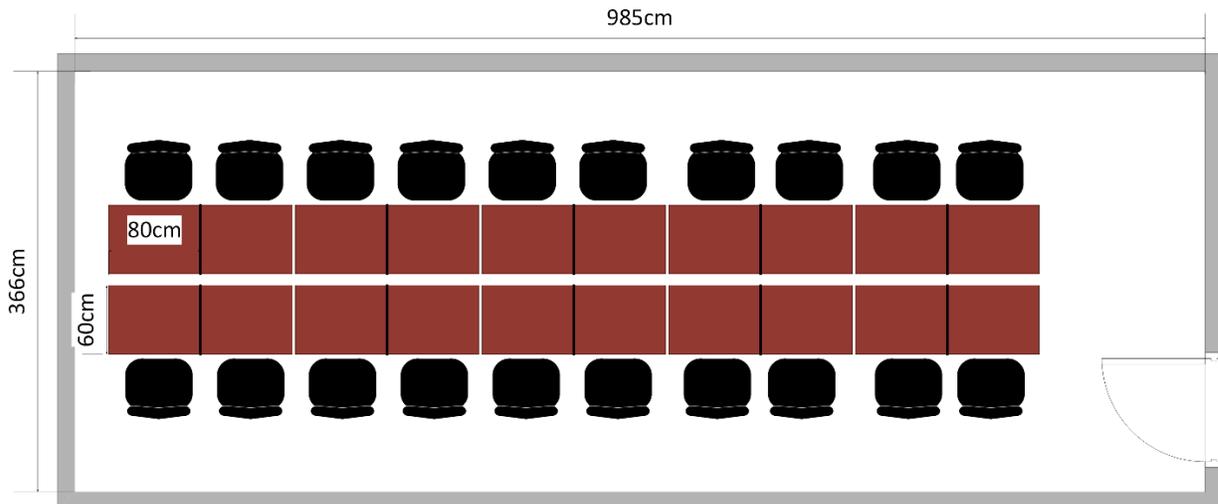
**Tabla 43: Características de equipamiento de salas tesis-memoristas**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Escritorio - fast 160	10	160x60x75(ancho-fondo-alto)	\$75.529	10%	\$871.200
Silla - visita 77 x 59 x 53 cm	20	59x53x77 (ancho-fondo-alto)	\$18.620	15%	\$428.260

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

El diseño de la sala memorista se encuentra en Ilustración 32.

**Ilustración 32: Diseño físico de sala tesis-memorista**



Fuente: Elaboración propia

### 5.3.3. Laboratorio de gestión de operaciones

Actualmente en el área de gestión de operaciones se utilizan modelos de optimización los cuales se resuelven mediante *software*. El *software* más utilizado en esta área es OPL, tal como se muestra en la Tabla 21.

La gestión de operaciones, al ser un área en la cual se utiliza la optimización como principal eje, en un potencial laboratorio se requieren equipos computacionales que tengan un alto rendimiento a la hora de enfrentarse a grandes cantidades de datos. Es por esta razón y porque los equipos escogidos en el laboratorio de simulación de procesos cumplen con ser un equipo con alta capacidad de procesamiento, es que se utilizan estos para el laboratorio de gestión de operaciones.

La gestión de operaciones es una de las principales áreas que posee la carrera de Ingeniería Civil Industrial, esta, además, posee un magíster. Actualmente existen diferentes asignaturas de gestión de operaciones en pregrado, una de estas es Modelos de Investigación de Operaciones, en donde se desarrollan laboratorios donde explican y enseñan a cómo utilizar el *software* OPL y se poseen actualmente 50 alumnos, la cual varía en baja proporción cada semestre. Otra de las asignaturas de pregrado en donde se utilizan laboratorios para realizar tareas y entregables es en Programación Matemática, en esta asignatura se tienen 45 estudiantes actualmente. Por otro lado, hay asignaturas de magíster en donde coinciden estudiantes de pre y postgrado, las cuales también utilizan el software OPL para realización de proyectos y entregables (tareas). Es por la cantidad de asignaturas potenciales a utilizar el laboratorio y por requerimientos de las personas involucradas en el departamento es que se decide elaborar un laboratorio similar al de simulación de procesos, con quorum para 20 estudiantes. Cabe destacar, que la utilización de ambos laboratorios será para cualquiera de los dos enfoques, es decir, para laboratorios de Modelos de Investigación de Operaciones se utilizarán ambos laboratorios, y así lo mismo para las asignaturas de simulación de procesos.

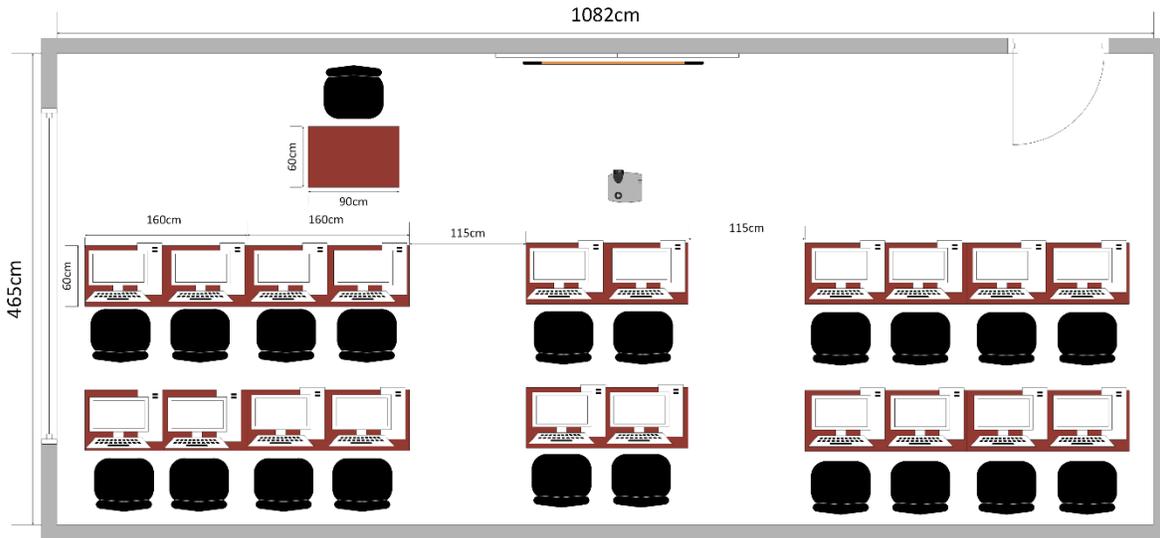
El equipamiento de este laboratorio corresponde al mismo implementado en el laboratorio de simulación de procesos, este se encuentra en el apartado 5.2.3 Laboratorio de simulación de procesos. El diseño del laboratorio se encuentra en la Ilustración 33.

#### **5.3.4. Sala de visualización de contenido**

La sala de visualización de contenido es la encargada de tener el equipamiento disponible para que los docentes puedan realizar grabaciones de contenidos pertenecientes a las asignaturas que este realiza, en caso de ser requerido por él mismo. La grabación de clases

es algo cada vez más recurrente en el mundo de la educación superior, debido a su gran utilidad, ya que los participantes acceden a los videos cuando ellos lo requieran, además que estos pueden realizar grabaciones en cualquier momento, si la sala se encuentra disponible. Otra de las funcionalidades de la sala de visualización de contenido corresponde a la realización de clases en línea para las asignaturas y docentes que lo estimen conveniente. Cabe destacar que el contenido grabado para los estudiantes debe ser almacenado en algún programa de almacenamiento de información en el cual tengan acceso los estudiantes.

**Ilustración 33: Diseño físico de laboratorio de gestión de operaciones**



*Fuente: Elaboración propia*

El equipamiento que requiere la sala de visualización de contenido se encuentra en la Tabla 44, cabe destacar que existen dos tipos de cámara, una corresponde a la que se utiliza para grabar clases en línea y la otra corresponde a la que se utiliza para realizar grabaciones de contenidos.

El diseño físico de la sala de visualización de contenido se encuentra en la Ilustración 34.

### 5.3.5. Recepción

La recepción del edificio tiene diferentes funciones, una de estas es la de sala de estar y espera, en donde los alumnos tienen la opción de esperar la utilización de algunas de las salas

disponibles en el edificio, ya sea salas de clases, laboratorios, salas de estudios, entre otros, además se tiene la opción de esperar a alguno de los docentes del departamento, como también a la dirección y secretaría de escuela. También tiene la función o da la oportunidad de tener a una persona, la cual pueda dar información acerca de la carrera y/o algún programa que se desarrolle actualmente dentro del departamento. Esta persona puede ser algún estudiante, el cual tiene también la función de administrar el uso de las instalaciones para el desarrollo de los estudiantes, como lo son las salas de estudio, salas de memoristas, laboratorios, salas de clases, entre otros.

**Tabla 44: Característica de equipamiento sala de visualización de contenido**

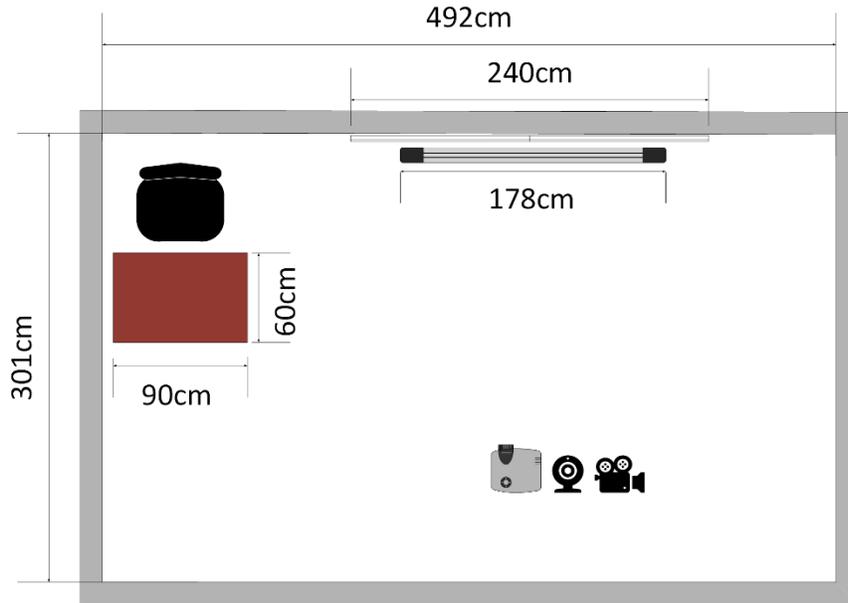
Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Cámara video canon xa40 unidad	1	-	US \$1.320,74	4%	US \$1.376,56
Cámara web logitech ptz 960-001054 para videoconferencia unidad	1	-	US \$930	2%	US \$948,6
Pizarra data zone magnética de vidrio pared 90x120 blanca unidad	2	90x120 (alto-ancho)	\$123.559	5%	\$259.473
Telón videoprojector quartet vw70 mural	1	178x178 (alto-ancho)	US \$53	3%	US \$54,59
Videoprojector mlab cinema proyector 3.500lm unidad	1	-	US \$152	3%	US \$156,56
Escritorio - línea si 90x60x75 cm	1	90x60x75 (ancho-fondo-alto)	\$46.530	0%	\$46.530
Silla - visita 77 x 59 x 53 cm	1	59x53x77(ancho-fondo-alto)	\$18.434	15%	\$21.199

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

El tamaño de esta instalación está determinado por superficie total que posee el edificio, según los estándares de dimensionamiento para oficinas administrativas para edificación pública del Ministerio de Obras Públicas (2011), la superficie de un hall de acceso

corresponde a un 4% de la superficie total, pero solo considera edificaciones de oficinas, al analizar los hall de acceso de la facultad, algunos poseen 6% de la superficie total, es por esta razón que se decide dejar un 5% aproximadamente de la superficie total.

**Ilustración 34: Diseño físico de la sala de visualización de contenido**



*Fuente: Elaboración propia*

Esta recepción debería estar junto a la entrada del edificio, para que las personas que necesiten alguna información acerca de la carrera y/o del edificio se contacte con la persona encargada que se encontrará en ese lugar.

Debido a la funcionalidad definida anteriormente, el equipamiento de la recepción es la que se encuentra en la Tabla 45.

El diseño físico de la recepción se encuentra en la Ilustración 35.

## 5.4. Otras instalaciones

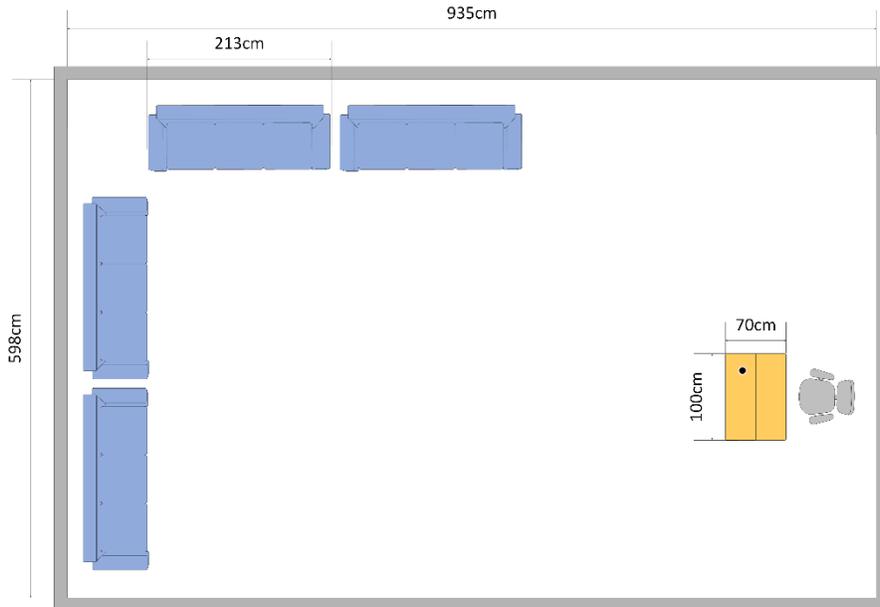
Además de las instalaciones que fueron determinadas como importantes por el departamento, se tienen otras que son necesarias a la hora de elaborar un diseño de un edificio, estas son los servicios higiénicos tanto de los docentes como de los estudiantes, y la cocina de los docentes.

**Tabla 45: Característica de equipamiento de recepción**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Silla - escritorio poliuretano gris 111 x 64 x 61 cm	1	64x61x111 (ancho-fondo-alto)	\$47.000	13%	\$53.110
Diario mural - corcho tela 1.20 x 2.00 m. unidad	2	200x1x120(ancho-espesor alto)	\$46.745	0%	\$93.490
Sofá - espera 3 cuerpos 76x213x78 cm unidad	4	213x78x76(ancho-fondo-alto)	\$295.753	11%	\$1.313.143
Estante - metálico visconti 5 repisas 90 x 30 x 200 cm	1	90x30x200(ancho-fondo-alto)	\$81.493	9%	\$88.827
Recepción - lb 100x70x110 cm	1	100x70x110 (ancho-fondo-alto)	\$250.000	15%	\$287.500

Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

**Ilustración 35: Diseño físico de la recepción**



Fuente: Elaboración propia

### 5.4.1. Baño de docentes

Es importante determinar la cantidad de lavamanos y WC que deben existir en el área de docentes, para esto se analiza lo que determina la dirección del trabajo. Según la Dirección

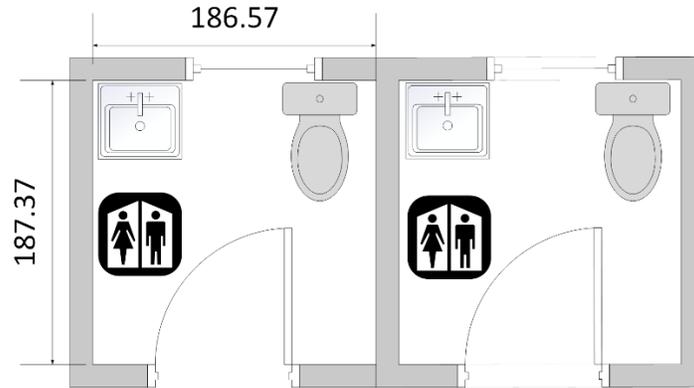
del Trabajo (2020), es necesario que hayan una cierta cantidad de WC y lavamanos, según la cantidad de trabajadores que allí se encuentre. Dentro del área de docentes se tienen 16, además de la secretaria de escuela, por lo tanto hay 17 trabajadores. La dirección del trabajo establece que si se tienen entre 11 a 20 trabajadores deben haber 2 excusados y 2 lavamanos. El equipamiento necesario y el valor del baño de docentes se encuentra en la sakdjsa y el diseño de este se encuentra en, cabe destacar que se deciden hacer 2 baños, los cuales serán usados por hombres y mujeres.

**Tabla 46: Equipamiento de baños de docentes**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Inodoro	2	\$496.000	\$992.000
Lavamanos	2	\$140.000	\$280.000

Fuente: Elaboración propia en base a presupuesto realizado por Administración de Campus

**Ilustración 36: Diseño físico de baño de docentes**



Fuente: Elaboración propia

### 5.4.2. Baño de estudiantes

Al igual que para los baños de los docentes es necesario realizar un estudio de cuántos son los que se necesitan. Según el decreto supremo 289/89 del Ministerio de Salud (1983), el cual decreta el reglamento sobre condiciones sanitarias mínimas en establecimientos educacionales, se deben tener 2 lavamanos, 2 inodoros y 1 urinario hasta 60 estudiantes, luego es necesario que por cada 40 estudiantes extras haya 1 lavamano extra y que por cada 60 estudiantes extra hayan 1 inodoro y 1 urinario extra. Por lo tanto analizando la primera opción de diseño se tiene que si este se encuentra en su máxima capacidad habrían 204 estudiantes, descontando los 60 primeros, se tiene que se necesitarían 6 lavamanos 5 inodoros

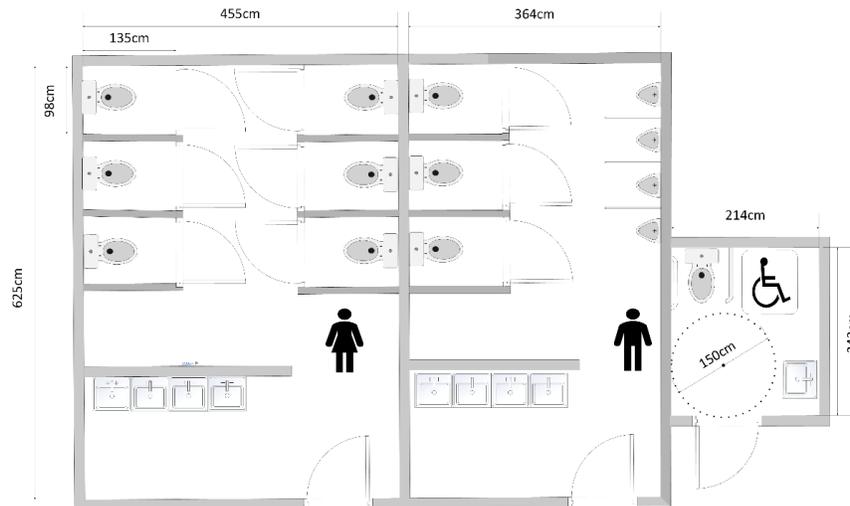
y 4 urinarios. Al desconocer la proporción de mujeres y hombres se encontrarán en el edificio, se decide dejar esta en 50 y 50. Es decir, en el baño de hombres habrían 3 lavamanos 2 urinarios y 3 inodoros y en el baño de mujeres habría la misma cantidad. Con tal de optimizar espacio se decide realizar más inodoros, lavamanos y urinarios en cada uno, para dejar un solo diseño y que sirva para ambas opciones. Por otro lado, se tiene el baño de discapacitados, en donde el decreto supremo N° 47 (1992) del Ministerio de vivienda y urbanismo, establece que en cualquier establecimiento que tenga servicios higiénicos debe tener uno de uso preferencial para personas con discapacidad, pudiendo ser de uso alternativo para ambos sexos. Dentro de su normativa establece que este debe permitir giros de 360° de una silla de ruedas, considerando para ello un diámetro de 1,50m, dicho diámetro podrá incluir el área bajo el lavamanos, para esto no se debe incluir ningún pedestal que impida o dificulte dicho giro. Además, la puerta debe abrir hacia fuera. El equipamiento de este se encuentra en la Tabla 47 y el diseño se encuentra en Ilustración 37.

**Tabla 47: Equipamiento baño estudiantes**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Inodoro	10	\$496.000	\$4.960.000
Lavamanos	8	\$140.000	\$560.000
Urinarios	4	\$200.000	\$800.000
Lavamanos para minusválidos	1	\$130.000	\$130.000

Fuente: Elaboración propia en base a presupuesto realizado por Administración de Campus

**Ilustración 37: Diseño físico baño estudiantes**



Fuente: Elaboración propia

### 5.4.3. Cocina docentes

La cocina de docentes se realiza en base a lo que existe actualmente dentro del departamento, debido a que en el análisis exploratorio se recomienda incluir una cocina tal cual a la que existe hoy en día. El equipamiento de esta se encuentra Tabla 48 y el lavaplatos se encuentra en la Tabla 49, el cual se obtuvo mediante el presupuesto de administración de campus. Por otro lado, el diseño de la instalación se encuentra en la Ilustración 38.

**Tabla 48: Equipamiento cocina docentes**

Descripción	Cantidad	Dimensiones (cm)	Precio unitario	Despacho	Precio total
Microonda Thomas th-34dgm unidad	1	-	\$80.500	0%	\$80.500
Horno eléctrico Thomas th-35n02 unidad	1	-	\$59.060	0%	\$50.060
Silla - casino novaiso estructura negra 46x42x80 cm	8	75x240x75 (ancho-largo-alto)	\$13.203	8%	\$114.073
Mesa - casino estándar formalita 240x75x75 cm	1	90x30x200(ancho-fondo-alto)	\$67.654	12%	\$75.772
Estante - anaquel para sobreponer 150x30x95	2	150x30x95(ancho-fondo-alto)	\$71.280	2%	\$145.411

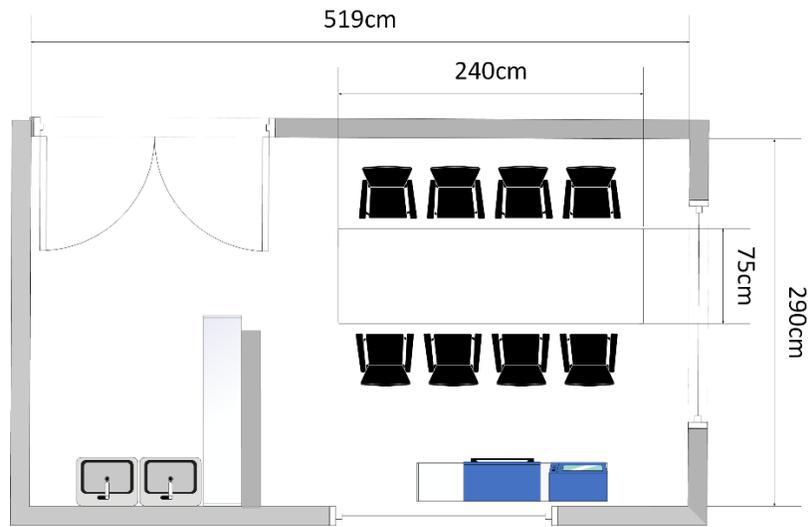
Fuente: Elaboración propia en base a (Mercado Público, 2020)

**Tabla 49: Lavaplatos para cocina docentes**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Lavaplatos	2	\$90.000	\$180.000

Fuente: Elaboración propia en base a presupuesto realizado por Administración de Campus

**Ilustración 38: Diseño físico de cocina de docentes**



*Fuente: Elaboración propia*

# CAPÍTULO 6: LAYOUT FINAL DEL EDIFICIO

*En el siguiente capítulo se realiza la hoja de trabajo, la cual establece la relación que posee cada una de las instalaciones, con esto se espera tener el layout completo de cada una de las opciones propuestas.*

## 6.1. Diagrama de relación de actividades

El diagrama adimensional de bloques como se dijo en el apartado 2.1.4 Análisis de la relación de actividades, es el encargado de definir la distribución que debe tener cada una de las opciones, definiendo aquellas instalaciones que deben estar absolutamente(A), especialmente(E), importante(I) u ordinariamente(O), cerca una de la otra. Por otro lado, se tiene aquellas instalaciones que no es deseable que se encuentren una al lado de otra, estas se identifican con la letra X. Finalmente se encuentran aquellas que no es relevante que se encuentre una al lado de otra o cerca, estas relaciones se identifican con la letra U.

### 6.1.1. Diagrama adimensional de bloques y *layout* completo opción 1

Para el diagrama adimensional de bloques de la opción 1 se tiene la cantidad de relaciones presentada en la Ecuación 2, en donde n equivale a la cantidad de instalaciones que se poseen para esta opción y N es la cantidad de relaciones que se obtendrán.

**Ecuación 2: Cantidad de relaciones para opción 1**

$$N = \frac{n * (n - 1)}{2} \rightarrow \frac{12 * (12 - 1)}{2} = 66$$

*Fuente: Elaboración propia*

Tal como se dijo en el apartado 2.1.4 Análisis de la relación de actividades, la elaboración comienza con la hoja de trabajo, la cual se presenta en la Ilustración 39.

**Ilustración 39: Hoja de trabajo de la opción 1**

N°	Instalaciones	Tipo de relación					
		A	E	I	O	U	X
1	Oficina de docentes del Departamento	2;10;11	6;8	4	9	7;12	5;3
2	Oficina Part-time	1	10;11	8	9;4;6	7;12	5;3
3	Laboratorio de simulación de procesos		5	12	7	4;6;9;8;10;11	1;2
4	Dirección y secretaría de escuela			6;1;8	9;2;10	3;5;7;11;12	
5	Sala de clases de postgrado		3;	12	7	4;6;8;9;10;11	1;2
6	Sala de reuniones		1;8	4	2;10;11	3;5;7;9;12	
7	Sala de estudio			12	3;5;9;	1;2;4;6;8;10;11	
8	Sala de videoconferencia		1;6	2;4	10;11	3;5;7;9;12	
9	Mini auditorio			12	1;2;4;7	3;5;6;8;10;11	
10	Baños docentes	1	2		4;6;8	3;5;7;9;12	11
11	Cocina docentes	1	2		6;8	3;5;7;9;4	10;12
12	Baño estudiantes			3;7;9;5		1;2;4;6;8;10	11

*Fuente: Elaboración propia*

Una forma más fácil de ver las relaciones de cada una de las instalaciones es en la Ilustración 40.

**Ilustración 40: Relación de actividades opción 1**

N°	Instalaciones	Instalaciones identificadas por su número											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Oficina de docentes del Departamento	-	A	X	I	X	E	U	E	O	A	A	U
2	Oficina Part-time	A	-	X	O	X	O	U	I	O	E	E	U
3	Laboratorio de simulación de procesos	X	X	-	U	E	U	O	U	U	U	U	I
4	Dirección y secretaría de escuela	I	O	U	-	U	I	U	I	O	O	U	U
5	Sala de clases de postgrado	X	X	E	U	-	U	O	U	U	U	U	I
6	Sala de reuniones	E	O	U	I	U	-	U	E	U	O	O	U
7	Sala de estudio	U	U	O	U	O	U	-	U	O	U	U	I
8	Sala de videoconferencia	E	I	U	I	U	E	U	-	U	O	O	U
9	Mini auditorio	O	O	U	O	U	U	O	U	-	U	U	I
10	Baños docentes	A	E	U	O	U	O	U	O	U	-	X	U
11	Cocina docentes	A	E	U	U	U	O	U	O	U	X	-	X
12	Baño estudiantes	U	U	I	U	I	U	I	U	I	U	X	-

*Fuente: Elaboración propia*

Con la Ilustración 40 se puede analizar de una mejor forma las relaciones entre cada una de las instalaciones. Debido a la redundancia en la explicación, a continuación, se fundamenta las principales relaciones de las instalaciones, cabe destacar que lo que se busca es dejar las instalaciones de uso de estudiantes por un lado y las de uso de docentes por otro, lo que no quiere decir que no se mantenga cercanía con estos. Por otro lado, se destaca que la cantidad de relaciones de cada tipo tiene un límite, tal como se dijo en Tabla 4, es por esta razón que las relaciones que más se necesiten cerca tienen prioridad a la hora de determinarlas con un código.

Uno de los requerimientos de los docentes del departamento es que todos estos se encuentren en el mismo edificio para tener una mayor sinergia entre ellos, es por esta razón que se decide dejar a todos los docentes cerca. Por otro lado, existen instalaciones que su uso será principalmente por docentes, como lo son los baños de docentes y la cocina de docente, otras instalaciones con estas mismas características son, las salas de reuniones y la sala de videoconferencia. Por otro lado, no se desea que las instalaciones que tengan un mayor flujo de personas y por consecuencia, un mayor ruido, se encuentren cerca de los docentes, ya que esto podría interrumpir la labor de estos, es por esto que se decide dejar la sala de clases de postgrado y el laboratorio de simulación con relación tipo X, con las oficinas de los docentes.

Ahora bien, las instalaciones destinadas a los estudiantes, como se dijo anteriormente se dejarán cerca, en donde se hace necesario que el laboratorio de simulación y la sala de clases se encuentren cerca para un mejor flujo de personas. El servicio higiénico de los estudiantes también se necesita cerca a las instalaciones usadas por estos.

Por otro lado, el mini auditorio al ser una instalación destinada a ser usada tanto por los estudiantes como también por los docentes se deja con relación tipo O por las instalaciones utilizadas principalmente por los docentes, en donde no se descarta que se encuentre cerca de las instalaciones de los alumnos, principalmente cercana a instalaciones donde no tengan un gran ruido como lo son las salas de estudio.

Cabe destacar que como se dijo anteriormente, cada uno de los tipos de relaciones tiene una cantidad máxima, en la Tabla 50 se tiene la cantidad de relaciones que se realizaron de cada tipo, y el límite que se poseía.

**Tabla 50: Cantidad en proporción de tipo de relaciones de la opción 1**

<b>Tipo de relación</b>	<b>Cantidad obtenida (en proporción)</b>	<b>Cantidad máxima (en proporción)</b>
A	5%	5%
E	9%	10%
I	12%	15%
O	20%	25%

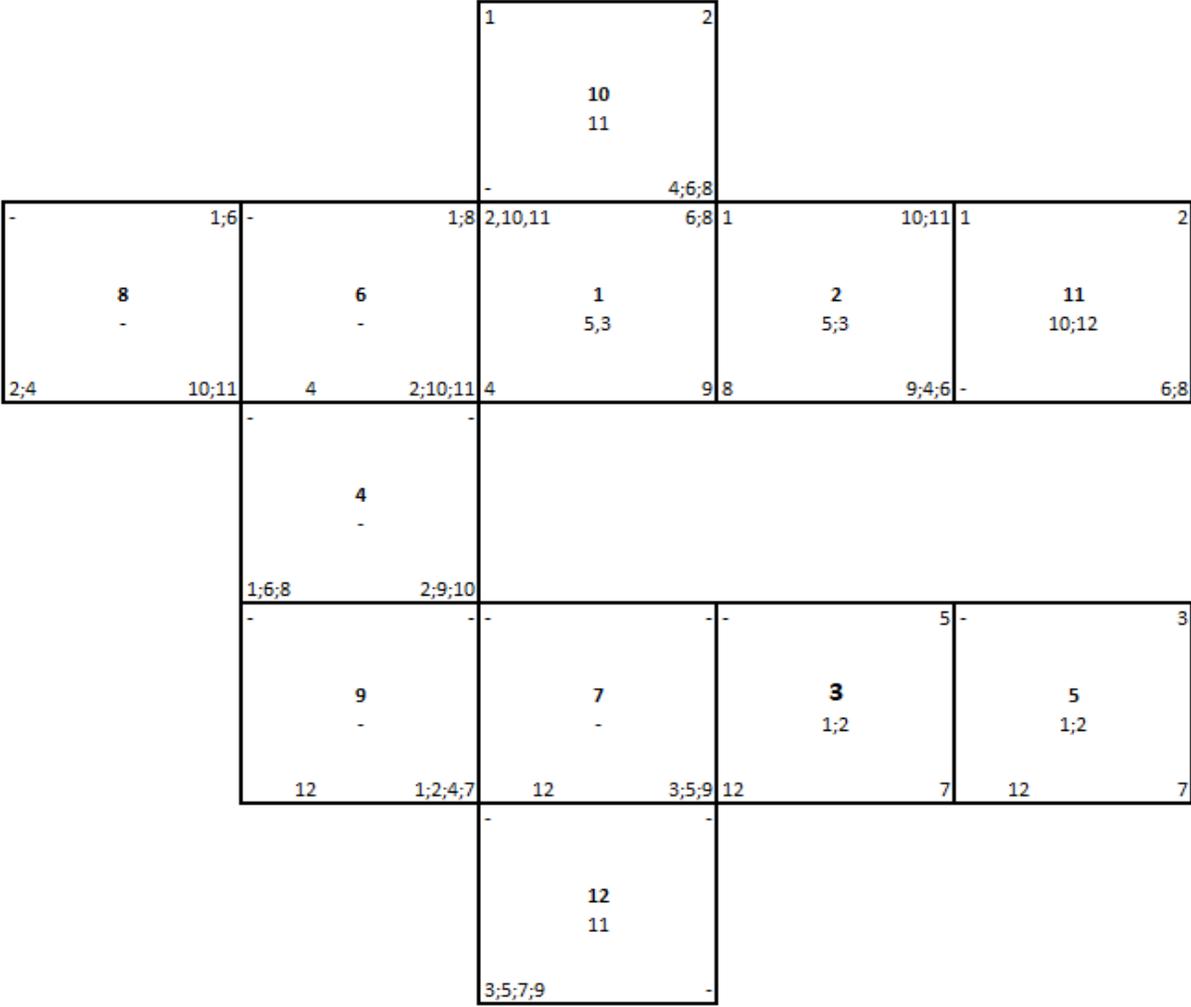
*Fuente: Elaboración propia*

Con todo esto, se tiene el diagrama adimensional de bloques el cual se encuentra en la Ilustración 41, este se toma de base para la realización del *layout*, el cual se encuentra en la Ilustración 42.

Cabe destacar, que los pasillos que se encuentran en este diseño se realizaron en base al decreto supremo N° 47 (1992) del Ministerio de vivienda y urbanismo, el cual establece que el tamaño del pasillo debe tener 0,5cm por cada persona de la superficie (donde se encuentra el pasillo), teniendo como tamaño mínimo 1,10m.

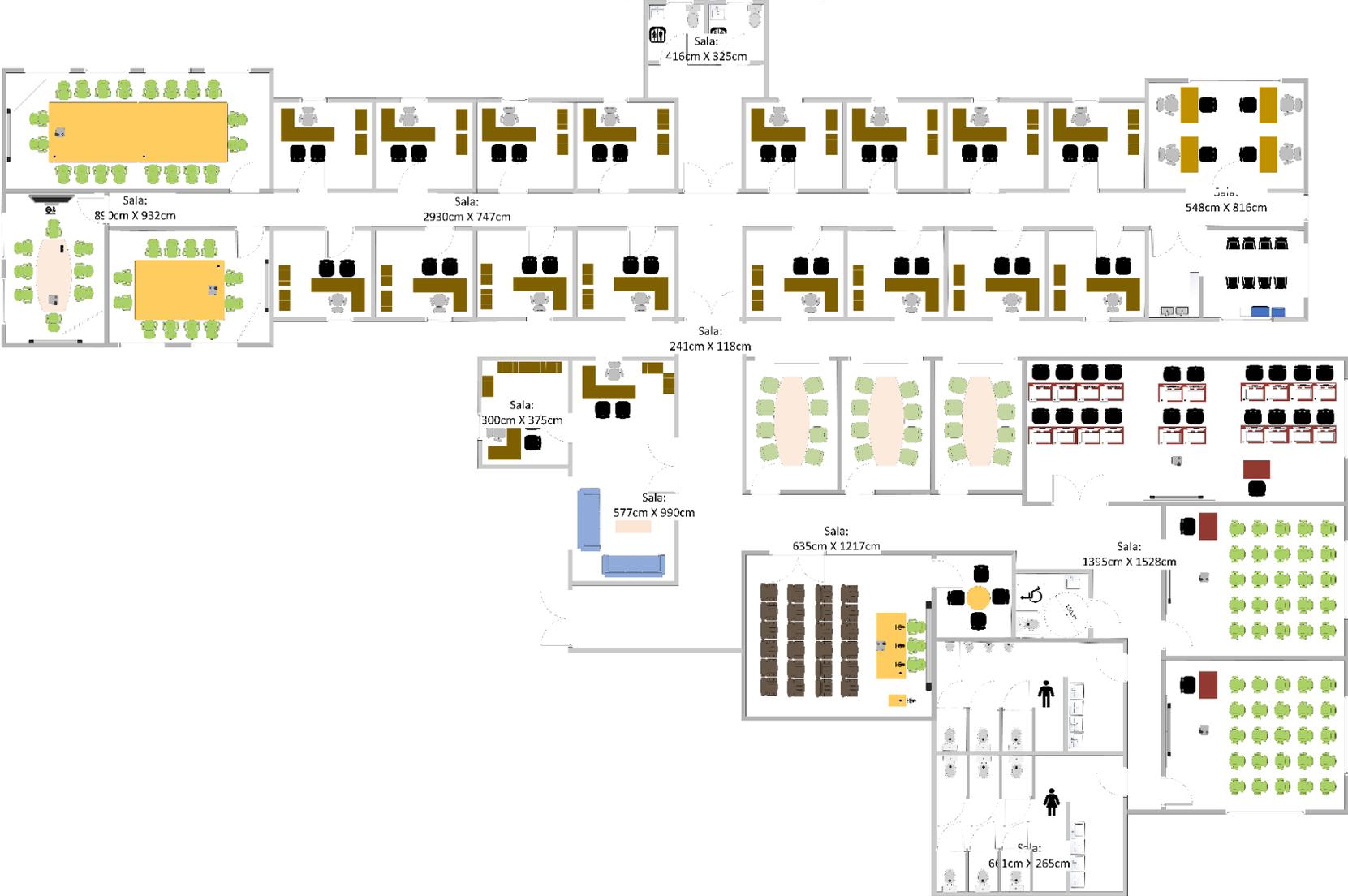
El diseño total de este edificio tiene una superficie total construida de 740m<sup>2</sup>.

Ilustración 41: Diagrama adimensional de bloques opción 1



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42: Layout completo de la opción 1



Fuente: Elaboración propia

### 6.1.2. Diagrama adimensional de bloques y *layout* completo opción 2

Para la opción 2 como se dijo en el capítulo anterior, se agregaron 5 nuevas instalaciones, las cuales fueron consideradas con importancia media por parte de los docentes del departamento, por lo tanto, la cantidad de relaciones es mayor en comparación con la opción 1. La cantidad de relaciones se puede observar en la Ecuación 3.

**Ecuación 3: Cantidad de relaciones para opción 2**

$$N = \frac{n * (n - 1)}{2} \rightarrow \frac{17 * (17 - 1)}{2} = 136$$

Fuente: Elaboración propia

La hoja de trabajo de esta opción se puede observar en la Ilustración 43.

**Ilustración 43: Hoja de trabajo de la opción 2**

N°	Instalaciones	Tipo de relación					
		A	E	I	O	U	X
1	Oficina de docentes del Departamento	2;15;16	6;8;13	4	9	7;12;14;17	3;5;10;11
2	Oficina Part-time	1	15;16	4;6	8	7;9;12;13;14;17	3;5;10;11
3	Laboratorio de simulación de procesos	11		7;17	5;10;14	4;6;8;9;12;13;15;16	1;2
4	Dirección y secretaría de escuela	12		1;2;6;8;15;16	7;9;13	3;10;11;14;17;5	
5	Sala de clases de postgrado		7;17		3;9;10;11;14	4;6;8;12;13;15;16	1;2
6	Sala de reuniones		1;8	2;4;13	15;16	3;5;7;9;11;14;17	10;12
7	Sala de estudio		5;12	3;14;17	4;9;10;11	1;2;6;8;13;15;16	
8	Sala de videoconferencia		1;6	4	2;13;15;16	3;5;7;9;11;14;17	10;12
9	Mini auditorio			12	1;4;5;7;14;17	2;3;6;8;11;13;15;16	10
10	Laboratorio de diseño físico				3;5;7;11;17	4;12;15;16	1;2;6;8;9;13;14
11	Laboratorio de gestión de operaciones	3		7;17	5;10;14	4;6;8;9;12;13;15;16	1;2
12	Recepción	4	7	3;14		1;2;3;5;10;11;15;16;17	6;8;13
13	Sala de visualización de contenido		1	6	4;8;15;16	2;3;5;7;9;11;14;17	10;12
14	Sala tesista-memorista			7;12;17	3;5;9;11	1;2;4;6;8;13;15;16	10
15	Baños docentes	1	2	4	6;8;13	3;5;7;9;10;11;12;14;17	16
16	Cocina docentes	1	2	4	6;8;13	3;5;7;9;10;11;12;14	15;17
17	Baño estudiantes		5	3;7;11;14	9;10	1;2;4;6;8;12;13;15	16

Fuente: Elaboración propia

Además, al igual que en la opción 1 se muestra la tabla de relación de actividades, la cual facilita el entendimiento, esta se muestra en la Ilustración 44.

Al igual que en la opción 1 es necesario tener instalaciones de docentes a distancia de instalaciones de estudiantes, es por esta razón que en la oficina de docentes se tiene la sala de postgrado, el laboratorio de simulación y gestión de operaciones y el laboratorio de simulación física como no deseable, al igual que la oficina de docentes *part-time*. Dentro de las instalaciones para los estudiantes se tiene el laboratorio de diseño físico, este laboratorio tiene maquinarias que pueden provocar ruido a la hora de utilizarlas es por esta razón que es

una de las instalaciones con mayor cantidad de relaciones no deseables, entre las que se encuentran las oficinas de docentes, el mini auditorio, sala de reuniones, sala de videoconferencia entre otros, las cuales necesitan estar en un lugar que no se genere demasiado ruido externo que puede ser perjudicial a la hora de realizar las funciones dentro de estas.

**Ilustración 44: Relación de actividades opción 2**

N°	Instalaciones	Instalaciones identificadas por su número															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Oficina de docentes del Departamento	A	X	I	X	E	U	E	O	X	X	U	E	U	A	A	U
2	Oficina Part-time	A	X	I	X	I	U	O	U	X	X	U	U	U	E	E	U
3	Laboratorio de simulación de procesos	X	X	U	O	U	I	U	U	O	A	U	U	O	U	U	I
4	Dirección y secretaría de escuela	I	I	U	U	I	O	I	O	U	A	O	U	I	I	U	
5	Sala de clases de postgrado	X	X	O	U	U	E	U	O	O	O	U	U	O	U	U	E
6	Sala de reuniones	E	I	U	I	U	U	E	U	X	U	X	I	U	O	O	U
7	Sala de estudio	U	U	I	O	E	U	U	O	O	I	E	U	I	U	U	I
8	Sala de videoconferencia	E	O	U	I	U	E	U	U	X	U	X	O	U	O	O	U
9	Mini auditorio	O	U	U	O	O	U	O	U	X	U	I	U	O	U	U	O
10	Laboratorio de diseño físico	X	X	O	U	O	X	O	X	X	O	U	X	X	U	U	O
11	Laboratorio de gestión de operaciones	X	X	A	U	O	U	I	U	U	O	U	U	O	U	U	I
12	Recepción	U	U	U	A	U	X	E	X	I	U	U	X	I	U	U	U
13	Sala de visualización de contenido	E	U	U	O	U	I	U	O	U	X	U	X	U	O	O	U
14	Sala tesista-memorista	U	U	O	U	O	U	I	U	O	X	O	I	U	U	U	I
15	Baños docentes	A	E	U	I	U	O	U	O	U	U	U	U	O	U	X	U
16	Cocina docentes	A	E	U	I	U	O	U	O	U	U	U	U	O	U	X	X
17	Baño estudiantes	U	U	I	U	E	U	I	U	O	O	I	U	U	I	U	X

Fuente: Elaboración propia

Como se integraron instalaciones que en la opción 1 no se tenían, cambiaron relaciones que antes eran necesarias, por ejemplo. la dirección y secretaría de escuela, en la primera opción es necesaria que se encuentre cercana a las oficinas de los docentes debido a que se encuentra el director de escuela, pero, al incorporarse una recepción, en donde se hace primordial que la secretaría y dirección de escuela se encuentre cercana a esta, debido al flujo de estudiantes que se dirige a esta. Es por esta razón, que toma prioridad la recepción antes que la oficina de los docentes. Por otro lado, al igual que en la primera opción se tiene que es no deseable tener los baños cercanos a la cocina, por concepto de higiene. Otra de las relaciones importantes, es la que se genera entre la recepción y la recepción, debido a que como se dijo en el apartado 5.3.5 Recepción, en esta se da la opción de que se encuentre un estudiante el cual pueda realizar labores de ayudantía, administrando las instalaciones de las salas de estudio principalmente. La sala de visualización de contenido al ser utilizada solo por docentes, es necesario que se encuentre cercana a estos y lejana a donde exista un mayor ruido, como lo son la recepción y el laboratorio de diseño físico, debido a que en este se graban clases y realizan clases en línea.

Por otro lado, otra de las instalaciones agregadas a la opción 2 es la del laboratorio de gestión de operaciones, al tener los mismos requerimientos que el laboratorio de simulación de procesos, se hace necesario que estos se encuentren juntos, para un mejor flujo de personas y, además, en ambos se realizarán las dos actividades.

La cantidad de relaciones como se dijo anteriormente tiene una cantidad máxima de cada tipo. Para la opción 2 se obtuvo la proporción que se muestra en la Tabla 51, en donde, además, se muestra la cantidad máxima de cada tipo de relación.

**Tabla 51: Cantidad en proporción de tipo de relaciones de la opción 2**

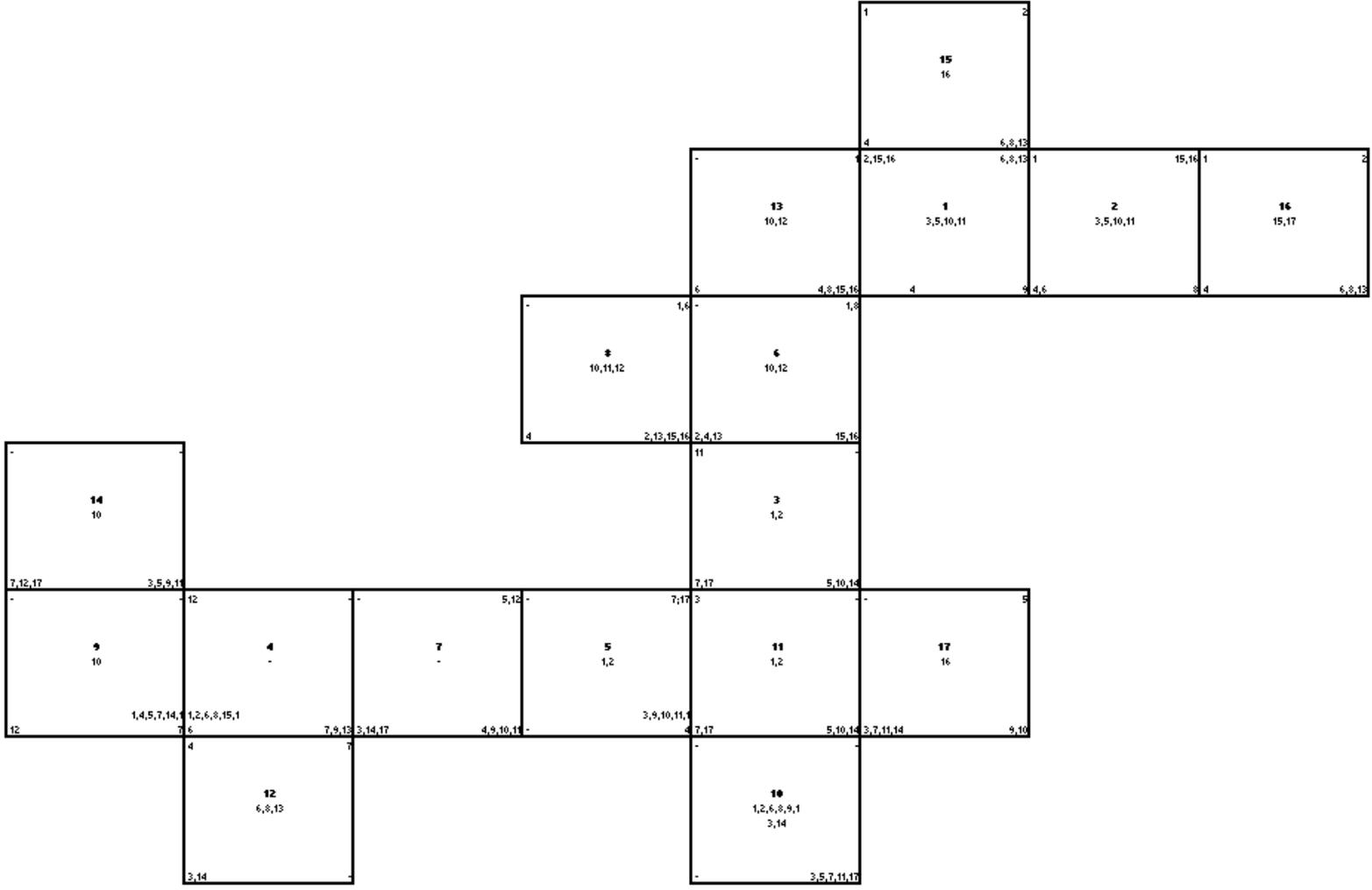
<b>Tipo de relación</b>	<b>Cantidad obtenida (en proporción)</b>	<b>Cantidad máxima (en proporción)</b>
A	4%	5%
E	7%	10%
I	13%	15%
O	19%	25%

*Fuente: Elaboración propia*

Con todo esto, se puede realizar el diagrama adimensional de bloques, este se muestra en la Ilustración 45, con el cual se puede llevar a cabo la unión de todas las instalaciones y elaborar el *layout* completo. Este se muestra en Ilustración 46.

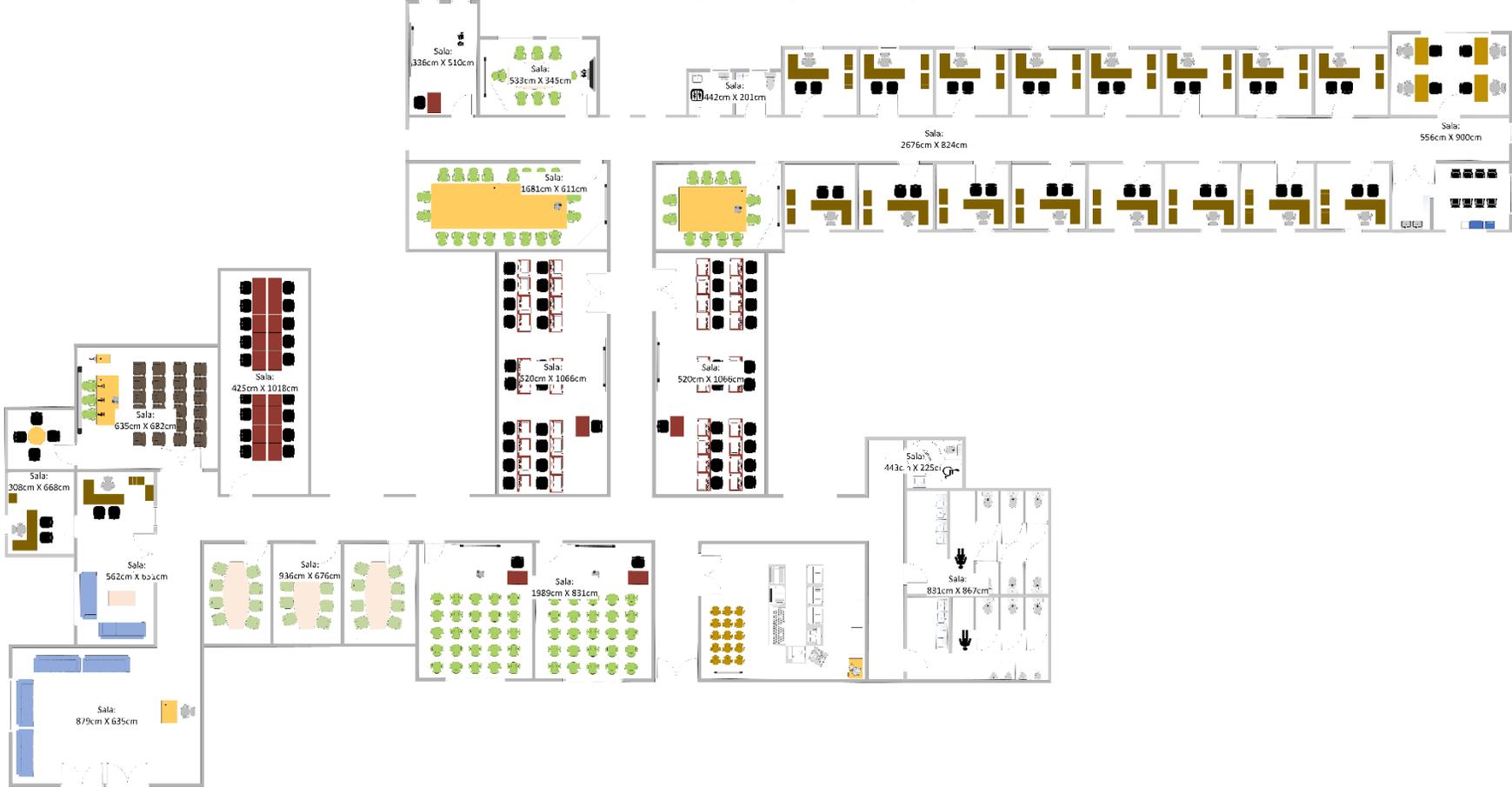
La superficie total construida de la opción 2 es de 1.037m<sup>2</sup>.

Ilustración 45: Diagrama adimensional de bloques opción 2



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46: Layout completo de la opción 2



Fuente: Elaboración propia

# CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DE IMPACTO

*En el siguiente capítulo se realiza la evaluación de impacto de ambas opciones, en donde se evalúa la inversión que requeriría cada una de estas como también los beneficios que estas ocasionarían para la comunidad en general.*

## 7.1. Evaluación del impacto

En la evaluación de impacto en una primera instancia se realiza el análisis del beneficio que generaría la instalación de un edificio para el departamento. Evaluando así las 2 alternativas propuestas y posteriormente, se realiza la evaluación de la inversión que se incurriría en llevar a cabo las opciones.

### 7.1.1. Beneficios

La construcción de un edificio para el departamento ocasionaría grandes beneficios en el desarrollo y formación de los estudiantes, como también de los docentes.

Los estudiantes pueden desarrollar proyectos que requieran un mayor rendimiento en los equipos computacionales, con los laboratorios a implementar, los cuales, además sirven para desarrollar otras asignaturas que no poseen actualmente laboratorios dentro de su syllabus, como lo es gestión de la cadena de abastecimiento, ingeniería económica y evaluación de proyectos, gestión de proyectos, entre otros, como pueden ser algunas asignaturas de *minor*, ya que es allí, en el caso de gestión de operaciones que se desarrollan modelos que requieren de un mayor nivel de procesamiento, por ejemplo, minería de datos, modelos aplicados a la gestión logística, programación, entre otros. Se desarrollan proyectos con mejor calidad, a las que se están desarrollando actualmente, debido a la cantidad de estudiantes que pueden utilizar el laboratorio a la vez.

Dentro de las asignaturas involucradas directamente con la construcción de los laboratorios (los que pertenecen al área de simulación y gestión de operaciones), tienen un equipamiento el cual les sirve para desarrollar sus proyectos y tareas de una mejor forma, como también a los docentes a desarrollar la asignatura con una mayor facilidad, debido a la cantidad de equipos y al rendimiento que estos poseen.

Mejorar el aprendizaje de los estudiantes, ya que se tienen diferentes áreas para el aprendizaje autónomo, las cuales se encuentran equipadas para su mejor desarrollo, cabe destacar que actualmente se tienen deficiencias en la facultad de espacios de estudio, es por esta razón que se vuelve importante para los estudiantes tener estas áreas, las cuales además

pueden ser ocupadas por estudiantes de otras carreras. También, los estudiantes generan una identidad dentro del campus, al tener un espacio propio para su desarrollo, actualmente no se posee nada por parte de la carrera para el desarrollo de los estudiantes, más que el laboratorio de simulación con 3 estaciones de trabajo.

Por el lado del laboratorio de simulación física, los estudiantes tienen una mayor cantidad de horas prácticas en las asignaturas, que es una de las principales razones que dieron en la encuesta realizada, en la pregunta de necesidades de las áreas de la carrera. Además, puede ser utilizado por diferentes asignaturas debido a su funcionalidad. Algunas asignaturas que pueden utilizar este laboratorio son mejoramiento continuo, sistemas de operaciones, la ingeniería industrial, diseño de sistemas de operaciones, entre otros.

Por otro lado, los docentes al estar todos en un mismo edificio generan una mayor sinergia entre ellos, de la cual pueden surgir diferentes proyectos involucrando las distintas áreas en las que ellos se desempeñan. Estos, además, poseen salas de reuniones, las cuales están equipadas para un buen desarrollo, todos los docentes del departamento pueden estar dentro de la sala con mayor capacidad sin tener que ir a otro edificio a realizar la reunión. Además, se posee la sala de videoconferencia la cual le sirve a los docentes poder comunicarse a distancia con estudiantes y/o profesores, la cual además sirve como sala de reunión para aumentar la tasa de ocupación de esta. Los docentes tienen la oportunidad de crear contenido digital para sus estudiantes, los cuales pueden ser enviados y guardados para posteriores usos, además de crear clases sin la utilización de un espacio físico, si no que de manera en línea.

Mejorar la imagen de la carrera, a mirada de otras instituciones educacionales y estudiantes que quieren ingresar, debido a que estos en ocasiones requieren la visita a los campus, para conocer la infraestructura que poseen las carreras, para determinar en qué institución se van a inscribir. Además, se pueden utilizar las instalaciones días no laborales, para realizar proyectos en colegios, ya sean de alguna de las áreas a las que se destinan las instalaciones.

Mejorar la evaluación de la acreditación, ya que como se dijo en la problemática existe un punto dentro de la acreditación de las carreras, que se destina a la infraestructura y desarrollo que poseen los campus para el desarrollo de las carreras.

### 7.1.2. Inversión de las opciones

La inversión de las opciones se considera tanto el mobiliario que hay en cada una de las instalaciones que la componen como el de la construcción del edificio.

El detalle la inversión en la opción 1 se tiene en el Anexo 2 y Anexo 3. En Tabla 52 se tiene la inversión necesaria en cada uno de las instalaciones, cabe destacar que una de las consideraciones es que el dólar se evaluó en \$845. Por otro lado, según administración de campus ellos manejan el valor por m<sup>2</sup> de construcción de los edificios que se han realizado en el campus, y debido a que todos se realizan con materiales similares, por lo tanto, se determina que el valor por m<sup>2</sup> de construcción equivale a 32UF, este valor incluye la instalación de alcantarillado, los costos del cimiento, sobrecimiento, instalación eléctrica, ganancia de empresa constructora. entre otros. El valor de la UF se considera en \$28.579

**Tabla 52: Inversión por instalación de la opción 1**

<b>Instalación</b>	<b>Inversión total</b>
Oficina de docentes del departamento	\$5.270.939
Oficina de docentes <i>part-time</i>	\$536.419
Laboratorio de simulación	\$31.818.670
Dirección y secretaría de escuela	\$1.547.528
Sala de clases de postgrado	\$2.738.897
Salas de reuniones	\$3.597.064
Salas de estudio	\$1.551.698
Sala de videoconferencias	\$1.230.295
Mini auditorio	\$6.068.812
Baños docentes	\$1.272.000
Baños estudiantes	\$7.010.000
Cocina de docentes	\$474.817
Construcción	\$676.750.720
<b>Total</b>	<b>\$739.867.860</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Por otro lado, la inversión que requiere la opción 2 se muestra en la Tabla 53.

**Tabla 53: Inversión por instalación opción 2**

<b>Instalación</b>	<b>Inversión total</b>
Instalaciones opción 1	\$63.117.140
Laboratorio de gestión de operaciones	\$31.818.670
Sala tesista-memorista	\$1.299.560
Sala de visualización de contenido	\$2.468.072
Recepción	\$1.840.944
Laboratorio de simulación física	\$293.190.321
Construcción	\$948.365.536
<b>Total</b>	<b>\$1.342.100.143</b>

*Fuente: Elaboración propia*

# **CAPÍTULO 8: ETAPAS TÉCNICO- ADMINISTRATIVAS DEL PROYECTO**

*En este capítulo se describen las principales actividades que se realizan en la construcción del edificio, junto con las actividades que se llevan a cabo antes del comienzo de la construcción.*

## 8.1. Actividades de la realización del proyecto

A continuación, se mencionan y describen las principales actividades que se llevan a cabo para la construcción del edificio, como se desconoce exactamente el tiempo que demora cada una de estas se procede solo a mencionar el orden que se realiza en cada una de ellas.

### 8.1.1. Actividades antes de la construcción

Toda construcción posee una etapa previa a su puesta en marcha, estas actividades son en su mayoría, tramites y toma de decisiones.

- **Proyecto de estructura:** se define qué es lo que justifica la elaboración del proyecto, como se desarrollará, en qué etapas estará dividido y quienes serán los responsables de realizar las actividades.
- **Proyecto de instalaciones:** en esta etapa se definen cuáles son las instalaciones a incluir dentro del edificio.
- **Cuantificación proyecto completo:** se cuantifica el proyecto en plazos y en recursos.
- **Solicitud de aprobación interna:** se envía el proyecto para una aprobación interna en la institución, el cual si es aprobado se ingresa al plan de inversiones del año o de años siguientes.
- **Confección y aprobación bases técnicas y administrativas:** se confeccionan las bases que serán incluidas en mercado público para que los proveedores del servicio postulen. Estas bases técnicas y administrativas pasan por contraloría, entidad de carácter jurídico, contable y financiero, cuyo objetivo es el de cautelar el principio de legalidad, es decir, verificar que las instituciones públicas actúen dentro del ámbito de sus atribuciones, respetando los procedimientos legales y utilizando eficiente y eficazmente los recursos públicos.
- **Publicación bases en mercado público:** se publican las bases o términos de referencia, los cuales establecen los requisitos, condiciones y especificaciones del servicio a contratar, como, por ejemplo, descripción, etapas y plazos. Además, dan a conocer los criterios de evaluación que se aplicarán en el proceso de elección del proveedor del servicio. las garantías asociadas al proceso, las cláusulas de

condiciones del servicio, entre otros. Cabe destacar que la contratación tiene un monto límite para que la licitación sea privada. Si el monto de contratación supera las 1.000UTM se llama a una licitación abierta, este es el caso del proyecto actual.

- **Evaluación y adjudicación de licitación:** se evalúan a todas las empresas que postularon a la adjudicación del proyecto, en base a los criterios de evaluación propuestos en las bases. Es en esta etapa donde se otorga la adjudicación del proyecto a quien o quienes ofrecieron mejores condiciones.
- **Inicio contratación proyecto:** finalmente se realiza el contrato del proyecto con las personas o empresas que se adjudicaron el proyecto. Es aquí donde se establecen los derechos y obligaciones entre las partes que los suscriben, en este caso la institución con el proveedor que se ha adjudicado el proyecto.

### 8.1.2. Actividades de la construcción

- **Obras provisorias:** en las obras provisorias realizada por la empresa contratista o encargada de realizar la construcción, se instalan los letreros indicativos, se realizan instalaciones provisorias, construcciones provisoras y cierres provisorios en la superficie donde se construirá el edificio.
- **Evaluación y estudio del proyecto:** los profesionales a cargo del proyecto, realizan un estudio de la instalación de agua potable, instalación de alcantarillado. Además, realizan un análisis exhaustivo de la cantidad de hormigón y estructuras metálicas que se utilizarán en la construcción.
- **Trabajos previos:** en los trabajos previos se realiza la limpieza y el despeje del terreno donde se procederá la construcción. Posteriormente, se lleva a cabo el movimiento de tierra, las excavaciones, los rellenos y la extracción de escombros producidos por esta actividad.
- **Obra gruesa:** la obra gruesa conlleva toda la construcción del edificio. En una primera instancia se realizan los moldajes para realizar los cimientos. Para los cimientos se realizan diferentes actividades, entre las que destacan. Las excavaciones y el emplantillado, además de realizar el relleno de hormigón. Luego se realiza el sobrecimiento, actividad en donde se utiliza enfierradura y hormigón. Al tener la base

completa del edificio realizada, se realiza el piso, para este se necesitan camas de ripio y arena, luego se realiza el radier, el cual le da la base al piso. Finalmente se realiza la estructura del edificio junto con la techumbre. (el material utilizado para la estructura puede variar por tipo de construcción).

- **Terminaciones:** las terminaciones es una de las actividades que más tiempo demora, debido a los detalles que aquí se poseen. En una primera instancia se realiza el pavimento, luego se realiza la tabiquería, en la cual se le añaden materiales que sirven tanto para la aislación térmica como para la acústica, en tabiques y cielos. De haber realizado la tabiquería llevan a cabo los revestimientos (cerámica, entablado, piedra, entre otros) interiores y exteriores. Posteriormente se realizan los detalles en el cielo, el cual contendrá materiales dependiendo la zona donde se encuentre (húmeda o seca). Luego se lleva a cabo la instalación de puertas y ventanas, además de guardapolvos y cornisas de ser necesarias. Finalmente se lleva a cabo las obras de pintado de la estructura interior y exterior y las obras complementarias (instalación de canaletas, drenajes de aguas lluvias, entre otros).

## Conclusiones

El principal objetivo del informe era elaborar una propuesta de diseño físico y operacional del Departamento de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Talca. Dentro del desarrollo del informe se ha identificado la real falta de infraestructura para el departamento, mediante las diferentes fuentes de información, como lo son los docentes y estudiantes de la carrera.

Por otro lado, existen universidades de Chile y el mundo que poseen gran infraestructura para el desarrollo de los estudiantes, en donde la Universidad de Chile, la Universidad de Santiago de Chile y la Universidad del Biobío poseen un edificio propio para el departamento, cada una de estas disponiendo de instalaciones variadas para sus alumnos. Estas universidades fueron visitadas y se logró apreciar la gran preocupación que se posee por parte de estas para la calidad y aprendizaje de sus estudiantes. Por otro lado, se analizó la Universidad de Sao Paulo, debido a que es una de las mejores en Sudamérica y el mundo. A pesar que no poseía un Departamento de Ingeniería Industrial propiamente tal, se analizaron las instalaciones del Departamento de Ingeniería en Producción, debido al similar enfoque que posee este con el actual que posee la carrera en la Universidad de Talca, gracias a estas fuentes, se lograron proponer requerimientos para que los docentes pudiesen determinar cuáles de estos eran realmente importantes a incluir en el diseño.

Al tener claro cuál eran los requerimientos, no se conoce cuál era la superficie que la universidad cederá para la construcción del edificio, es por esta razón que se decidió realizar 2 opciones de diseño, la primera considerando la superficie similar al doble de superficie que posee el departamento actualmente y la superficie del edificio de Ingeniería Civil Eléctrica, por lo cual se estableció una superficie entre  $600\text{m}^2$  y  $750\text{m}^2$ . Y la segunda opción sin considerar un límite de metros cuadrados.

Para el tamaño de cada una de las instalaciones se basó en diferentes parámetros de construcción, considerando incluso los que posee actualmente la facultad, como lo son las salas de clases, los laboratorios de computación, la recepción o hall de acceso, entre otros.

Cabe destacar, que el tamaño de las instalaciones pasa a ser referencial y visual a la hora de la construcción del edificio, ya que la ingeniería de detalle pasa a ser obra de un especialista.

En la evaluación de impacto se obtuvieron los beneficios y los costos que generaría la construcción del edificio, en cada una de las opciones. Los costos están relacionados principalmente con el equipamiento que posee cada una de las instalaciones y el costo de construcción que fue obtenido mediante una estimación realizada por administración de campus. Cabe destacar que estos valores pueden variar dependiendo de cuándo se lleve a cabo el proyecto. La inversión total para la opción 1 es de \$739.867.860 y la superficie de esta es de 740m<sup>2</sup>, y para la opción 2 la inversión es de \$1.342.100.143, con una superficie total es de 1.037m<sup>2</sup>. La instalación que genera la mayor diferencia entre una opción y otra es el laboratorio de simulación física, debido a la automatización de los equipos que allí se poseen.

Por otro lado, los beneficios principales con la elaboración del proyecto, son una mayor superficie para el desarrollo de los estudiantes como para los docentes del departamento, una mayor cantidad de horas prácticas para los estudiantes en las asignaturas involucradas, da la oportunidad para que otras asignaturas puedan elaborar instancias prácticas dentro de su syllabus o plan de clases, espacio para el desarrollo autónomo individual como grupal de los estudiantes, entre otros. Pero uno de los beneficios principales de los docentes, es que todos se encontrarán dentro de una misma instalación lo que generaría una mayor sinergia entre ellos.

Para la descripción de las etapas técnicas administrativas, no se consideran tiempos, debido a que no se posee conocimiento de la importancia que le dará la universidad al proyecto, lo que da a conocer los tiempos de los procesos. Pero estas etapas, dan a conocer cuál es el proceso que debe pasar el proyecto para llevarse a cabo, debido a que es un proyecto financiado con fondos públicos.

Finalmente, mencionar que este proyecto es una propuesta, por ende, el diseño final de este edificio cambiará dependiendo de los estudios que se lleven a cabo por los expertos en cada una de las áreas involucrados en la construcción.

## Recomendaciones

Algunas de las recomendaciones con la elaboración del proyecto y con la potencial construcción del edificio son:

- Se propone en una primera instancia elaborar o implementar en la construcción del edificio un muro plegable entre las salas de postgrado, con la finalidad que estas no solo estén limitadas a ser usadas por cursos con un quorum menor a 25 personas, sino que tengan la opción de albergar cursos de pregrado, los cuales tienen una capacidad mayor.
- En un futuro se tiene la posibilidad de elaborar un aula virtual, debido a que una de las herramientas que esta debe tener es la video clase, en la cual se graben videos con contenidos para los estudiantes y se realicen clases en línea. Todo esto se logra con la sala de visualización de contenido.
- Dentro del proyecto se da la recomendación de tener a una persona dentro de la recepción quien sea la encargada de promocionar la carrera como de estar a cargo de las instalaciones del edificio, como, por ejemplo, las salas de estudio y las salas de clases. Esta tarea la pueden realizar estudiantes con pago de ayudantías, no es necesario contratar a otras personas.
- Con la construcción del edificio se poseen instalaciones disponibles para la realización de actividades para otras entidades de la zona. Una de estas son empresas, a las cuales se les puede capacitar y/o realizar cursos dentro de los laboratorios que posee el edificio. También da la oportunidad de participar con colegios de la zona, a los cuales se les puede realizar diferentes actividades con las instalaciones disponibles.
- Incluir una mayor cantidad de horas prácticas en las asignaturas involucradas, como lo son las del área de simulación de procesos, investigación de operaciones, mejoramiento continuo, entre otras. Además, de incluir una mayor cantidad de licencias de los *softwares* utilizados, junto con incluir otros *softwares*, como lo son Flexsim, GAMS, GUROBI, entre otros para la utilización de herramientas CAD.

- Una mejora en el plan de estudios, en donde se incluyan asignaturas nuevas y se dé prioridad a otras. A pedido de los estudiantes, la carrera tiene una falencia en las asignaturas de recursos humanos, las cuales son importantes en el mundo laboral. Además, se incluyan asignaturas que acerquen a los estudiantes al mundo laboral, como, por ejemplo, asignatura en donde se incluya algunas de las leyes que rigen a las empresas o cómo deben funcionar estas, ya que, según la encuesta realizada, actualmente no se posee gran conocimiento en esta área al momento de egresar.
- Utilizar este estudio como punto de partida para la construcción del edificio, ya que se poseen las instalaciones primordiales consideradas por el Departamento de Ingeniería Industrial.

---

## Referencias

América Economía. (09 de Octubre de 2019). *América Economía*. Obtenido de <https://mba.americaeconomia.com/articulos/notas/conozca-los-resultados-del-ranking-de-las-mejores-universidades-de-chile-2019>

CETLOG. (2020). *Centro de Extencionismo Tecnológico de Logística*.

Cibermetría. (2020). *Cybermetrics Lab*. Obtenido de [https://www.webometrics.info/es/Latin\\_America\\_es](https://www.webometrics.info/es/Latin_America_es)

Comisión Nacional de Acreditación. (2007). *Criterios de evaluación para carreras de ingeniería*. Santiago.

Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Biobío. (2020). *DII*. Obtenido de <http://industrial.ubiobio.cl/web/>

Departamento de Ingeniería de Producción, Universidad de Sao Paulo. (2020). *Departamento de Ingeniería de Producción-Universidad de Sao Paulo*. Obtenido de <http://www.prod.eesc.usp.br/>

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile. (2020). *Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile*. Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrial-usach.cl/>

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de México. (2020). *DII Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de <https://www.ingenieria.unam.mx/industriales/index.php>

Dirección de Planificación y Análisis Institucional. (2014-2015-2016-2017-2018). *Anuario Estadístico Institucional*. Talca.

Dirección de Planificación y Análisis Institucional. (2018). *Anuario Estadístico Institucional*. Talca.

- Dirección del Trabajo. (2020). *Dirección del Trabajo*. Obtenido de <https://www.dt.gob.cl/portal/1628/w3-article-60436.html>
- Emol. (2015). *Universitas*. Obtenido de <http://rankinguniversidades.emol.com/indicadores-ingenieria-civil-industrial-2015/>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2020). Obtenido de <https://www.escuelaing.edu.co/es/>
- Espinosa, R. (11 de septiembre de 2019). *Roberto Espinosa*. Obtenido de <https://robertoespinosa.es/2017/05/13/benchmarking-que-es-tipos-ejemplos>
- Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. (2020). *Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile*. Obtenido de <http://ingenieria.uchile.cl/investigacion/presentacion/laboratorios/90861/web-intelligence-laboratory-wil>
- Facultad de ingeniería. (2019). *Facultad de ingeniería*. Obtenido de Facultad de ingeniería de la Universidad de Talca: <http://www.ingenieria.otalca.cl/Seccion/Detalles/176>
- Facultad de ingeniería. (2019). *Facultad de ingeniería Universidad de Talca*. Obtenido de Facultad de ingeniería: <http://www.ingenieria.otalca.cl/Facultad/Organigrama>
- Ingeniería Civil Industrial. (Octubre de 2019). *Ingeniería Civil Industrial*. Obtenido de <http://industrial.otalca.cl/home>
- Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. (2020). *Ingeniería Industrial, Universidad de Chile*. Obtenido de <http://www.dii.uchile.cl/>
- Kipus. (16 de Enero de 2020). *Kipus*. Obtenido de <https://www.kipus.cl/nosotros/>
- Lee Krajewski, L. R. (2008). *Administración de operaciones*. México: Pearson Educación.

- Mercado Público. (2020). *Mercado público*. Obtenido de <http://www.mercadopublico.cl/Home/Contenidos/TiendaBuscador?esNuevaHome=true>
- Mercado Público. (2020). *Mercado Público*. Obtenido de <http://www.mercadopublico.cl/TiendaFicha/Ficha?idProducto=1138540>
- Mercado Público. (2020). *Mercado Público*. Obtenido de <http://www.mercadopublico.cl/TiendaFicha/Ficha?idProducto=1637575>
- Mercado Público. (2020). *Mercado Público*. Obtenido de <http://www.mercadopublico.cl/Home/Contenidos/TiendaBuscador?esNuevaHome=true>
- Meyers F, & S. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson Education.
- Ministerio de Obras Públicas. (2011). *Arquitectura MOP*. Obtenido de [http://www.arquitecturamop.cl/anteproyecto/Documents/Edificio\\_MOP\\_VALPO/estandares%20de%20Dimensionamiento%20MOP.pdf](http://www.arquitecturamop.cl/anteproyecto/Documents/Edificio_MOP_VALPO/estandares%20de%20Dimensionamiento%20MOP.pdf)
- Ministerio de Salud. (2020). *Ministerio de Salud*. Obtenido de [http://info.seremisaludatacama.cl/documents/autorizacion\\_sanitaria/tramites%20sanitarios/Saneamiento%20Basico/Establecimientos%20Educativos/Instructivo\\_obtener\\_informe\\_sanitario\\_establecimientos\\_educaciones.pdf](http://info.seremisaludatacama.cl/documents/autorizacion_sanitaria/tramites%20sanitarios/Saneamiento%20Basico/Establecimientos%20Educativos/Instructivo_obtener_informe_sanitario_establecimientos_educaciones.pdf)
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (19 de Mayo de 1992). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=8201>
- Nigel Slack, E. C. (2000). *Administración de operaciones*. Londres: Pearson Education Limited.

- Postgrado Universidad de Talca. (2020). *Escuela de Graduados*. Obtenido de [http://postgrado.otalca.cl/html/convocatoria/magister/gestion\\_operaciones.html](http://postgrado.otalca.cl/html/convocatoria/magister/gestion_operaciones.html)
- Rankia. (11 de septiembre de 2019). *Rankia S.L.* Obtenido de <https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3324596-mejores-universidades-chile-para-2019>
- Rodriguez, L. E. (2012). *Teoría y técnica de la entrevista*. Tlalnepantla: Red Tercer Milenio.
- Silvestre, C. (2018). *Diseño de un Laboratorio de Mejora Continua y Simulación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca*. Curicó.
- T13. (2018). *Tele13*. Recuperado el Marzo de 2020, de <https://www.t13.cl/noticia/nacional/Admision-2020-Las-carreras-tecnicas-y-universitarias-con-mas-alumnos-en-Chile>
- Universidad de Chile. (11 de 09 de 2019). *Ingeniería industrial universidad de Chile*. Obtenido de <http://www.dii.uchile.cl/acerca-de/dii-en-cifras/>
- Universidad de Talca. (2019). *Universidad de Talca*. Obtenido de Universidad de Talca Chile: <https://www.otalca.cl>
- Vicerrectoría de Desarrollo Estudiantil. (15 de Enero de 2020). *VDE*. Obtenido de <http://vde.otalca.cl/html/bienestar/bienestar.html>
- Visauta, B. (1989). *Técnicas de investigación social*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias S. A., Barcelona.

# Anexos

## Anexo 1: Matrícula año 2018 por campus y carrera

Sede	Carrera	Vacantes			Matrícula Ingresos Especiales (*)						Total 1º año
		Vacantes	% uso de Vacantes	Mat. PSU	BEA	Tal.	Conv.	Vinc.	PACE	Ped.	
Talca	Agronomía	75	102,67%	77			1		5		83
	Ingeniería Comercial	145	98,62%	143	1			2	3		149
	Ingeniería En Informática Empresarial	50	108,00%	54							54
	Medicina	80	100,00%	80		3		4	1		88
	Obstetricia Y Puericultura	50	96,00%	48	2			1	1		52
	Tecnología Médica	65	93,85%	61				2	1		64
	Odontología	75	101,33%	76		1		2	1		80
	Kinesiología	60	91,67%	55		1			1		57
	Fonoaudiología	60	106,67%	64					1		65
	Enfermería	65	93,85%	61		1		1	1		64
	Nutrición Y Dietética	60	108,33%	65	1				1		67
	Ingeniería Civil En Bioinformática	20	145,00%	29							29
	Psicología	90	113,33%	102	1	1		1			105
	Derecho	135	108,89%	147				2	2		151
	Auditoría E Ingeniería En Control De Gestión-Talca	65	120,00%	78				1	4		83
	Arquitectura	70	102,86%	72				1	2		75
	Diseño	40	115,00%	46					1		47
	Ingeniería En Desarrollo De Videojuegos Y Realidad Virtual	50	88,00%	44							44
	Bioquímica	30	96,67%	29	1				1		31
	Licenciatura En Interpretación Y Formación Musical Especializada	25	108,00%	27		4					31
Administración Pública	30	93,33%	28							28	
Curicó	Ingeniería Civil Industrial	100	99,00%	99					3		102
	Ingeniería Civil En Computación	70	101,43%	71					1		72
	Ingeniería Civil En Obras Civiles	60	101,67%	61					3		64
	Ingeniería Civil Mecatrónica	60	105,00%	63	2	1					66
	Ingeniería Civil Mecánica	40	110,00%	44					1		45
	Ingeniería Civil De Minas	60	105,00%	63					3		66
Linares	Ingeniería Civil Eléctrica	50	106,00%	53							53
	Pedagogía En Educación Parvulario, Mención Inglés	30	63,33%	19					2	3	24
	Pedagogía En Educación General Básica, Mención Inglés	30	53,33%	16					2	3	21
	Pedagogía En Educación Media En Inglés	30	83,33%	25					1	3	29
	Contador Público Y Auditor - Linares	30	93,33%	28					1		29
	Pedagogía En Educación Media En Matemática Y Física	25	84,00%	21					2		23
Santiago	Pedagogía En Educación Media En Biología Y Química	25	32,00%	8							8
	Derecho	70	97,14%	68							68
	Administración Pública	30	90,00%	27							27
	Ingeniería Comercial	50	78,00%	39							39
	Pedagogía En Educación Parvulario Con Mención En Alemán	10	20,00%	2							2
	Pedagogía En Educación Media En Alemán	10	40,00%	4							4
<b>Total</b>	<b>2.135</b>	<b>98,41%</b>	<b>2.101</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	<b>9</b>	<b>2.193</b>	

Fuente: (Dirección de Planificación y Análisis Institucional, 2018)

## Anexo 2: Detalle de la inversión de la opción 1, parte 1

Instalación	Equipamiento	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Despacho	Total
Oficinas de docentes del Departamento	Silla invitado	32	\$ 18,620	\$ 595,840	15%	\$ 685,216
	Silla docente	16	\$ 51,313	\$ 821,008	13%	\$ 927,739
	Estante	32	\$ 63,920	\$ 2,045,440	10%	\$ 2,249,984
	Escritorio	16	\$ 88,000	\$ 1,408,000	0%	\$ 1,408,000
Oficinas de docentes part-time	Silla invitado	4	\$ 18,620	\$ 74,480	15%	\$ 85,652
	Silla docente	4	\$ 51,313	\$ 205,252	13%	\$ 231,935
	Escritorio	4	\$ 45,590	\$ 182,360	20%	\$ 218,832
Laboratorio de simulación	Escritorio estudiantes	10	\$ 79,200	\$ 792,000	10%	\$ 871,200
	Equipo computacional	20	\$ 1,450,020	\$ 29,000,400	0%	\$ 29,000,400
	Monitor	20	\$ 71,698	\$ 1,433,965	2%	\$ 1,462,644
	Escritorio docente	1	\$ 46,530	\$ 46,530	0%	\$ 46,530
	Pizarra	2	\$ 123,559	\$ 247,118	5%	\$ 259,474
	Videoprojector	1	\$ 128,440	\$ 128,440	3%	\$ 132,293
	Telón videoprojector	1	\$ 44,785	\$ 44,785	3%	\$ 46,129
Dirección y secretaría de escuela	Sofá espera	2	\$ 295,753	\$ 591,506	11%	\$ 656,572
	Mesa de centro	1	\$ 83,150	\$ 83,150	10%	\$ 91,465
	Escritorio	2	\$ 88,000	\$ 176,000	0%	\$ 176,000
	Estante	6	\$ 63,920	\$ 383,520	10%	\$ 421,872
	Silla invitado	4	\$ 18,620	\$ 74,480	15%	\$ 85,652
	Silla docente	2	\$ 51,313	\$ 102,626	13%	\$ 115,967
Sala de clases de postgrado	Silla universitaria	50	\$ 31,404	\$ 1,570,200	10%	\$ 1,727,220
	Escritorio docente	2	\$ 46,530	\$ 93,060	0%	\$ 93,060
	Silla docente	2	\$ 18,620	\$ 37,240	15%	\$ 42,826
	Videoprojector	2	\$ 128,440	\$ 256,880	3%	\$ 264,586
	Telón videoprojector	2	\$ 44,785	\$ 89,570	3%	\$ 92,257
	Pizarra	4	\$ 123,559	\$ 494,236	5%	\$ 518,948
Salas de reuniones	Silla escritorio	32	\$ 51,313	\$ 1,642,016	13%	\$ 1,855,478
	Mesa de reunión	3	\$ 356,400	\$ 1,069,200	10%	\$ 1,176,120
	Pizarra móvil	2	\$ 86,926	\$ 173,852	20%	\$ 208,622.40
	Videoprojector	2	\$ 128,440	\$ 256,880	3%	\$ 264,586.40
	Telón videoprojector	2	\$ 44,785	\$ 89,570	3%	\$ 92,257.10

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 3: Detalle de la inversión de la opción 1, parte 2

Instalación	Equipamiento	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Despacho	Total
Salas de estudio	Mesa de reunión	3	\$ 223,720	\$ 671,160	8%	\$ 724,852.80
	Pizarra móvil	3	\$ 86,926	\$ 260,778	20%	\$ 312,933.60
	Silla	24	\$ 18,620	\$ 446,880	15%	\$ 513,912.00
Sala de videoconferencias	Mesa de reunión	1	\$ 178,101	\$ 178,101	10%	\$ 195,911.10
	Televisor	1	\$ 276,315	\$ 276,315	1%	\$ 279,078
	Cámara web	1	\$ 181,675	\$ 181,675	3%	\$ 187,125
	Silla escritorio	8	\$ 51,313	\$ 410,504	13%	\$ 463,870
	Pizarra móvil	1	\$ 86,926	\$ 86,926	20%	\$ 104,311
Miniauditorio	Butacas	24	\$ 177,936	\$ 4,270,464	3%	\$ 4,398,577.92
	Equipo microfonos	1	\$ 417,050	\$ 417,050	6%	\$ 442,073.00
	Silla conferentes	3	\$ 51,313	\$ 153,939	13%	\$ 173,951.07
	Mesa conferentes	1	\$ 141,278	\$ 141,278	0%	\$ 141,278.00
	Testera	1	\$ 470,250	\$ 470,250	2%	\$ 479,655.00
	Videoprojector	1	\$ 128,440	\$ 128,440	3%	\$ 132,293.20
	Telón videoprojector	1	\$ 137,735	\$ 137,735	1%	\$ 139,112.35
	Mesa redonda	1	\$ 69,290	\$ 69,290	10%	\$ 76,219.00
	Sillas	4	\$ 18,620	\$ 74,480	15%	\$ 85,652.00
Baño docentes	Inodoro	2	\$ 496,000	\$ 992,000	0%	\$ 992,000.00
	Lavamanos	2	\$ 140,000	\$ 280,000	0%	\$ 280,000.00
Baño estudiantes	Inodoro	10	\$ 496,000	\$ 4,960,000	0%	\$ 4,960,000.00
	Lavamanos	8	\$ 140,000	\$ 1,120,000	0%	\$ 1,120,000.00
	Urinarios	4	\$ 200,000	\$ 800,000	0%	\$ 800,000.00
	Lavamanos minusválidos	1	\$ 130,000	\$ 130,000	0%	\$ 130,000.00
Cocina docentes	Microonda	1	\$ 80,500	\$ 80,500	0%	\$ 80,500.00
	Horno eléctrico	1	\$ 59,060	\$ 59,060	0%	\$ 59,060.00
	Sillas	8	\$ 13,203	\$ 105,624	8%	\$ 114,073.92
	Mesa	1	\$ 67,654	\$ 67,654	12%	\$ 75,772.48
	Estante	2	\$ 71,280	\$ 142,560	2%	\$ 145,411.20

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 4: Detalle de la inversión agregada de la opción 2

Instalación	Equipamiento	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Despacho	Total
Laboratorio de gestión de operaciones	Escritorio estudiantes	10	\$ 79,200	\$ 792,000	10%	\$ 871,200
	Equipo computacional	20	\$ 1,450,020	\$ 29,000,400	0%	\$ 29,000,400
	Monitor	20	\$ 71,698	\$ 1,433,965	2%	\$ 1,462,644
	Escritorio docente	1	\$ 46,530	\$ 46,530	0%	\$ 46,530
	Pizarra	2	\$ 123,559	\$ 247,118	5%	\$ 259,474
	Videoprojector	1	\$ 128,440	\$ 128,440	3%	\$ 132,293
	Telón videoprojector	1	\$ 44,785	\$ 44,785	3%	\$ 46,129
Sala tesista-memorista	Escritorio	10	\$ 79,200	\$ 792,000	10%	\$ 871,200
	Sillas	20	\$ 18,620	\$ 372,400	15%	\$ 428,260
Sala de visualización de contenido	Cámara de video	1	\$ 1,116,025	\$ 1,116,025.30	4%	\$ 1,160,666
	Cámara videoconferencia	1	\$ 785,850	\$ 785,850.00	2%	\$ 801,567
	Pizarra	2	\$ 123,559	\$ 247,118	5%	\$ 259,474
	Videoprojector	1	\$ 128,440	\$ 128,440	3%	\$ 132,293
	Telón videoprojector	1	\$ 44,785	\$ 44,785	3%	\$ 46,129
	Escritorio docente	1	\$ 46,530	\$ 46,530	0%	\$ 46,530
	Silla docente	1	\$ 18,620	\$ 18,620	15%	\$ 21,413
Recepción	Silla escritorio	1	\$ 51,313	\$ 51,313	13%	\$ 57,984
	Diario mural	2	\$ 46,745	\$ 93,490	0%	\$ 93,490
	Sofá espera	4	\$ 295,753	\$ 1,183,012	11%	\$ 1,313,143
	Estante	1	\$ 81,493	\$ 81,493	9%	\$ 88,827
	Escritorio recepción	1	\$ 250,000	\$ 250,000	15%	\$ 287,500
Laboratorio de simulación física	Escritorio	1	\$ 52,509	\$ 52,509	0%	\$ 52,509
	Estante bodega	4	\$ 154,688	\$ 618,752	0%	\$ 618,752
	Sillas universitarias	15	\$ 29,140	\$ 437,100	8%	\$ 472,068
	Pizarra móvil	1	\$ 91,080	\$ 91,080	10%	\$ 100,188
	Armario de control	1	\$ 3,947,171	\$ 3,947,171	0%	\$ 3,947,171
	Alimentador de lotes	1	\$ 24,086,790	\$ 24,086,790	0%	\$ 24,086,790
	Producción	3	\$ 31,744,440	\$ 95,233,320	0%	\$ 95,233,320
	Medición	1	\$ 23,112,180	\$ 23,112,180	0%	\$ 23,112,180
	Colocación de tapas	1	\$ 29,238,300	\$ 29,238,300	0%	\$ 29,238,300
	Almacenaje vertical	1	\$ 43,300,530	\$ 43,300,530	0%	\$ 43,300,530
	Paletizado y expediciones	1	\$ 23,529,870	\$ 23,529,870	0%	\$ 23,529,870
	Reciclaje	1	\$ 33,275,970	\$ 33,275,970	0%	\$ 33,275,970
	EDMES	1	\$ 8,625,299	\$ 8,625,299	0%	\$ 8,625,299
	Software programación PLC	1	\$ 1,030,651	\$ 1,030,651	0%	\$ 1,030,651
	Supervisor 3D	1	\$ 5,116,703	\$ 5,116,703	0%	\$ 5,116,703
Equipo computacional	1	\$ 1,450,020	\$ 1,450,020	0%	\$ 1,450,020	

Fuente: Elaboración propia