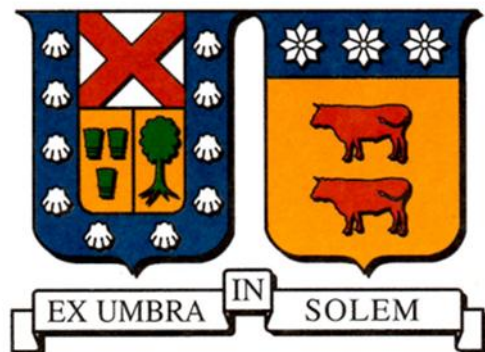




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN

“REY BALDUINO DE BELGICA”

"Propuesta de mejora para el mantenimiento preventivo de cubiertas del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas de la Universidad del Bío-Bío".

Pedro Pablo Valdebenito Veloso

2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCIÓN

“REY BALDUINO DE BELGICA “

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
CUBIERTAS DEL EDIFICIO C17 CENTRO DE IDIOMAS – DOCTORADO DE
MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO. “**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CONSTRUCTOR**

Alumno: Pedro Pablo Valdebenito Veloso.

Profesor Guía: Sergio Rodrigo Monroy Morales.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: "Propuesta de mejora para el mantenimiento preventivo de cubiertas del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas de la Universidad del Bío-Bío "

Nombre del candidato(a): PEDRO PABLO VALDEBENITO VELOSO.

Carrera / Grado: Ingeniería en Construcción, con Licenciatura en Ingeniería.

Campus: Concepción.

Departamento: Departamento de Construcción.

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, **Sergio Rodrigo Monroy Morales**, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Sergio Monroy  Firmado digitalmente

Morales

por Sergio Monroy
Morales

Fecha: 03 de marzo 2026 Firma: _____

Estudiante o Candidato(a):



Firmado digitalmente con
Firma Electrónica Avanzada por:
**PEDRO PABLO
VALDEBENITO VELOSO**
Fecha: 2026.03.03 20:45:17 -03:00

Fecha: 03 de marzo 2026 Firma: _____

INDICE

INDICE	4
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	8
<i>Resumen de datos generales de población e infraestructura.</i>	<i>9</i>
<i>Gráfico 1.1: Comparativo entre superficie total y superficie construida</i>	<i>10</i>
1.1 ANÁLISIS DE MAGNITUD Y PLANIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	10
1.2 EVIDENCIA DEL ESTADO DE LAS CUBIERTAS DE TECHUMBRES EN ALGUNOS EDIFICIOS:	
11	
2. CONTEXTO ACTUAL Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
<i>Registro de reportes históricos de filtraciones de aguas lluvias.</i>	<i>18</i>
<i>Gráfico 1.2: Reportes anuales de filtraciones de aguas lluvias</i>	<i>18</i>
<i>Registro histórico de filtraciones por edificios.....</i>	<i>19</i>
<i>Edificios con mayor cantidad de reportes acumulados</i>	<i>21</i>
<i>Gráfico 1.3: Edificios con mayor cantidad de reportes de filtraciones de aguas lluvias</i>	<i>21</i>
2.1 TIPO DE MANTENIMIENTO QUE REALIZA LA INSTITUCIÓN A SUS CUBIERTAS DE TECHUMBRES.....	22
2.2 EXTRACTOS DE BASES TECNICAS DEL CONTRATO DE “SERVICIO DE REPARACIÓN Y MANTENCIÓN DE TECHUMBRES Y HOJALATERÍAS”.....	22
<i>Extracto 1 de 6: Servicio de Reparación y Mantenición de Techumbres y Hojalaterías.</i>	<i>24</i>
<i>Extracto 2 de 6: Servicio de Reparación y Mantenición de Techumbres y Hojalaterías.</i>	<i>25</i>
<i>Extracto 3 de 6: Servicio de Reparación y Mantenición de Techumbres y Hojalaterías.</i>	<i>26</i>
<i>Extracto 4 de 6: Servicio de Reparación y Mantenición de Techumbres y Hojalaterías.</i>	<i>27</i>
<i>Extracto 5 de 6: Servicio de Reparación y Mantenición de Techumbres y Hojalaterías.</i>	<i>28</i>
<i>Extracto 6 de 6: Servicio de Reparación y Mantenición de Techumbres y Hojalaterías.</i>	<i>29</i>
2.3 COMO SE GENERAR LOS REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO DE LAS CUBIERTAS DE TECHUMBRES.	29
<i>Formato de orden de trabajo – OT empresas de servicios</i>	<i>30</i>
ORDEN DE TRABAJO EJECUTADA Y COMPLETADA.....	31
2.4 ¿POR QUÉ SE ELIGE EL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS, PARA ESTE PROYECTO DE TÍTULO?	32

<i>Por qué se define en este proyecto de título, la evaluación del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas.</i>	32
<i>Imagen 20: Filtraciones Oficinas Doctorado de Matemáticas</i>	33
<i>Imagen 21: Filtraciones Oficinas Doctorado de Matemáticas</i>	33
<i>Imagen 22: Filtraciones Oficinas Doctorado de Matemáticas</i>	34
<i>Imágenes 23 y 24: Filtraciones salas de estudio 1 y 2 Centro de Idiomas</i>	34
<i>Imagen 25: Filtraciones salas de reuniones Centro de Idiomas</i>	35
2.5 CONSIDERACIÓN DE CRITICIDAD	35
<i>Costos históricos de mantenimiento y reparaciones de cubiertas de techumbre</i>	37
<i>Gráfico 1.4: Costos anuales de mantenimiento de cubiertas de techumbre</i>	37
4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS	39
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	39
<i>OBJETIVOS ESPECIFICOS</i>	39
6. FASE 1: DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUBIERTA DE TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	41
6.1 INTRODUCCIÓN	42
6.2 IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO	43
6.3 PROTOCOLOS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA ACCEDER A CUBIERTAS DE TECHUMBRE	46
<i>Procedimiento de trabajo seguro para trabajos en altura física sobre cubiertas de techumbre.</i>	46
<i>6.3.1 Objetivo</i>	46
<i>6.3.2 Alcance</i>	46
<i>6.3.3 Referencias</i>	46
<i>6.3.4 Responsabilidades</i>	47
<i>6.3.5 Asesorías en prevención de riesgos</i>	48
<i>6.3.6 Trabajadores y visitas</i>	48
<i>6.3.7 Materiales y herramientas a utilizar</i>	49
<i>6.3.8 Elementos de protección personal</i>	49
<i>6.3.9 Peligros, riesgos y medidas preventivas</i>	50
<i>6.3.10 Procedimiento de trabajo</i>	50
<i>6.3.11 Matriz con identificación de posibles riesgos</i>	52

<i>Matriz de Riesgo e identificación de peligros y evaluación de riesgos inspección cubierta de techumbre</i>	
<i>C17 Centro de Idiomas - Doctorado de Matemáticas de la Universidad del Bío Bío, campus Concepción</i>	53
6.4 INSPECCIÓN VISUAL DIRECTA DESDE LA CUBIERTA	54
6.5 INSPECCIÓN VISUAL DIRECTA DESDE EL INTERIOR DEL EDIFICIO	59
6.7 ANÁLISIS DE LAS SECCIONES DE CANALES DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS	61
<i>Verificación de sistema de evacuación de aguas lluvias de los techos 1, 2 y 3</i>	61
<i>Resumen, verificación de las secciones de canal</i>	64
<i>Ábaco para evaluar o definir secciones de canales de aguas y cantidad de bajadas de aguas lluvias</i>	64
6.8 FACTORES Y CAUSAS IDENTIFICADAS	65
6.8.1 MÉTODO ISHIKAWA	65
<i>Diagrama de Ishikawa: Causas de daños y suspensión de actividades académicas y administrativas en el edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas</i>	65
<i>Resumen de Hallazgos Clave</i>	67
<i>Figura 15: Diagrama de ISHIKAWA</i>	68
6.8.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LOS 5 PORQUÉS	69
<i>Diagrama Método 5 ¿Por qué?</i>	71
6.9 CONCLUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUBIERTA DE TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	72
7. FASE 2: DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CUBIERTA DE TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO.	73
7.1 INTRODUCCIÓN	74
7.2 NORMATIVA APLICABLE	75
<i>¿Qué es una cubierta de techumbre?</i>	75
<i>¿Cómo se regula el mantenimiento de cubiertas en Chile?</i>	76
<i>Tabla de elementos de cubierta de techumbre y procedimiento de revisión e inspección</i>	81
7.4 DISEÑO DE FICHAS DE INSPECCIÓN Y REGISTRO DE LA CUBIERTA DE TECHUMBRE	82
<i>Ítems principales de la ficha de inspección</i>	82

7.5 DEFINICIÓN DE CRONOGRAMA PARA REVISIONES Y MANTENIMIENTO PROGRAMADOS DE LA CUBIERTA DE TECHUMBRE	85
<i>Comportamiento del clima en la zona.....</i>	<i>86</i>
<i>Gráfico 1.5: Registro anual e histórico de precipitaciones de la ciudad de Concepción.....</i>	<i>87</i>
<i>Cronograma de reparaciones y mantenimiento de cubierta de techumbre</i>	<i>88</i>
7.6 CONCLUSIÓN DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CUBIERTA DE TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	89
8.1 INTRODUCCIÓN.....	91
8.2 ANALISIS DEL ESCENARIO ACTUAL	92
8.3 COSTOS DEL MODELO PROPUESTO	93
8.3.1 COSTO DE INVERSIÓN INICIAL O ESTIMADO CADA 10 AÑOS.....	93
8.3.2 COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL PROYECTADO	94
8.3.3 ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL COSTO DE LA PROPUESTA.....	95
<i>Escenario propuesto</i>	<i>96</i>
<i>Costo total anual del modelo preventivo</i>	<i>96</i>
8.4 ANALISIS COMPARATIVO DIRECTO ENTRE EL MODELO ACTUAL Y LA PROPUESTA.....	97
8.4.1 DIFERENCIA ECONÓMICA ENTRE EL MODELO ACTUAL Y LA PROPUESTA.....	97
8.4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO.....	98
8.5 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	98
9. CONCLUSION GENERAL.....	99
10. BIBLIOGRAFIA.....	100
11. LINKOGRAFÍA.....	101
12. ANEXOS	102
ANEXO 1.1 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE CUBIERTA DE TECHUMBRE Y SU PROCEDIMIENTO DE REVISION E INSPECCIÓN.....	103
ANEXO 1.2 INTEGRIDAD DE JUNTAS Y SELLOS.....	104
ANEXO 2.2 TABLA DE OBSERVACIONES	106

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El siguiente trabajo de título deja en evidencia la problemática de la Universidad del Bío Bío campus Concepción con su infraestructura de cubiertas de techumbres.



Imagen 1: Universidad del Bio Bío Campus Concepción

Fuente: Biblioteca y Proyecto Parque Urbano

La Universidad del Bío-Bío, universidad estatal, pública y birregional, con presencia en la región del Ñuble y la región del Bío Bío. Donde en su casa central ubicada en la Avenida Ignacio Collao N°1202, cuenta con una superficie de 245.962,0 m² y con una superficie construida total de 58.578,8 m² distribuidos en 57 edificaciones las cuales albergan a un total de 7.350 estudiantes entre pregrado y postgrados y un total de 773 funcionarios divididos entre docentes y administrativos. Además de estar abierta a la comunidad en su carácter de pública, otorgando espacios de vinculación con el medio, con la población, la ciudad, destacando iniciativas como

"Universidad Abierta-Vive UBB", que ofrece recorridos, talleres y ferias de orientación a futuros estudiantes. Promueve la ciencia abierta, la inclusión, el desarrollo regional y la gratuidad.

Resumen de datos generales de población e infraestructura.



Imagen 2: Indicadores de población e infraestructura.

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por la Dirección de Análisis Institucional.

En la imagen anterior podemos apreciar la superficie total del terreno del campus Concepción de la Universidad del Bío Bío, la cantidad de edificios identificados como 57 unidades independientes, la cantidad de metros cuadrados construidos totales que deben concentrar la población total de la universidad.

Además, esta información es relevante y nos permite comprender un poco más la forma y distribución de los edificios en el campus.

Solo un 23,8 % del terreno está construido. Esto refleja un buen equilibrio entre infraestructura y áreas verdes, clave en sustentabilidad y drenaje pluvial.

Distribución de Superficie del Terreno

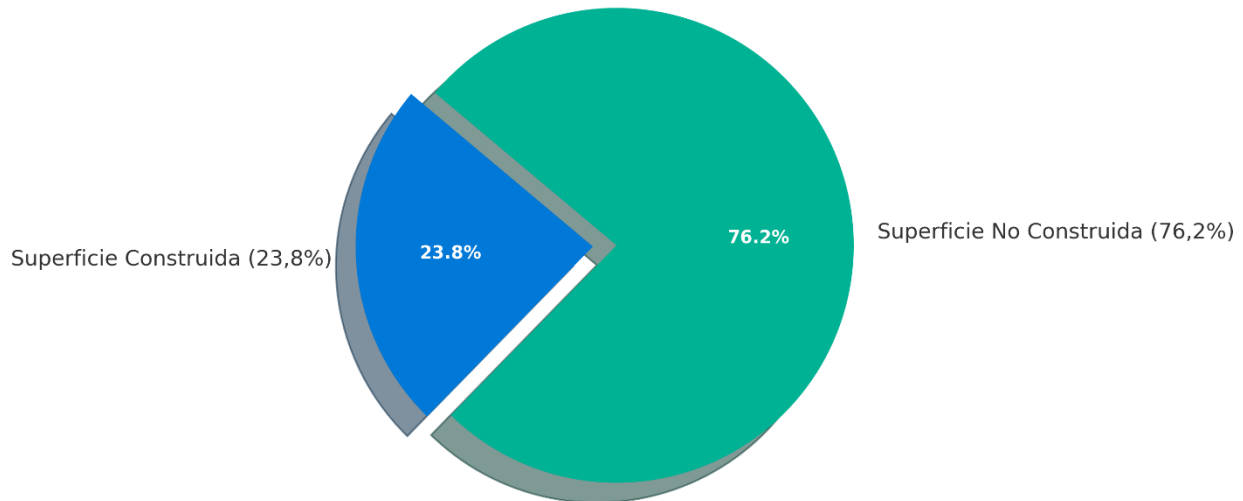


Gráfico 1.1: Comparativo entre superficie total y superficie construida

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por la Dirección de Análisis Institucional.

1.1 Análisis de magnitud y planificación de la infraestructura

Con este análisis del tamaño de la infraestructura y la planificación del uso de espacio de la Universidad, con 57 edificaciones en 58.578,8 m², se puede deducir una gran dispersión estructural, lo que impacta directamente en:

- a) Mantenimiento de cubiertas: mayor número de techos independientes.
- b) Costos energéticos de calefacción y de impermeabilización.
- c) Se sugiere en estos casos una planificación preventiva: se debe priorizar la gestión digital de cubiertas mediante herramientas de modelación y monitoreo, tipo GIS o BIM, que

permita planificar, predecir escenarios y tomar decisiones acertadas, con información actualizada de cada edificación.

Las cubiertas de techumbres de dicha institución a pesar de los esfuerzos y recursos asignados para su mantenimiento no han sido efectivos o han dejado demostrado que el tipo de procedimiento utilizado en la actualidad no ayuda o no logra el objetivo de mantener las cubiertas de techumbres impermeables, que eviten el ingreso de aguas lluvias hacia los recintos habitables en periodos de precipitaciones.

1.2 Evidencia del estado de las cubiertas de techumbres en algunos edificios:

En las siguientes imágenes podremos evidenciar las condiciones actuales de algunas de las cubiertas de techumbres de la Universidad del Bío Bío y de algunas de las consecuencias evidentes producto de las filtraciones de aguas lluvias hacia recintos interiores.

El ingreso de aguas lluvias a los espacios habitables de las edificaciones genera daños, impacto visual y estético, falta de garantías de seguridad y la imposibilidad de usar los espacios de forma normal.



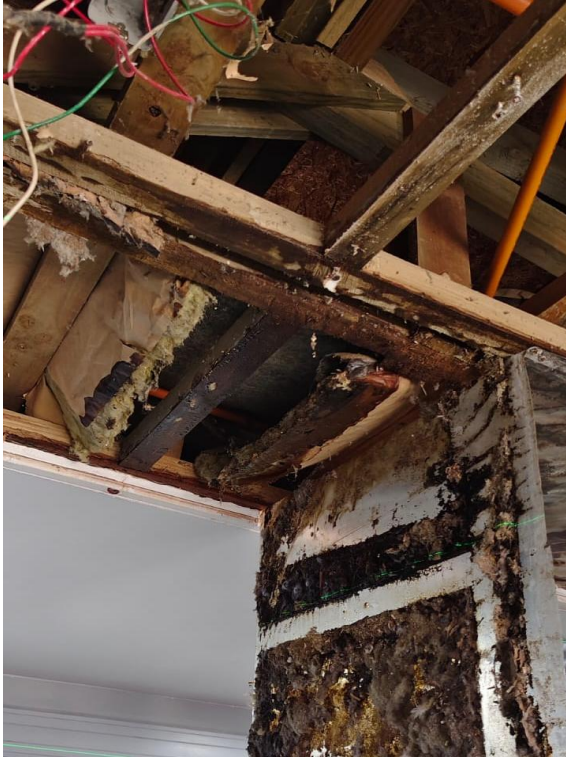
Imagen 1: Casino universitario



Imagen 2: Casino universitario



Imágenes 3 y 4: Facultad de Arquitectura y Departamento de Pregrado



Imágenes 5 y 6: Centro de Idiomas y Doctorado de Matemáticas



Imagen 7: Doctorado de Matemáticas



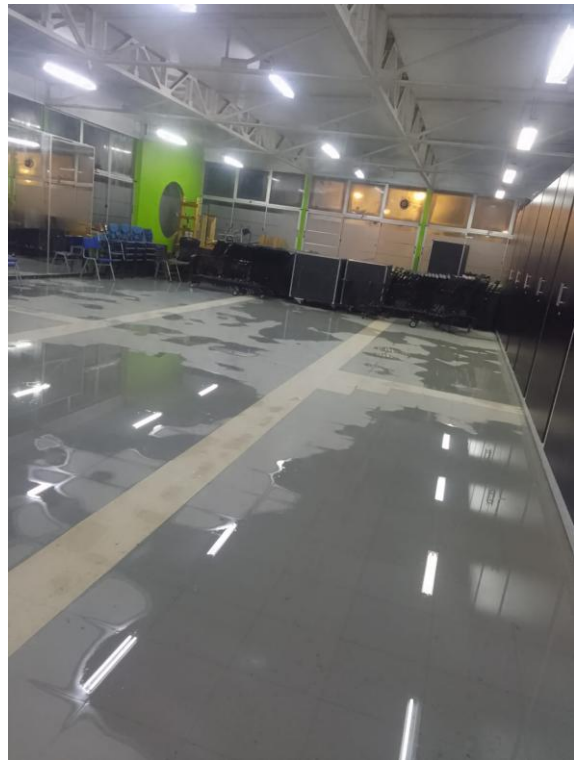
Imágenes 8 y 9: Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental-DICA



Imágenes 10 y 11: Edificio Gantes y Sala de Estudio Trabajo Social

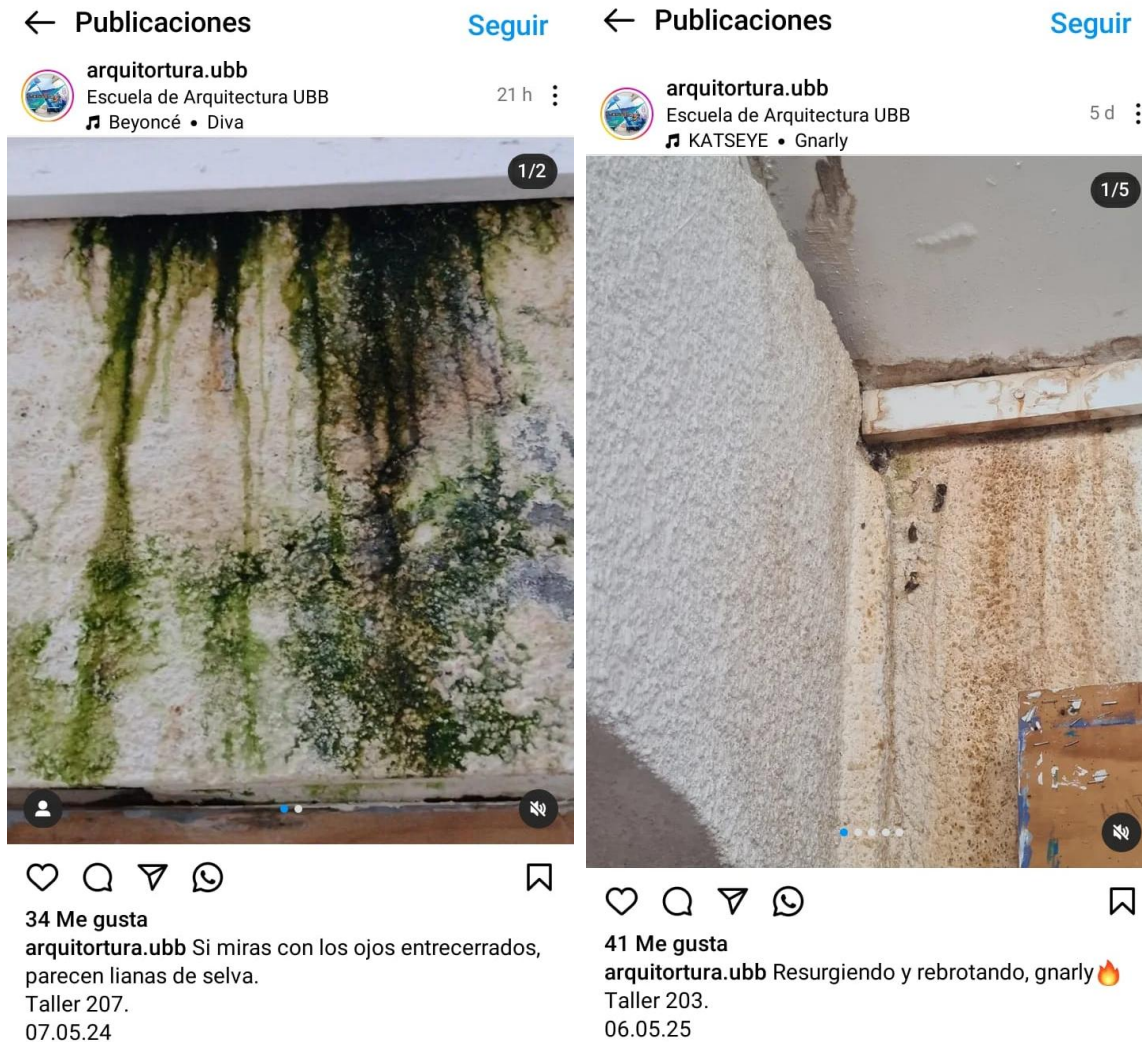


Imagen 12: Facultad de Ciencias



Imágenes 13 y 14: Espacio 1202, artes plásticas y sala de teatro

Lo cual justificadamente siempre es motivo de descontento por parte de la comunidad universitaria y utilizando nuevas formas de informar o masificar el malestar y haciendo publica las fallas o las condiciones deficientes de su entorno a través de las redes sociales.



Imágenes 15 y 16: Talleres Escuela de Arquitectura

Es en tal caso, que se realizó una evaluación técnica de las actuales condiciones y una propuesta técnica y financiera, en específico para el edificio denominado **C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemática**, con la finalidad de que este trabajo de título sea un aporte a la institución,

buscando reducir o eliminar la permeabilidad de la cubierta de techumbre de este edificio y que todos los elementos que componen el sistema de evacuación de aguas lluvias cumplan su objetivo.

2. CONTEXTO ACTUAL Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad cuenta con más de 39.000 m² de cubiertas de techumbres. Una superficie considerable que no es 100% impermeable, ya que registra una alta cantidad de eventos de permeabilidad de aguas lluvias hacia recintos habitables.



Imagen 17: Fotografía aérea del campus Concepción

Fuente: Elaboración propia, realizada con dron DJI mini2

La Universidad desde el año 2018 registra un total de 977 reportes de filtraciones. Las cuales a partir del año 2022 presentan una tendencia al alza, lo cual se puede deber a la baja cantidad de reportes registrados durante los años 2020 y 2021 periodo de pandemia en que las instalaciones

prácticamente se encontraron deshabitadas, se realizaban clases telemáticas y las actividades administrativas se limitaron al mínimo. De igual forma cualquier actividad de mantenimiento aseo o reparaciones fueron suspendidas durante el periodo de confinamiento, lo que pudo generar un avanzado deterioro de las cubiertas de techumbre.

Registro de reportes históricos de filtraciones de aguas lluvias.

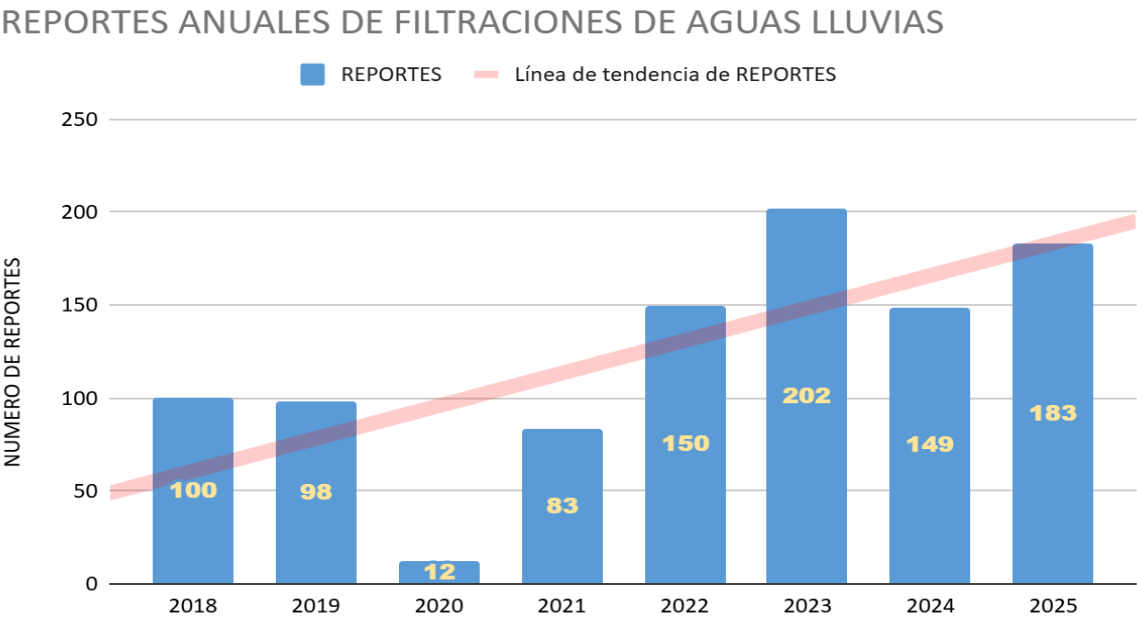


Gráfico 1.2: Reportes anuales de filtraciones de aguas lluvias

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por la Dirección de Análisis Institucional.

En el grafico anterior podemos ver la tendencia clara hacia el alza, en los reportes de filtraciones de aguas lluvias.

Además de las variaciones ocurridas en periodo de pandemia y confinamiento sanitario.

El presente trabajo de título abordar esta problemática de las filtraciones reiteradas y en aumento, con la necesidad de evaluar las posibles alternativas o mejoras que se puedan implementar para eliminar o reducir de forma importante las filtraciones de aguas lluvias hacia los recintos interiores y habitables.

Registro histórico de filtraciones por edificios

Código	EDIFICIO	REPORTES TOTALES	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
C1	AFUNABB	2	0	0	0	0	1	1	0	0
C2	Aulas AB	6	1	1	0	0	2	1	1	0
C3	Aulas AC	23	0	3	0	1	3	7	3	6
C4	Aulas AA	4	1	0	0	2	0	0	0	1
C5	Baños Paraninfo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C6	Trabajo Social-Aula Magna-Salas Estudio	50	5	7	2	4	8	6	10	8
C7	Servicio Bienestar Estudiantil DDE	12	1	1	0	2	3	2	1	2
C8	Cámara Ensaye MPHT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C9	Casa Ferrocemento	1	0	0	0	0	0	1	0	0
C10	Espacio 1202	29	4	2	0	2	2	5	6	8
C11	Darca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C12	Depto. Arte Cultura y Comunicación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C13	Depto. Ingeniería en Maderas	36	3	8	0	2	5	7	8	3
C14	Depto. Ingeniería Industrial	39	5	3	1	3	7	6	5	9
C15	Laboratorios Ingeniería Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C16	Oficinas Ingeniería Mecánica	27	4	1	0	4	5	6	4	3
C17	Centro de Idioma-Doctorado de Matemática	35	2	2	0	5	5	9	6	6
C18	Escuela de Arquitectura	34	1	3	1	5	8	2	7	7
C19	Escuela Ingeniería en Construcción.	34	7	6	0	1	5	4	4	7
C20	Escuela Diseño Industrial	20	3	3	1	2	3	5	1	2
C21	Estudios Generales	13	1	1	1	1	3	2	3	1
C22	Fac. de Arquitectura, Construcción y Diseño	20	1	1	0	1	1	5	5	6
C23	Facultad Ciencias Empresariales	48	4	6	1	4	9	9	7	8
C24	Biblioteca	59	11	2	1	6	9	8	10	12
C25	Feubb	6	2	0	0	1	0	0	2	1
C26	Laboratorio Física de la Construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C27	Edificio Gantes	51	5	5	0	5	10	8	7	11
C28	Gimnasio y Camarines	36	3	4	1	3	11	6	7	1
C29	Anexo gimnasio Multitaller	11	1	0	0	3	2	1	3	1
C30	Laboratorio Ciencias de la Construcción	20	1	1	0	1	1	5	5	6
C31	Laboratorio CIM	34	6	2	1	0	5	6	6	8
C32	Laboratorio FACE DEMOLIDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C33	Mantenimiento-Bodega central	6	0	0	0	0	1	2	2	1
C34	Casino UBB	44	2	1	0	3	8	7	13	10
C35	Movilización	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C36	Oficina Informaciones y Vigilancia	2	0	0	0	0	0	0	1	1
C37	Paraninfo	7	3	0	0	0	0	2	1	1
C38	Políticas Públicas-Capacitación	27	7	3	1	5	1	2	3	5
C39	PTM-CATEM-FONDEF-SECADO	30	1	1	2	2	4	6	8	6

C40	Rectoría, Administración, Fac. Ciencias.	60	11	2	2	6	9	8	10	12
C41	Sala Estudio AOX	14	1	0	0	3	3	4	2	1
C42	PepLab	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C43	Actividades Extraprogramáticas	5	0	0	0	0	3	1	1	0
C44	Taller Ingeniería Civil	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C45	CITEC	33	6	2	0	5	4	10	4	2
C46	Desarrollo Metodológico ADPT	11	2	1	0	0	0	4	3	1
C47	Laboratorio Ingeniería Mecánica	20	2	0	0	0	4	6	4	4
C48	CEUR-CETI Territorial	7	0	0	0	0	2	1	3	1
C49	CIPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C50	Edificio Pregrado.	16	0	0	0	5	2	0	4	5
C51	Depto. Ingeniería Civil y Ambiental.	22	4	3	0	2	1	2	4	6
C52	Laboratorio Procesos Sustentables	9	0	1	0	2	2	2	1	1
C53	Laboratorio Tecnologías Emergentes.	3	0	0	0	0	0	2	0	1
C54	Jardín JUNJI.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C55	Aulas Generales.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C56	INNOVACIÓN	10	1	0	0	0	2	3	3	1
C57	Pabellón UBB	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		977								

Tabla 1: Registro histórico de filtraciones por edificio.

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por la Sección de Mantenición y Servicios de la Universidad del Bio Bío.

En la tabla anterior podemos apreciar el catastro por edificio, la cantidad de evento o filtraciones registradas durante los últimos 8 años.

Se recabo información a contar del año 2018, dado que el periodo de pandemia y emergencia sanitaria provocaron algunas variaciones en estos registros, teniendo en cuenta la falta de reportes u evidencia de filtraciones en los recintos al no contar con personal, ni administrativos, docentes, alumnos, ni empresas externas, reduciendo el personal al mínimo y solo el indispensable.

Edificios con mayor cantidad de reportes acumulados

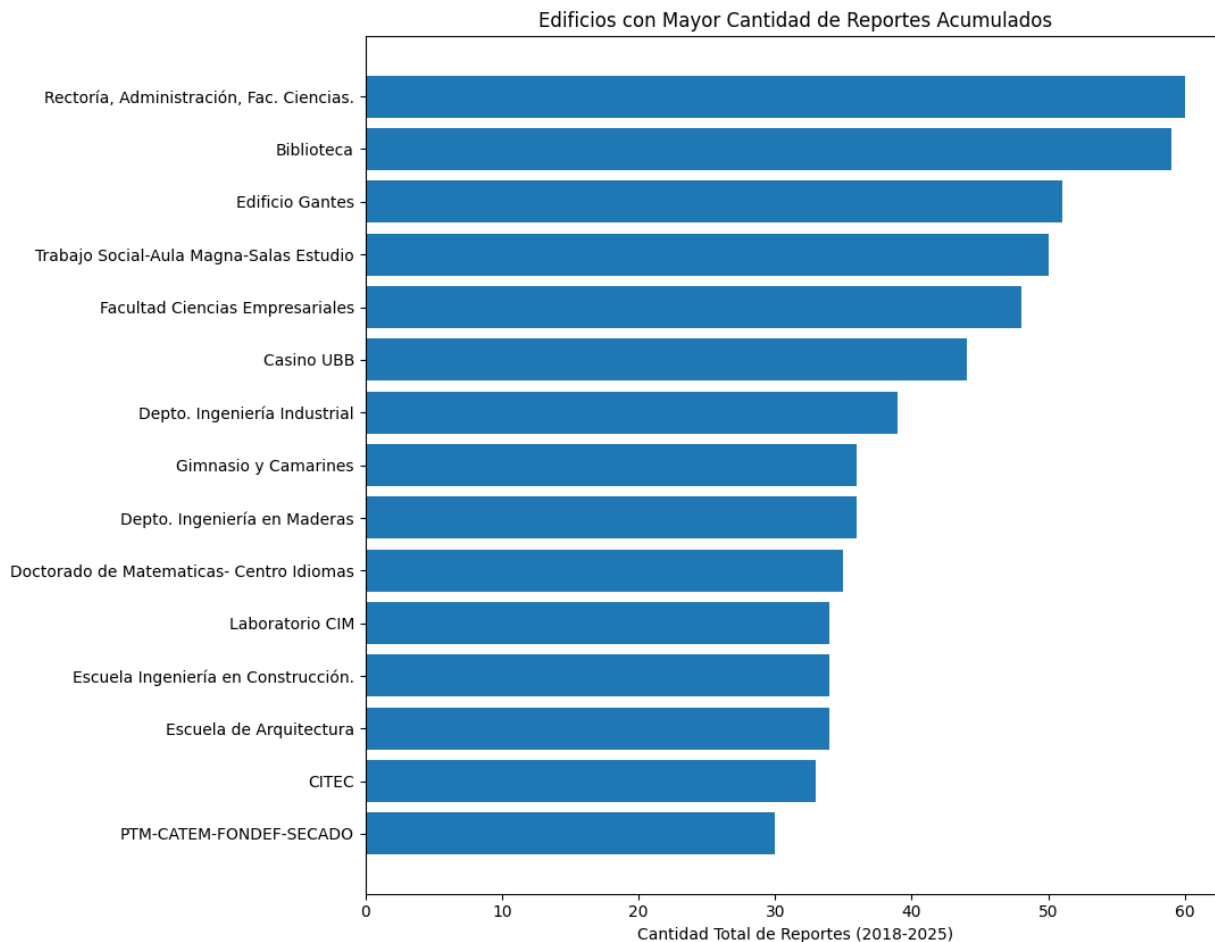


Gráfico 1.3: Edificios con mayor cantidad de reportes de filtraciones de aguas lluvias

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por la Sección de Mantenición y Servicios de la Universidad del Bio Bío.

En el grafico anterior podemos ver los 15 edificios más afectados por las filtraciones de aguas lluvias durante los últimos 8 años. Es importante mencionar que este registro no hace diferencia en la ubicación de la filtración, ya que siempre es más importante una filtración registrada en una sala de clases, un laboratorio, una clínica, que la registrada en un alero, un muro de ventana, un pasillo, pero para tales efectos de la información se le dará la misma importancia.

2.1 TIPO DE MANTENIMIENTO QUE REALIZA LA INSTITUCIÓN A SUS CUBIERTAS DE TECHUMBRES

La Universidad del Bío Bío a través de su **Sección de Mantenimiento y Servicios** desde el año 2012 a la fecha, ha contado con el contrato “**Servicio de Reparación y Mantención de Techumbres y Hojalaterías**”, el cual se licita públicamente cada 24 meses y su contratación obedece a la Ley de Compras Públicas de Chile, principalmente la Ley N° 19.886 modernizada por la Ley N° 21.634 (2023), por la cual se debe regir toda institución pública.

Con este servicio se abordan todos los requerimientos y trabajos de reparación de fallas, urgencias y mantenimiento relacionados con las cubiertas de techumbre de la universidad que incluye ítems como la reposición de canaletas de aguas lluvias, limahoyas, caballetes, limatesas, bajadas, planchas de acero, hojalaterías plegadas, paneles, reemplazo de fijaciones y sellos de poliuretano, entre otros relacionados con el servicio y trabajos sobre cubiertas de techumbres.

Con este servicio se abordan todos los requerimientos y reportes que puedan surgir de fallas en las cubiertas de techumbres, detectando puntos de filtración e ingreso de aguas lluvias hacia recintos y gestionando su pronta reparación.

2.2 EXTRACTOS DE BASES TECNICAS DEL CONTRATO DE “SERVICIO DE REPARACIÓN Y MANTENCIÓN DE TECHUMBRES Y HOJALATERÍAS”.

Corresponde a un contrato adscrito según licitación pública realizada en a través del portal [Www.mercadopublico.cl](http://www.mercadopublico.cl), según ID: 2704-96-LR24 y contrato vigente según Decreto N°3107 desde el 25 de abril 2025 y hasta el 24 de abril del 2027.

En los extractos que serán expuestos, se describe solo la parte técnica, todos los alcances y trabajos de reparaciones y mantenciones que se pueden desarrollar sobre las cubiertas de techumbres de la universidad, no haciendo diferencia, ni teniendo identificado caso a caso los

edificios más afectados, sino más bien se tiene un listado de posibles partidas referente a trabajos del área, esto deja muy a criterio los parámetros de reparaciones o en la capacidad del mandante en priorizar los puntos a intervenir. Con la única finalidad de abordar los puntos críticos y eliminar las filtraciones de aguas lluvias realizando trabajos puntuales sobre las zonas afectadas.

Este mecanismo y procedimiento para abordar las materias de mantenimiento y reparaciones de techumbres data del año 2012 y al cual se le han ido incorporando mejoras o ha sido adaptado para ir cubriendo las necesidades de la universidad, siempre teniendo como objetivo identificar zonas de filtraciones y abordar de forma muy puntual la problemática.

Es importante y cabe recalcar, que los siguientes documentos tienen la calidad de públicos y se pueden encontrar en el portal de compras públicas, además de todos los contratos anteriores y sus respectivas órdenes de compra con los trabajos que se han realizado a lo largo del tiempo en esta materia.

La información relevante fue facilitada u autorizado su uso por parte del Coordinador de la Sección de mantención y Servicios, para el uso de toda la información con uso académico, el uso de imágenes del campus, de los recintos y de la infraestructura de la Institución.

Extracto 1 de 6: Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías.



Bases técnicas

Servicio de reparación y mantenimiento de techumbres y hojalatería para la Universidad del Bío-Bío sede Concepción y cuyo tenor es el siguiente:

1. Los trabajos a ejecutar, incluye desmontar y montar accesorios menores o equipos fuera de servicios existentes en techo a intervenir, no obstante, equipos existentes de especialización, como de aire acondicionado, será coordinado y retirado por empresas especialistas del área.
Este contrato incluye solo, reparaciones parciales de cubiertas, es decir reemplazos de techos, no obstante, eventualmente se considerará y de acuerdo a las necesidades del servicio, superficies mayores a mejorar.
Todos los servicios de visitas a terreno, evaluaciones, coordinar, verificar procedencia de filtraciones serán con cargo al contratista.
2. La descripción del servicio está dada por los siguientes ítems:

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	
1. ÍTEM: Reposición de Canaletas	
1.1.	Reposición de Canaletas, desarrollo máximo de 50 cm. 0.4 mm, con levantado de la cubierta en una o dos costaneras. Incluye traslapes 5 cm, sellos, fijaciones y pintura si estas son a la vista.
1.2.	Reposición de Canaletas, desarrollo entre 51 a 100 cm. 0.4 mm, con levantado de la cubierta en una o dos costaneras. Incluye traslapes 5 cm, sellos, fijaciones y pintura si estas son a la vista.
1.3.	Reposición de Canaletas, desarrollo máximo de 50 cm. 0.4 mm, con levantado de antetecho y de la cubierta en una o dos costaneras. Incluye traslapes 5 cm, sellos, fijaciones y pintura si estas son a la vista.
1.4.	Reposición de Canaletas, desarrollo entre 51 a 100 cm. 0.4 mm, con levantado de antetecho y de la cubierta en una o dos costaneras. Incluye traslapes 5 cm, sellos, fijaciones y pintura si estas son a la vista.
1.5.	Reposición de Canaletas, desarrollo máximo de 50 cm. 0.4 mm, con levantado de antetecho y de la cubierta completa de la vertiente. Incluye traslapes 5 cm, sellos, fijaciones y pintura si estas son a la vista.
1.6.	Reposición de Canaletas, desarrollo entre 51 a 100 cm. 0.4 mm, con levantado de antetecho y de la cubierta completa de la vertiente. Incluye traslapes 5 cm, sellos, fijaciones y pintura si estas son a la vista.
2. ÍTEM: Reposición de Limahoyas y Canaletas Homologables:	
2.1.	Reposición de Limahoyas y Canaletas homologables, desarrollo de 50 cm. 0.4 mm, con levantado de las cubiertas en una o dos costaneras. Incluye traslapes 5 cm, sellos y fijaciones.
2.2.	Reposición de Limahoyas y Canaletas homologables, desarrollo entre 51 y 100 cm. 0.4 mm, con levantado de las cubiertas en una o dos costaneras. Incluye traslapes 5 cm, sellos y fijaciones.

¹
DECRETO APRUEBA BASES ADMINISTRATIVAS DENOMINADA: "SERVICIO DE REPARACIÓN Y MANTENCIÓN DE TECHUMBRES Y HOJALATERÍA PARA LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, SEDE CONCEPCIÓN".
Avda. Collao N° 1202 - Casilla 5-C Fonos: (56 - 41) 3111200 Fono/Fax: (56 - 41) 3111237 - Región del Biobío - Chile
Sede Chillán
Avda. Andrés Bello s/n Casilla 447 - Fono/Fax: (56 - 42) 463000 - Fax: 253144 - Región del Biobío - Chile
E-mail: ubb@ubiobio.cl www.ubiobio.cl

Extracto 2 de 6: Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías.



2.3.	Reposición de Limahoyas y Canaletas homologables, desarrollo máximo de 50 cm. 0.4 mm, con levantado completo de las cubiertas en las vertientes respectivas. Incluye traslapes 5 cm, sellos y fijaciones.
2.4.	Reposición de Limahoyas y Canaletas homologables, desarrollo entre 51 y 100 cm. 0.4 mm, con levantado completo de las cubiertas en las vertientes respectivas. Incluye traslapes 5 cm, sellos y fijaciones.
3.	ÍTEM: Reposición de Caballetes y Limatesas
3.1.	Reposición de Caballetes, Limatesas y Homologables, desarrollo máximo de 50 cm. 0.5 mm. Incluye traslapes 5 cm, sellos, fijaciones y pintura si estas son a la vista.
3.2.	Confección e instalación de gorros comet o chino y eólicos.
4.	ÍTEM: Reposición de Bajadas
4.1.	Reposición de Bajadas Zincalum, desarrollo máximo de 50 cm. 0.4 mm, incluye abrazaderas, fijaciones y pintura.
4.2.	Reposición de Bajadas en PVC, de 110 mm de diámetro. Incluye abrazaderas, fijaciones y pintura.
5.	ÍTEM: Reposición de Planchas y Paneles
5.1.	Reposición o instalación de Planchas de Fibrocemento Perfil 5, de alta resistencia de hasta 8 mm espesor. Incluye fijaciones, retiro de lo existente, preparación de enmaderados y 3 aplicaciones de pintura.
5.2.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, de 0,5 mm de espesor, modelo A2. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.3.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, de 0,5 mm de espesor, modelo 5V. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.4.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, de 0,5 mm de espesor, modelo onda estándar. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.5.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum modelo PV4, de 0,5 mm de espesor. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.6.	Reposición de Paneles de Policarbonatos alveolar transparente o traslucido hasta 8 mm. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.7.	Reposición de Paneles de Policarbonatos opal o traslucido desde 8 mm hasta 18 mm. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.8.	Instalación de Paneles de policarbonato PV4 opal o transparente. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.9.	Forros lisos zincalum de 0,5 mm. Hasta con 3 plegados
5.10.	Reposición de membranas hidrófugas, contempla la colocación de papel fieltro de 15 lb, tyvek o RhinoRoof®U20 o técnicamente equivalente.

2

DECRETO APRUEBA BASES ADMINISTRATIVAS DENOMINADA: "SERVICIO DE REPARACIÓN Y MANTENCIÓN DE TECHUMBRES Y HOJALATERÍA PARA LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, SEDE CONCEPCIÓN".

Avda. Collao N° 1202 - Casilla 5-C Fono: (56 - 41) 3111200 Fono/Fax: (56 - 41) 3111237 - Región del Bío-bío - Chile

Sede Chillán

Avda. Andrés Bello s/n Casilla 447 - Fono/Fax: (56 - 42) 463000 - Fax: 253144 - Región del Bío-bío - Chile

E-mail: ubb@ubiobio.cl www.ubiobio.cl

Extracto 3 de 6: Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías.



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

5.11.	Reposición de costaneras de madera de 2"4" seca al 18% incluye fijaciones y entramado en estado de hasta 2"4".
5.12.	Reposición de tablero OSB 9,1 mm hasta 11,1 mm incluye fijaciones.
5.13.	Instalación de plancha acanalada onda estándar zincalum pre-pintada de Instapanel o equivalente técnico. Incluye traslapes 20 cm, sellos y fijaciones.
5.14.	Provisión e instalación de planchas de cielo americano de 61"122 de espesor 16 mm.
6.	ÍTEM: Reposición de Sellos y Tornillos
6.1.	Reposición de sellos sikaflex 11fc o técnicamente equivalente en tornillos, golillas y encuentros. Para la medición de esta partida se contempla por unidad efectivamente aplicada en terreno de sellador poliuretano con pistola calafateadora de 600 ml.
6.2.	Espuma de poliuretano expansiva Agorex o técnicamente equivalente. Para la medición de esta partida se contempla por unidad efectivamente aplicada en terreno de poliuretano expansivo de 750 ml.
6.3.	Reemplazo de tornillos hexagonal auto perforante con golilla medidas ¼", 1", 2", 3" zincados de 12 mm.
6.4.	Tornillo cabeza lenteja auto perforante medidas: ½", ¾" zincado de 7,1 mm.
6.5.	Sellante tapagoteras asfáltico para pistola calafatera Dynao o técnicamente equivalente aplicable bajo humedad. Para la medición de esta partida se contempla por unidad efectivamente aplicada en terreno de tapagotera asfáltico con pistola calafateadora de 300 ml.
6.6.	Limpieza de techos, Limahoyas y Canaletas homologables de hasta 100 cm de desarrollo. Considera el retiro de sólidos, retiro de aves, nidos, y su disposición final en contenedores de basura.
6.7.	Instalación de cuerda de vida con cable filler ½" de acero inoxidable y sus componentes cada 10 metros máximo, abrazaderas, cáncamos anclados a edificaciones, grilletes, etc. Y las respectivas pruebas de peso.
6.8.	Pinturas para techumbres y canaletas, tipo Acrizinc o técnicamente equivalente, aplicación según recomendaciones del fabricante.
6.9.	Reemplazo de membranas asfáltica gravillada negra, incluye retiro de material existente, limpieza de la superficie y la instalación de membrea según indicaciones de fabricante.

- El Tiempo de Respuesta (TR) del servicio será el que señale el proveedor en el formulario B, el que deberá expresarse en horas; y se entiende como el lapso de tiempo transcurrido desde que la Universidad realiza la solicitud del servicio de reparación y mantenimiento mediante correo electrónico o llamado telefónico al contratista, hasta que este se presenta en el lugar para llevar a cabo la reparación y mantenimiento solicitadas.
- Garantías de efectividad de trabajos ejecutados: El contratista se hace responsable de la verificación de los trabajos ejecutados especialmente con lluvias intensas, en el caso de reincidir en el mismo lugar la filtración, la reparación de esta va con cargo al contratista.
- Consideraciones del presupuesto:

3

DECRETO APRUEBA BASES ADMINISTRATIVAS DENOMINADA: "SERVICIO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TECHUMBRES Y HOJALATERÍA PARA LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, SEDE CONCEPCIÓN".

Avda. Collao N° 1202 - Casilla 5-C Fono: (56 - 41) 3111200 Fono/Fax: (56 - 41) 3111237 - Región del Bío-Bío - Chile

Sede Chillán

Avda. Andrés Bello s/n Casilla 447 - Fono/Fax: (56 - 42) 463000 - Fax: 253144 - Región del Bío-Bío - Chile

E-mail: ubb@ubiobio.cl www.ubiobio.cl

Extracto 4 de 6: Servicio de Reparación y Mantenición de Techumbres y Hojalaterías.

6. Otros:

- A. Se deberá dotar al personal que intervendrá en los trabajos, de todo el equipamiento y elementos de protección personal de seguridad para trabajos en altura, (por ejemplo: Casco, arnés, andamios certificados, antiparras, guantes, entre otros).

Este personal deberá estar calificado para trabajar en altura física, para dar cuenta de ello deberá presentar certificado de alguna de las mutualidades de seguridad, debiendo entregarse a la Universidad los respectivos certificados al momento de firmar el contrato correspondiente y actualizar en cada estado de pago.

- B. Se debe considerar el retiro de los elementos reemplazados, fuera del recinto universitario.

5

DECRETO APRUEBA BASES ADMINISTRATIVAS DENOMINADA: "SERVICIO DE REPARACIÓN Y MANTENCIÓN DE TECHUMBRES Y HOJALATERÍA PARA LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, SEDE CONCEPCIÓN".

Avda. Collao N° 1202 – Casilla 5-C Fonos: (56 – 41) 3111200 Fono/ Fax: (56 – 41) 3111237 – Región del Biobío – Chile

Sede Chillán

Avda. Andrés Bello s/n Casilla 447 – Fono/Fax: (56 – 42) 463000 – Fax: 253144 – Región del Biobío – Chile

E-mail: ubb@ubiobio.cl www.ubiobio.cl

Extracto 5 de 6: Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías.



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

- C. La Universidad no cuenta con espacio físico para instalación de faena del contratista, sin embargo es posible y recomendable que disponga de un container tipo marítimo en buen estado, para bodega y equipamientos. La Universidad no se hace responsable por la seguridad y contenido del módulo.
- D. Programa, los trabajos son planificados mensualmente, esporádicos y de urgencia. Por lo tanto, el contratista tendrá que evaluar la permanencia de personal. Sin embargo, en tipos de lluvias, se debe contar con personal para verificar y reparar en lo inmediato, en cuanto las condiciones climáticas lo permitan.
- E. Los trabajos se realizarán procurando no interrumpir las labores esenciales que se desarrollan al interior de los edificios que se intervienen, y los lugares en donde se desarrollarán las actividades, se deberá demarcar con señaléticas.
- F. Disposiciones legales básicas y requisitos a cumplir por parte de Empresas Contratistas, Subcontratistas o Prestadoras de Servicios, que se deberán entregar en la Sección de Mantenimiento y Servicios y actualizar en cada estado de pago:
- Deberán entregar listado actualizado de todo el personal presente en los trabajos, con Dirección y Teléfono en caso de Emergencia.
 - Datos de la empresa; RUT, nombre, razón social, organismo administrador de la Ley 16.744 (ACHS; Mutua, IST), número de trabajadores, fecha estimada de inicio y término de los trabajos que desarrollan (consignar en Libro de Obra cuando corresponda).
 - Registro con firma de los trabajadores que acredite que el empleador ha dado cumplimiento a la "Obligación de Informar Sobre los Riesgos del Trabajo y las medidas de Seguridad" (Charla Derecho a Saber, Art.21 DS N° 40 Aprueba el Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales).
 - Registro firmado por los trabajadores que acredite recepción del Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad a cada uno de los trabajadores y adjuntar registro de envío al Servicio de Salud y Dirección del Trabajo (Art.153 del Código del Trabajo).
 - Certificado de afiliación a mutualidad (ACHS; Mutua de Seguridad, IST o ISL).
 - Certificado de mutualidad indicando porcentaje de cotización adicional actual.
 - Registro de Estadísticas de accidentes del Trabajo mensuales, determinado Tasa de Frecuencia, Tasa de Accidentabilidad, Tasa de Gravedad y Tasa de Siniestralidad Total. (Art.31 DS N° 76).
 - Registro firmado que acredite la recepción gratuita de Elementos de Protección Personal (Ley 16.744, título VII, Art.68).
 - Presentar mensualmente certificados o documentos que acrediten la cancelación oportuna de las Leyes Sociales para hacer efectivo el pago de los servicios prestados (Formulario 30 o Formulario 31 sobre cumplimiento de Obligaciones Laborales)
 - Programa de Prevención de Riesgos aplicable al proyecto, obra o servicio contratado el cual incluya la respectiva Matriz de Identificación de Peligros inherentes a los trabajos a ejecutar y Evaluación de Riesgos.

6

DECRETO APRUEBA BASES ADMINISTRATIVAS DENOMINADA: "SERVICIO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TECHUMBRES Y HOJALATERÍA PARA LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO, SEDE CONCEPCIÓN".

Avda. Collao N° 1202 - Casilla 5-C Fonos: (56 - 41) 3111200 Fono/Fax: (56 - 41) 3111257 - Región del Bío-Bío - Chile

Sede Chillán

Avda. Andrés Bello s/n Casilla 447 - Fono/Fax: (56 - 42) 463000 - Fax: 253144 - Región del Bío-Bío - Chile

E-mail: ubb@ubiobio.cl www.ubiobio.cl

Extracto 6 de 6: Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías.



- Procedimientos de Trabajo Seguro con registro firmado de difusión al personal presente en la obra, proyecto o servicio contratado.
- Copia de contratos del Personal.
- Certificados emitidos por la mutual a la cual se encuentre afiliada la empresa y exámenes médicos vigentes que certifiquen la aptitud física de los trabajadores de la empresa contratista o prestadora de servicio para realizar trabajos en altura física.
- Teléfonos de contacto del empleador o representante de la empresa en caso de emergencia

2.3 COMO SE GENERAR LOS REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO DE LAS CUBIERTAS DE TECHUMBRES.

A través de un sistema de sistema de Ordenes de Trabajo, que son ingresadas en una planilla que diariamente es actualizada con los requerimientos o reportes que son recibidos en la casilla de correo de la Sección de Mantenimiento y Servicios.

Cualquier funcionario, docente o alumno (**USUARIO**), puede realizar un reporte o un requerimiento a la Sección de Mantenimiento y Servicios (**MAYSER**) realizando el requerimiento al correo institucional apartado para temas de mantenimiento mantenccion@biobio.cl. El Encargado de Mantenimiento está a cargo de definir el grado de prioridad, generar la respectiva Orden de Trabajo (**OT**) y coordina en conjunto con la empresa encargada del “Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías” (**SERVICIO**), las reparaciones correctivas con la finalidad de atender el requerimiento y eliminar la filtración o el problema detectado.



Formato de orden de trabajo – OT empresas de servicios

Donde se puede identificar información relevante, número de OT, fecha, ubicación, usuario, calificación de prioridad y las partidas del contrato con sus precios unitarios.

Solicitud de Mant. con Contratista (Techos y Hojalaterías)					 UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO La Universidad de la Región del Bío-Bío	
Sol. N°				497		
Fecha:				22-04-25		
Solicitante y Descripción del Servicio:						
Viviana Novoa		Prioridad				
Programa Centro de Idiomas N° B° Jefe Secc. Mant. y Servicios						
Deseando una buena tarde, solicitamos las siguientes mantenciones en el Centro de Idiomas:						
Poner el entretecho de los laboratorios que se caen constantemente, producto de las reiteradas filtraciones de aguas lluvias en los recintos						
Item	Partida	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor Total \$	
1	Reposición de Canaletas:					
1.1.-	Reposición de Canaleta, desarrollo máximo de 50 cm., con	m		25.607		
1.2.-	Reposición de Canaleta, desarrollo entre 51 a 100 cm., con	m		28.357		
1.3.-	Reposición de Canaleta, desarrollo máximo de 50 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta en una o dos costaneras.	m		27.607		
1.4.-	Reposición de Canaleta, desarrollo entre 51 a 100 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta en una o dos costaneras.	m		35.357		
1.5.-	Reposición de Canaleta, desarrollo máximo de 50 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta completa de la vertiente.	m		29.607		
1.6.-	Reposición de Canaleta, desarrollo entre 51 a 100 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta completa de la vertiente.	m		37.607		
2	Reposición de Limahoyas y Canaletas Homologables:					
2.1.-	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, desarrollo de 50 cm., con lev. de las cubiertas en una o dos costaneras.	m		16.187		
2.2.-	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, des. entre 51 y 100 cm., con lev. de las cubiertas en una o dos costaneras.	m		19.157		
2.3.-	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, des. Máx. 50	m		25.187		
2.4.-	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, des. entre 51	m		27.157		
3	Reposición de Caballetes y Limatesas:					
3.1.-	Reposic. de Caballetes y Limatesas, desarrollo máximo de 50	m		27.607		
3.2.-	Confección e Instalación de gorros conet o chinos y eólicos	m		5.000		
4	Reposición de Bajadas:					
4.1.-	Reposición de Bajadas, desarrollo máximo de 50 cm.	m		10.607		
4.2.-	Reposición de Bajadas en PVC, de 110 mm de diámetro.	m		14.741		
5	Reposición de Planchas:					
5.1.-	Reposición de Planchas de Fibrocemento Perfil 5, A.R. de hasta	m2		20.185		
5.2.-	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, cualquier onda,	m2		29.500		
5.3.-	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, cualquier onda,	m2		23.070		
5.4.-	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, cualquier onda,	m2		20.919		
5.5.-	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum modelo PV4, de	m2		20.919		
5.6.-	Reposición de Paneles de policarbonatos alveolar transparente o	m2		29.006		
5.7.-	Reposición de Paneles de policarbonatos opal o traslucido desde	m2		42.563		
5.8.-	Reposición de Paneles de policarbonatos PV4 opal o transparente	m2		30.320		
5.9.-	Forros lisos de 0,5 mm	m2		22.693		
5.10.-	Reposición de membranas hidrófugas, contempla la colocación	m2		12.484		
5.11.-	Reposición de costaneras de maderas de 2x3" seca.	un		23.857		
5.12.-	Reposición de tablero OSB 9,1 mm hasta 11,1 mm Incluye filaciones.	m2		25.151		
5.13.-	Instalación de plancha acanalada onda estándar zincalum	m2		33.026		
5.14.-	Provisión e Instalación de planchas de cielo americano de 61x122	m2		15.000		
6	Reposición de Sellos:					
6.1.-	Reposición de Sellos sikaflax 11ft o técnicamente equivalente en	un		30.014		
6.2.-	Espuma de poliuretano expansiva.	un		5.000		
6.3.-	Tornillos hexagonales auto perforante con gollita.	un		450		
6.4.-	Tornillo cabeza lenteja auto perforante medidas: 1/2", 3/4".	un		350		
6.5.-	Sellante tapagoteras asfáltico para pistola calafatera.	un		19.000		
6.6.-	Limpeza de , techos , Limahoyas y Canaletas homologables.	ml		4.000		
6.7.-	Instalación de cuerda de vida con cable filer 1/2" de acero.	ml		11.490		
6.8.-	Pintura selladora de techumbres y hojalaterías tipo Aortizinc.	m2		8.000		
6.9.-	Membrana asfáltica rollo 3 mm gravillada mineral instalada	m2		19.000		
Sub Total Neto \$:						
Impuesto						
Total Iva Incluido						
			Fecha de Ejecución:			
			Centro de Costos:			
Nombre y Firma del Solicitante						

Orden de trabajo ejecutada y completada

En esta se ingresan las cantidades unitarias efectivamente realizadas, con los vistos de inspección y recepción del Coordinador de la Sección de Mantenimiento y Servicios y de los usuarios.

Solicitud de Mant. con Contratista (Techos y Hojalaterías)					
Sol. N°		487		UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO INSTRUMENTOS DE TRABAJO	
Fecha:		22-04-25		[Firma]	
Solicitante y Descripción del Servicio		Prioridad		[Firma]	
Viviana Novoa				[Firma]	
Programa Centro de Estudios				[Firma]	
Después de una breves tardes, solicitamos las siguientes mantenciones en el Centro de Estudios:					
Poner el entubado de los laboratorios que se caen constantemente, producto de las constantes filtraciones de aguas lluvias en los recintos					
Item	Partida	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor Total \$
1	Reposición de Canaletas:				
1.1.	Reposición de Canaleta, desarrollo máximo de 50 cm., con	m		25.607	
1.2.	Reposición de Canaleta, desarrollo entre 51 a 100 cm., con	m		28.357	
1.3.	Reposición de Canaleta, desarrollo máximo de 50 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta en una o dos costaneras	m		27.607	
1.4.	Reposición de Canaleta, desarrollo entre 51 a 100 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta en una o dos costaneras	m		35.357	
1.5.	Reposición de Canaleta, desarrollo máximo de 50 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta completa de la vertiente	m		29.607	
1.6.	Reposición de Canaleta, desarrollo entre 51 a 100 cm., con levantado de antepecho y de la cubierta completa de la vertiente	m		37.607	
2	Reposición de Limahoyas y Canaletas Homologables:				
2.1.	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, desarrollo de 50 cm., con lev. de las cubiertas en una o dos costaneras	m		16.187	
2.2.	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, des. entre 51 y 100 cm., con lev. de las cubiertas en una o dos costaneras	m		19.157	
2.3.	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, des. Máx.	m		25.187	
2.4.	Reposic. de Limahoyas y Canaletas homologables, des. entre	m		27.157	
3	Reposición de Caballetes y Limatesas:				
3.1.	Reposic. de Caballetes y Limatesas, desarrollo máximo de 50	m		27.607	
3.2.	Confección e instalación de gorros conet o chinos y adices	m		5.000	
4	Reposición de Bajadas:				
4.1.	Reposición de Bajadas, desarrollo máximo de 50 cm.	m		10.607	
4.2.	Reposición de Bajadas en PVC, de 110 mm de diámetro	m		14.741	
5	Reposición de Planchas:				
5.1.	Reposición de Planchas de Fibrocemento Perfil 5, A.R. de hasta	m2		20.165	
5.2.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, cualquier onda,	m2		29.500	
5.3.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, cualquier onda,	m2		23.070	
5.4.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum, cualquier onda,	m2		20.919	
5.5.	Reposición de Planchas y Paneles de zincalum modelo PV4, de	m2		20.919	
5.6.	Reposición de Paneles de policarbonatos alveolar transparente	m2		29.006	
5.7.	Reposición de Paneles de policarbonatos opal o translucido	m2		42.563	
5.8.	Reposición de Paneles de policarbonatos PV4 opal o transparente	m2		30.320	
5.9.	Fornos lisos de 0.5 mm	m2		22.693	
5.10.	Reposición de membranas hidrófugas, contempla la colocación	m2		12.484	
5.11.	Reposición de costaneras de maderas de 2x3" seca.	un		23.857	
5.12.	Reposición de tablero OSB 9,1 mm hasta 11,1 mm incluye fijaciones	m2		25.151	
5.13.	Instalación de plancha acanalada onda estándar zincalum pre-	m2		33.026	
5.14.	Provisión e instalación de planchas de cielo americano de	m2	132	15.000	1980.000
6	Reposición de Sellos:				
6.1.	Reposición de Sellos silaflex 111: o técnicamente equivalente	un	69	30.014	2040.952
6.2.	Espuma de poliuretano expansiva.	un		5.000	
6.3.	Tornillos hexagonales auto perforante con gollita.	un	168	450	75.600
6.4.	Tornillo cabeza tuerca auto perforante medidas: 1/2", 3/4".	un		350	
6.5.	Sellante tapagoteras asfáltico para pistola cañafatera.	un		19.000	
6.6.	Limpeza de techos, Limahoyas y Canaletas homologables.	ml	42	4.000	168.000
6.7.	Instalación de cuerda de vida con cable filer 1/2" de acero.	ml		11.490	
6.8.	Pintura selladora de techumbres y hojalaterías tipo Acrolinc.	m2		8.000	
6.9.	Membrana asfáltica rollo 3 mm gravillada mineral instalada	m2		19.000	
Sub Total Bido					4264.552
Impuesto					810.265
Total IVA Includo					5.074.817
Fecha de Ejecución:				06-06-2015	
Centro de Costos:				30104001	
Nombre y Cargo del Solicitante					

2.4 ¿POR QUÉ SE ELIGE EL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS, PARA ESTE PROYECTO DE TÍTULO?

Dentro de las 57 edificaciones, se detectaron los 15 edificios con mayor cantidad de reportes desde el año 2018 al año 2025 y el de mayor costo monetario por metro cuadrado de reparaciones entre ellos, ha sido el de este edificio.

Por qué se define en este proyecto de título, la evaluación del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas.

Este edificio ha enfrentado desafíos críticos en la conservación de su infraestructura. Esta edificación registró, en el último año, dos eventos de lluvia de alta intensidad que superaron la capacidad funcional del sistema de techumbre y evacuación de aguas lluvias. Estos sucesos provocaron daños significativos al interior de los recintos, incluyendo filtraciones y deterioro, lo que culminó en la **suspensión de actividades académicas por un período de dos meses (24 de abril al 24 de junio de 2025).**



Imágenes 18 y 19: Filtraciones Oficinas Doctorado de Matemáticas



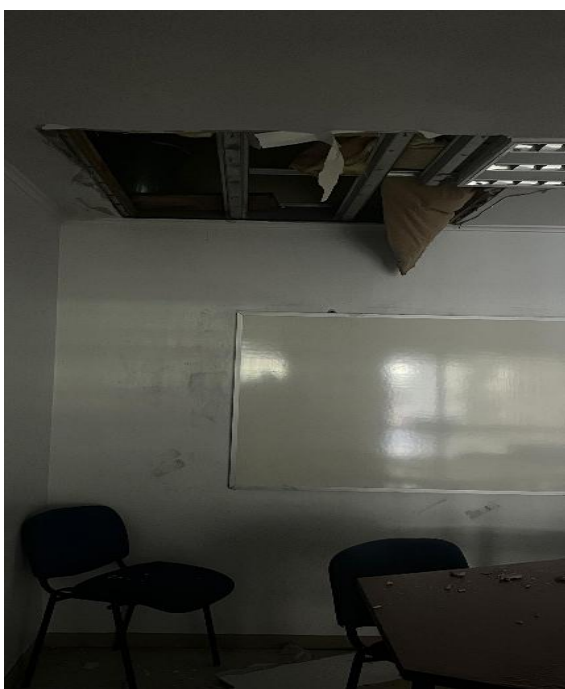
Imagen 20: Filtraciones Oficinas Doctorado de Matemáticas



Imagen 21: Filtraciones Oficinas Doctorado de Matemáticas



Imagen 22: Filtraciones Oficinas Doctorado de Matemáticas



Imágenes 23 y 24: Filtraciones salas de estudio 1 y 2 Centro de Idiomas



Imagen 25: Filtraciones salas de reuniones Centro de Idiomas

2.5 CONSIDERACIÓN DE CRITICIDAD

Para definir cuál de los edificios se consideraría para la realización de este proyecto de título, se determinó analizar cuál es el que ha presentado el mayor gasto de reparaciones por metro cuadrado de cubierta de techumbre, de acuerdo a los registros históricos obtenidos y según lo que aclara la siguiente tabla:

Cat.	Edificios más afectados	Reportes	% Total Reportes	Costo\$ Reparaciones	m2 de cubierta	\$/m2
1°	C40 Rectoría, Administración, Fac. Ciencias.	60	6,14%	\$55.397.550	4.000	\$13.849
2°	C24 Biblioteca Hilario Hernández	59	6,04%	\$20.280.541	1.025	\$19.786
3°	C27 Edificio Gantes	51	5,22%	\$37.221.063	2.000	\$18.611
4°	C6 Trabajo Social-Aula Magna-Salas Estudio	50	5,12%	\$41.184.283	1.900	\$21.676

5°	C23 Facultad Ciencias Empresariales	48	4,91%	\$29.128.144	1.800	\$16.182
6°	C34 Casino UBB	44	4,50%	\$11.007.110	1.242	\$8.862
7°	C14 Depto. Ingeniería Industrial	39	3,99%	\$30.056.761	590	\$50.944
8°	C13 Depto. Ingeniería en Maderas	36	3,68%	\$14.327.058	870	\$16.468
9°	C28 Gimnasio y Camarines	36	3,68%	\$40.426.014	1.408	\$28.712
10°	C17 Doctorado de Matemáticas- Centro Idiomas	35	3,58%	\$44.833.542	260	\$172.437

Tabla 2: Definición de que edificio se considerara para ser evaluado

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 podemos ver claramente que el edificio que ha presentado el mayor gasto económico por metro cuadrado de cubierta de techumbre es el edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas con un **costo total de \$172.437 por metro cuadrado**, un costo muy por sobre la media de los demás edificios \$18.800 y aun mayor de lo dispuesto por la institución de \$8.500 por metro cuadrado de cubierta.

La falta de mantenimiento, reparaciones y falta de aseo durante el periodo 2020-2021 generaron además un deterioro avanzado en las cubiertas de techumbres y no permitiendo la correcta evacuación de aguas lluvias, por la acumulación de sólidos y sedimentos en cubiertas de techumbres, canales y bajadas de evacuación de aguas lluvias.

El edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas ha presentado 35 eventos desde el año 2018. Siendo los de mayor impacto los ocurridos durante el año 2025. Los que representan un 3,58% de los reportes totales registrados los últimos 8 años.

Costos históricos de mantenimiento y reparaciones de cubiertas de techumbre

Todo lo anterior ha generado grandes gastos e inversiones, por parte de la institución principalmente recursos que no estaban pensados ni destinados a la reparación de las instalaciones que sufrieron daños importantes en su infraestructura y equipamiento. Todo esto además marcado por el alza en la tendencia de la problemática que son las filtraciones hacia espacios habitables.

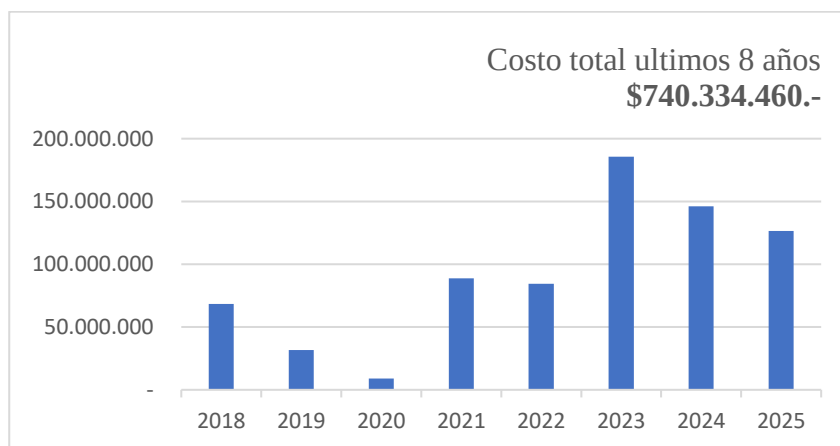


Gráfico 1.4: Costos anuales de mantenimiento de cubiertas de techumbre

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por la Sección de Mantención y Servicios de la Universidad del Bio Bío.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El aumento de los reportes de filtraciones, el rebalse de aguas lluvias hacia el interior de los recintos, la interrupción de las actividades normales de docencia y administrativas, justifican la necesidad de implementar una propuesta de mantenimiento de las cubiertas de techumbre para edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas de la Universidad del Bío-Bío, buscando optimizar el funcionamiento del recinto, la durabilidad y funcionalidad.

El deterioro, desgaste de la techumbre y falla en la evacuación de aguas lluvias del edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas, ha generado interrupciones operacionales y pérdidas económicas.

El problema central radica en el deterioro prematuro, costos no previstos en reparaciones y la ineficiencia funcional del sistema de cubiertas y evacuación de aguas lluvias del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas, lo que genera interrupciones operacionales y pérdidas económicas. La justificación de este proyecto de título se basa en la necesidad de transformar la gestión reactiva y correctiva actual, en un modelo proactivo y preventivo, asegurando la durabilidad, operatividad y de seguridad de la infraestructura ante condiciones climáticas adversas.

4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Desarrollar una propuesta técnica de mantenimiento preventivo para las cubiertas del edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas de la Universidad del Bío-Bío, con el fin de optimizar su durabilidad, funcionalidad y eficiencia en la evacuación de aguas lluvias.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Diagnosticar el estado actual de la cubierta y de los sistemas de evacuación de aguas lluvias del edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas, identificando las causas técnicas y de gestión que afectan su desempeño y generan filtraciones o deterioro estructural.
- ❖ Diseñar un plan de mantenimiento preventivo de cubiertas para el edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas, basado en los resultados del diagnóstico, que incorpore acciones programadas, frecuencias de inspección y procedimientos técnicos.
- ❖ Evaluar y proponer una alternativa económica y técnica para la implementación del plan de mantenimiento, considerando costos, recursos y beneficios asociados a los mantenimientos correctivo y preventivo.



5. METODOLOGIA DE TRABAJO

Para alcanzar el objetivo de este trabajo de título, se consideró y estructuro de la siguiente forma la metodología de trabajo: Considerando cada objetivo específico en la estructura y los cuales tendrán de igual forma objetivos específicos, actividades clave, herramientas y resultados esperados.

Fase 1: Diagnostico

Utilizando el Diagrama de Ishikawa y los 5 porqués del problema detectado y la tabla de parámetros de cubierta, se identificarán las causas raíz del fallo (diseño, mantenimiento, materiales). Esto incluye inspecciones en terreno para evaluar el estado de elementos críticos (juntas, canales, sellos).

Fase 2: Diseño del Plan

Elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP) detallado. Definiendo un listado exhaustivo de acciones preventivas.

Establecer la periodicidad de las acciones preventivas, determinando de la frecuencia de las acciones de mantenimiento.

Identificando claramente los responsables de cada procedimiento, evaluación y actividades a desarrollarse para mantener en funcionamiento el PMP.

Fase 3: Evaluación y Propuesta

Cuantificar el impacto económico del nuevo modelo, realizando la comparación de Costos del modelo actual (correctivo) versus el modelo propuesto (preventivo).

Generar la estrategia para el cambio de modelo. Desarrollando una propuesta de implementación técnica (cómo ejecutar el PMP) y análisis económico (inversión y ahorro proyectado).

**6. FASE 1: DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUBIERTA DE
TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE
MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la inspección realizada en terreno para evaluar el estado de la cubierta de techumbre del edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas, la revisión de todos sus elementos (cubierta, juntas, fijaciones, hojalaterías, canales, sellos, etc). Se analizará el sistema de escurrimiento de aguas lluvias, con la finalidad de reconocer el estado actual de la cubierta de techumbre y su funcionamiento.

Además de identificar los factores y causas que han contribuido al alza en los reportes de eventos de filtraciones en este edificio en los últimos años. Este análisis permitirá señalar los puntos críticos, basándose en la información obtenida.

Se toman medidas de precaución siguiendo los procedimientos de acceso a cubiertas y además se solicita la asistencia a la empresa encargada del “**Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías**” quienes además poseen procedimiento de trabajo seguro de trabajo en altura especialmente realizado para las cubiertas de techumbre de la Universidad y con el cual se tomarán todos los resguardos necesarios para acceder a la cubierta de techumbre.

6.2 IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO

“Origen: Se asienta sobre los terrenos de la antigua Escuela Agrícola, conservando pabellones industriales originales de mediados del siglo XX que hoy albergan la Escuela de Arquitectura e Ingeniería Mecánica”.

***Hernán Barría Chateau**, Arquitecto y Decano de la Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño de la Universidad del Bío Bío.*

El exdirector de Extensión y ahora Decano de la Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño de la Universidad del Bío Bío, indica en su columna de opinión, que el edificio de Ingeniería Mecánica y sus sucesivas remodelaciones darían forma en uno de sus pabellones de tipo industrial y que presto servicios durante la antigua Universidad Técnica del Estado.

Es un edificio que data del año 1945 y que se ha remodelado en reiteradas oportunidades siendo la más importante la realizada el año 2012, una edificación que nació como pabellón de tipo industrial para la antigua Universidad Técnica del Estado UTE y que tras el paso de los años se ha adaptado para albergar 5 salas de clases, 7 salas de estudio, 1 sala de estudio silenciosa, 2 laboratorios de computación, 10 estaciones de trabajo para alumnos de Doctorados del Departamento de Matemáticas y 1 caldera de calefacción, todo en una superficie construida de 660m² y 260 m² de cubiertas de techumbre.

extremos al edificio C17 Centro de idiomas – Doctorado de Matemáticas. Edificación que nació como



Imagen 26: Referencia de nave tipo industrial previo a remodelaciones u habilitación de sus espacios para otros fines

Fuente: Elaboración propia con herramientas IA

La forma y diseño de este tipo de edificaciones, que además se replican y existen en la institución en la Escuela de Arquitectura y aulas del Depto. de Ingeniería Mecánica, genera la presencia de canales de aguas lluvias que atraviesan los espacios en forma de limahoya, lo que hace aún más probable que ante cualquier falla en las canales de aguas lluvias, estas se precipiten hacia los recintos interiores, generando dificultades, además de complejizar su mantenimiento, dado los cambios de pendientes y la cantidad de vertientes. A diferencia de estructuras o galpones de cubiertas continúan de una sola pendiente y con canales de aguas lluvias en sus perímetros u aleros.



Imagen 27: Toma aérea del edificio C17 Centro de idiomas – Doctorado de Matemáticas
Fuente: Elaboración propia, realizada con dron DJI mini2

El nombre del edificio hace referencia a la presencia en este volumen al Centro de Idiomas que se ubica en la planta número 2, además del Doctorado de Matemáticas que está presente en parte de la 1era planta posterior y la segunda planta y las salas de estudios ubicadas en la planta baja posterior.

El edificio posee una cubierta de acero de paneles estructurales, constituido por cuatro trapecios rigidizantes, conocido generalmente en el rubro como PV-4 de 0,5 mm de espesor. Además de planchas de fibra de vidrio PV4 de 1,2 mm de espesor y en uno de las aguas posee planchas de policarbonato PV4 de 1 mm de espesor las que fueron instaladas hace aproximadamente 2 años.

Su hojalatería, coronaciones, caballetes, forros bota agua, forros de atraque, corta goteras y canales de aguas lluvias están confeccionadas por planchas de zinc de aluminio plegadas a medida no prepintadas.

Bajadas de agua de PVC de 110 cm de diámetro y cubetas emballetadas de acero de zinc de aluminio.

6.3 PROTOCOLOS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA ACCEDER A CUBIERTAS DE TECHUMBRE

Procedimiento de trabajo seguro para trabajos en altura física sobre cubiertas de techumbre.

Es importante reconocer un procedimiento de este tipo para tomar todas las medidas necesarias de prevención al momento de realizar trabajos o inspecciones en altura.

Lo indicado en este ítem son los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta en cualquier actividad ya sea de revisión, evaluación, trabajos, inspección, etc, que se realice sobre las cubiertas de techumbre.

6.3.1 Objetivo

En el presente procedimiento se definen los requerimientos para realizar trabajos de en altura física y la metodología para su ejecución.

Fijar un estándar a seguir durante cualquier trabajo o inspección que se ejecute sobre las cubiertas de techumbre y sobre una altura física mayor a 1,8 metros.

Con la finalidad de eliminar riesgos existentes en esta actividad.

Dar a conocer a los colaboradores las principales características del trabajo, entregar herramientas prácticas que permitan tomar las medidas preventivas para trabajar en forma eficaz y segura.

6.3.2 Alcance

Este procedimiento es aplicable a todo el personal que acceda sobre las cubiertas de techumbre, que, con ocasión de la realización de servicios, desempeñe labores en altura física mayores a 1,8 metros.

6.3.3 Referencias

- DS 40 Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.

- DS 18 Exigencias sobre elementos de protección personal.
- Ley 16.744 Seguro social contra accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.
- DS 594 Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- Reglamento interno de orden, higiene y seguridad.

6.3.4 Responsabilidades

Administrador / Gerente de Empresa

- Ejercer la responsabilidad total por la protección al personal de personal externo a la universidad.
- Facilitar elementos de protección personal y a máquinas.
- Capacitar a trabajadores para la realización de trabajos en Altura.

Jefaturas

- Controlará el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este procedimiento por parte de todos los elementos involucrados, ya sea supervisión de cada faena, asesor en prevención de riesgos y trabajadores.
- Será responsable de la seguridad de las operaciones en actividades de trabajos al interior de un espacio confinado.
- Deberá asegurar que todas las personas involucradas en operaciones por trabajos realizados en altura física, están familiarizadas con las disposiciones de este procedimiento.
- Deberá solicitar permisos de trabajos en planta y cumplir con las medidas adoptadas para la tarea a realizar.
- Deberá planificar, organizar y comunicar a todo el personal los trabajos a realizar, y la forma en que estos se desarrollarán.
- Deberá capacitar a los trabajadores basándose en el instructivo seguro de trabajo, además de instruir a nuevos trabajadores.

- Realizar charlas de seguridad antes de comenzar cada jornada de trabajo, en conjunto con asesor en prevención de riesgos.
- Verificar y capacitar a trabajadores para el correcto uso de EPP, equipos y herramientas que se utilicen.
- Deberá inspeccionar el lugar donde se quiera realizar el trabajo antes de iniciar los trabajos.
- Deberá detener las operaciones de trabajo si se desarrollan condiciones peligrosas.

6.3.5 Asesorías en prevención de riesgos

- Detectar actos y condiciones inseguras.
- Realización de charlas de riesgo específico en conjunto con supervisor, según trabajo a realizar.
- Instruirá a una persona como supervisor de los trabajos a realizar, riesgos a los que están expuestos y medidas preventivas.
- Verificar las condiciones de trabajo, el material a utilizar; estén en óptimas condiciones para que se realice su uso en forma segura para el trabajador.
- Verificar y corregir el correcto uso y cuidados de EPP según el trabajo a realizar y otorgar estos a cada uno dejando respaldo de la entrega.

6.3.6 Trabajadores y visitas

- Deberá examinar todo el equipo para asegurar que se encuentre en condiciones seguras de operación.
- El operador deberá cesar de los trabajos si se dan condiciones inseguras y lo notificará a supervisor a cargo o asesor en prevención de riesgos.
- Deberá exigir sus EPP y además, tiene el deber y responsabilidad de utilizarlos en forma adecuada y permanentemente según el trabajo a realizar.
- Deberá cumplir con todos los procedimientos seguros de trabajo y medidas preventivas que se les ha entregado por parte de su supervisor a cargo y asesor en prevención de riesgos.

6.3.7 Materiales y herramientas a utilizar

- Escaleras metálicas tipo telescópica.
- Andamios certificados.
- Plataformas de trabajo (en caso de requerir).

Herramientas eléctricas:

- Atornillador
- Taladro
- Hidrolavadora
- Esmeril angular

Herramientas manuales:

- Tijeras aviadoras de corte (hojalatería)
- Pistola calafatera
- Remachador manual
- Pala
- Carretilla
- Martillo

6.3.8 Elementos de protección personal

- Arnés de seguridad tipo paracaídas.
- Cuerdas de vida.
- Barbiquejos.
- Cabo de vida (cola).
- Geólogo corporativo.
- Casco de seguridad, con arnés y fonos auditivos.
- Zapatos de seguridad.

- Guantes Multiflex.
- Lentes de seguridad.

6.3.9 Peligros, riesgos y medidas preventivas

Los peligros asociados a los trabajos en altura física son caídas ha mismo nivel y caída a distinto nivel, las características estructurales de los trabajos en altura física, permiten que los riesgos existentes tengan una connotación especial, por lo que cualquier error u omisión de la identificación y evaluación de éstos pueden desencadenar consecuencias graves o fatales para los trabajadores que allí se desempeñan.

Peligros generales operacionales

- Caídas a mismo o distinto nivel, causadas por escaleras inestables, bocas o entradas sin protección y resbalones entre otros factores de riesgo.
- Caídas de objetos por desplome y manipulación de herramientas, maquinarias, etc.
- Contactos eléctricos con partes metálicas que accidentalmente puedan estar en tensión.
- Riesgos ergonómicos como malas posturas de trabajo y posible fatiga por exposición a un ambiente físico agresivo con presencia de temperaturas extremas, iluminación deficiente, ruido y vibraciones.
- Riesgos biológicos como picaduras y/o mordeduras de insectos, arañas, roedores, etc. Además de la presencia de algunos parásitos, virus, bacterias u hongos que pueden originar una enfermedad al trabajador.

Riesgo específico.

- Caída a distinto nivel.

6.3.10 Procedimiento de trabajo

Los trabajos de mantención u inspección a ejecutar en altura consisten en limpieza de canaletas, limpieza de rejillas de recepción de agua, limpieza de cubiertas entre otros. Esto se realizarán en los distintos edificios de la Universidad del Bío Bío, campus Concepción, con tipos de cubiertas, alturas y pendientes variables.

Para la acceder a las techumbres se utilizarán distintos medios como gateras, andamios y escalas telescópicas.

Cabe mencionar que en las techumbres en donde no existan cuerdas de vida, estas deben ser instaladas siguiendo las recomendaciones de instalación, utilizando cables de acero y cáncamos de anclajes fijados a estructuras soportante.

En las pendientes más pronunciadas se deberá utilizar cuerdas con desacelerador.

Ejecución de los trabajos:

- Supervisor y asesor en prevención de riesgos, deberán realizar charla de 5 minutos a todo el personal de la faena antes de comenzar, informando los trabajos a realizar, riesgos a los que están expuesto y tomar todas las medidas preventivas para cada riesgo asociado y dejando registro de este en forma diaria.
- Antes de comenzar los trabajos, deben verificar condiciones de todos sus elementos de protección personal, e informar a su supervisor a cargo, si es que deben realizar algún cambio de este, para su posterior registro de entrega.
- Supervisor en conjunto con sus trabajadores a cargo deberán realizar una inspección a todas las maquinarias, extensiones y todo lo que utilicen en caso de ser necesario, estén en óptimas condiciones para su uso correcto y seguro.
- Supervisor en conjunto con asesor en prevención de riesgos, deberá revisar las condiciones de trabajos a las que están expuestos los trabajadores, modificando estas en caso de haber un riesgo latente, antes de comenzar la faena.
- Si el trabajo es realizado en alturas, deberá ser realizado con todos los EPP adecuados para cada condición de trabajo.
- La superficie de trabajo deberá estar limpia y seca.
- Para la ejecución de trabajos en altura física, se deberán tener en cuenta los siguientes requisitos:
 - TRABAJADORES: Contar con la evaluación médica vigente correspondiente emitida por una entidad competente.
 - EQUIPO: Cuerdas de vida, andamios, plataformas, etc.
- De ser necesario andamios serán instalados sobre placas de terciados estructura, estos deben contar con barandas y rodapiés.
- Las escaleras a utilizar deberán amarrarse a una estructura sólida.

- Los trabajadores en todo momento deben utilizar su arnés tipo paracaídas.

6.3.11 Matriz con identificación de posibles riesgos

Teniendo claro cuál es el objetivo de acceder a la cubierta, es necesario reconocer los posibles riesgos existentes.

Para lo cual es conveniente realizar una matriz de riesgos para trabajos en altura en techumbres, una herramienta de gestión esencial que identifica, evalúa y prioriza peligros (caídas, colapsos, clima) para implementar controles preventivos. Es crucial porque salva vidas, reduce la accidentabilidad, cumple normativas legales, evita responsabilidades civiles/penales y previene daños materiales.

Importancia Clave de la Matriz en Techumbres:

- Identificación Proactiva: Permite visualizar riesgos críticos como caídas a distinto nivel, rotura de cubiertas, contacto eléctrico, sobrecargas en la estructura, vientos fuertes, pisos y superficies resbaladizas y caída de objetos.
- Priorización de Controles: Ayuda a decidir qué medidas son urgentes, como instalar líneas de vida, redes de seguridad, andamios estables, doble baranda y uso de arnés de seguridad.
- Cumplimiento Legal y Reducción de Costes: Garantiza el cumplimiento de normativas, evitando sanciones graves y reduciendo costos por accidentes y paralización de obras.
- Planificación de la Seguridad: Facilita la planificación de la tarea, asegurando que los equipos sean adecuados y el personal esté capacitado y apto para el trabajo.

Principales Riesgos Evaluados:

- Caídas de personas a distinto nivel (el riesgo más grave).
- Desplome o rotura de superficies de trabajo.
- Caída de materiales y herramientas.
- Condiciones climáticas adversas (viento, lluvia, tormentas eléctricas).

Matriz de Riesgo e identificación de peligros y evaluación de riesgos inspección cubierta de techumbre C17 Centro de Idiomas - Doctorado de Matemáticas de la Universidad del Bío Bío, campus Concepción.

		SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO										nov. 2025					
		IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS															
OBRA		INSPECCIÓN CUBIERTA DE TECHUMBRE C17 CENTRO DE IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMATICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BIO BIO, CAMPUS CONCEPCION.															
ACTIVIDAD			PERSONAL INVOLUCRADO	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS		EVALUACIÓN DE RIESGO BASAL								EVALUACION RIESGO RESIDUAL			
NOMBRE	Tipo (R/NR)	TAREAS		TIPO (SE/SO)	IDENTIFICACIÓN	RIESGOS ASOCIADOS	S	P	MR	CLASIFICACIÓN	DOCUMENTO DE GESTIÓN				EVALUACIÓN		
											MEDIDAS DE CONTROL	RESPONSABLE	S	P	MR	CLASIFICACIÓN	
TRABAJO EN ALTURA	R	Instalacion de escalera	Maestro Hojalatero, administrador de contrato, encargada sso	SE	Traslado e instalacion de escaleras portatiles	Caidas a distinto nivel	4	4	16	MODERADO	Capacitacion PST trabajo en altura, Uso de EPP, ames de seguridad, casco con barbiqueo, examen apto para ejecutar trabajos en altura fisica.	Administrador de Contrato, encargada SSO	4	2	8	ACEPTABLE	
	R	Subida y bajada a techumbre	Maestro Hojalatero, administrador de contrato, encargada sso	SE	Subir y bajar escaleras para acceder a la techumbre	Caidas a distinto nivel	8	4	32	INTOLERABLE	Capacitacion PST trabajo en altura, Uso de EPP, ames de seguridad, casco con barbiqueo, examen apto para ejecutar trabajos en altura fisica.	Administrador de Contrato, encargada SSO	8	2	16	MODERADO	
	R	Trabajos sobre techumbre	Maestro Hojalatero, administrador de contrato, encargada sso	SE	Trabajos en techumbre	Caidas a distinto nivel	4	4	16	MODERADO	Capacitacion PST trabajo en altura, Uso de EPP, ames de seguridad, casco con barbiqueo, examen apto para ejecutar trabajos en altura fisica.	Administrador de Contrato, encargada SSO	4	2	8	ACEPTABLE	
EXPOSICIÓN A RADIACIÓN UV	R	Trabajos al aire Libre	Jefe de obra, capataces, jornales, maestros albañiles, personal de terreno en general	SO	Exposicion a Altas temperaturas de origen Ambiental	Exposicion a Altas temperaturas de origen Ambiental	8	4	32	INTOLERABLE	Identificar a las personas sensibles a las altas temperaturas de origen ambiental. - Monitorear de forma temprana los signos y síntomas de agotamiento por calor y golpe de calor. - Elaborar un plan de hidratación para trabajadores, el que debe contemplar proveer, mantener y asegurar el abastecimiento de al menos 3 litros de agua fresca por persona diariamente permitiendo su consumo cada 15 a 20 minutos. - Modificar los ciclos de trabajo/descanso para incrementar la duración de los periodos de descanso en el caso que no sea posible evitar el trabajo de alta exigencia fisica. - Planificar pausas de descanso de al menos 15 minutos de duración, cada 45 minutos de trabajo continuo, pudiendo extenderse en función de la temperatura ambiental, condición de salud y los efectos que percibidos el trabajador. - Disponer de pausas laborales programadas para los trabajos con exposición a altas temperaturas. Para tales fines el empleador deberá disponer de lugares con sombra y acceso a agua potable.	Profesional Residente Jefe Teremo Prevencionista Capataz	8	2	16	MODERADO	

Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos.

Fuente: Empresa de Servicio de Mantenimiento y Reparación de Techumbres y Hojalaterías PVR Ingeniería y Construcción Spa

La matriz nos servirá como guía para garantizar que, durante todo el trabajo de inspección y futuros trabajos, se prioricen las protecciones colectivas sobre las individuales (EPP) y se mantenga un entorno seguro de trabajo.

6.4 INSPECCIÓN VISUAL DIRECTA DESDE LA CUBIERTA

Se realizó una inspección visual sobre la cubierta de techumbre del edificio dejando registro fotográfico del levantamiento técnico, destacando los siguientes elementos:

- Sellos longitudinales deteriorados y fisurados, con pérdida de continuidad impermeable. 5 a 8 años en óptimas condiciones de instalación.
- APLICACIÓN INCORRECTA DE SELLOS en procedimiento de reparaciones anteriores.
- Pérdida de elasticidad producto del tiempo y efectos climáticos.
- Espesor recomendado 3 a 6 mm y ancho recomendado 2 cm.
- Sellos desgastados en encuentro muro-cubierta, sin continuidad impermeable.



Se verifico si existe riesgo de oxidación en limahoya, con riesgo estructural e ingreso de agua y revisar juntas de poliuretano.

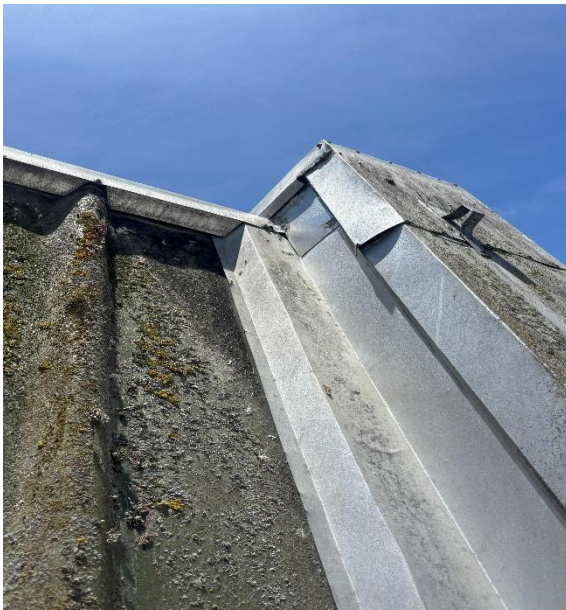
- Se realizo la verificación no encontrando oxidación en la canal.



- Solo sellos resquebrajados por el efecto del tiempo y factores climáticos.



- Corrosión en coronaciones, riesgo de filtraciones por acción del viento y voladura de hojalaterías sueltas sin fijaciones.





- Vegetación sobre planchas generando retención de humedad y degradación prematura en la fibra de vidrio (FRP).

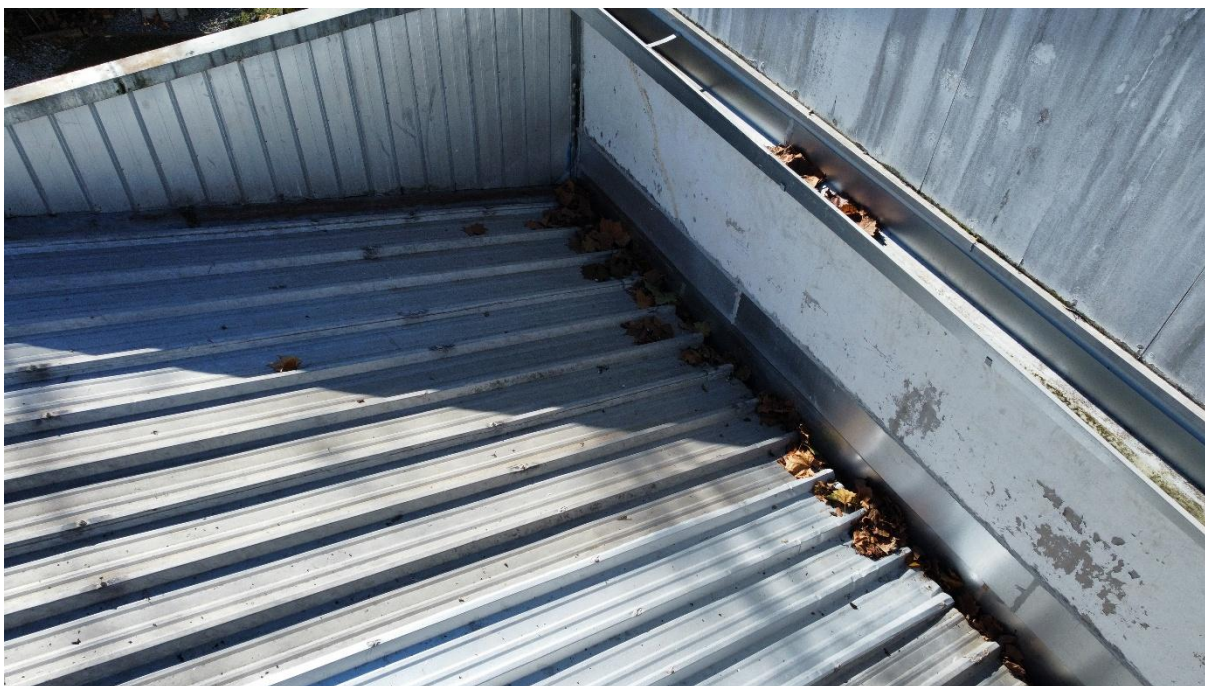
- Fijaciones con óxido avanzado y sellos de neopreno o golilla de goma para sellado hermético, deteriorados o inexistente.

- Forros de hojalatería en coronaciones, de diferente procedencia y con estado de oxidación avanzada.



- Pendientes insuficientes en zonas críticas con riesgo de 'ponding' (acumulación de agua). +48h. Este es un tema importante donde solo se reseñará lo que significa. Consiste en el agua que permanece sobre una superficie sin capacidad de escurrimiento por más de 48 horas después de su precipitación, lo cual estudios como los realizados por la EPA en su “Guía de Control de la Humedad en el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Edificaciones” indican una problemática real que disminuye la vida útil de los elementos.

- Canal de planta baja, con desgaste y posible obstrucción, requiere mantención y sellado.



- Presencia de equipos de climatización.

- Presencia de material sólido, sedimentos, fecas de aves.



Se tienen registros de importante acumulación de hojas en periodo de otoño.

En las imágenes anteriores queda en evidencia la problemática de la acumulación de hojas en periodos de verano y otoño, por lo que sería relevante definir el método que asegure la limpieza de canales de aguas lluvias con la finalidad de evitar la obstrucción de bajadas de aguas lluvias y rebalses de aguas lluvias.

6.5 INSPECCIÓN VISUAL DIRECTA DESDE EL INTERIOR DEL EDIFICIO

Se realizó una inspección visual desde el interior de los recintos dejando registro fotográfico del levantamiento técnico, destacando lo siguiente:

- Durante el diagnóstico se verifica desde el interior el estado de la canal de la cubierta 1 planta baja. La cual no se encuentra en una posición correcta, La canal se encuentra volteada hacia el muro lateral del edificio de Ingeniería Mecánica. Lo que deja en evidencia una deficiencia constructiva, al no tener soporte en su base, solo escuadras de tipo metálicas o de aluminio y no poseer membrana hidrórepelente.

El volteo o mal posicionamiento de la canal puede tener dos orígenes, peso por rebalse de aguas lluvias o tránsito de personas sobre ella.

Además, se tienen registros de ingreso de aguas lluvias en múltiples sectores, que provocaron daños en cielos, circuitos de iluminación, tableros eléctricos T.D.A, documentación académica y daños en equipamiento principalmente equipos de computación y en unidades interiores de equipos de aire acondicionado.



6.6 ANÁLISIS DE PENDIENTES Y EVACUACIÓN PLUVIAL

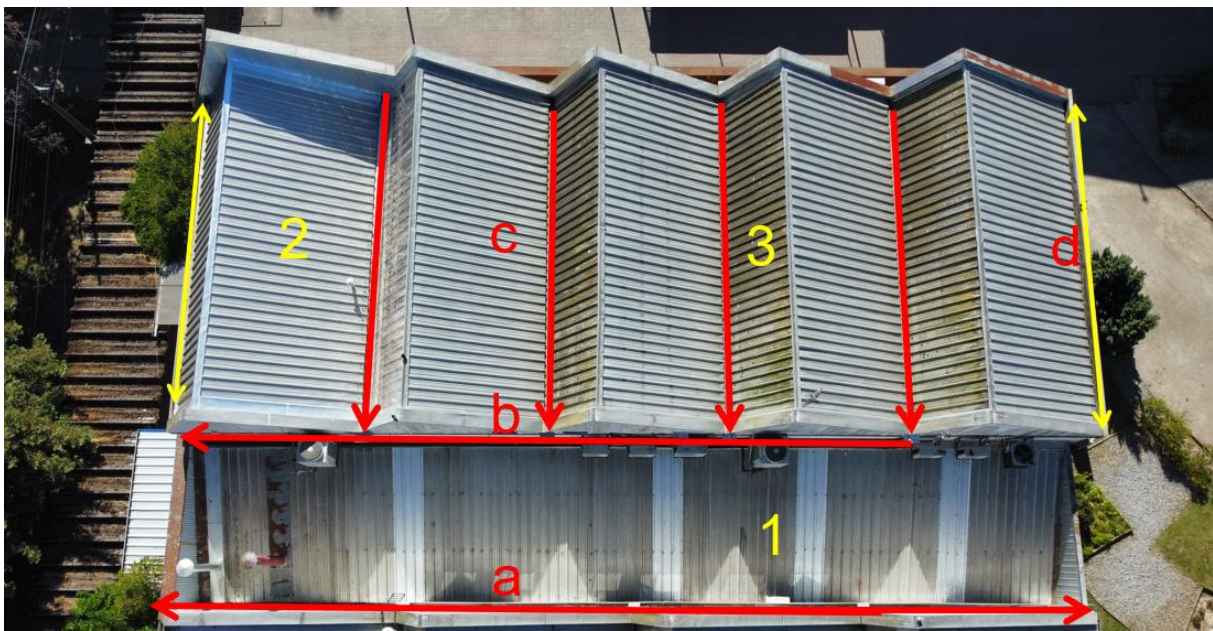
La evacuación de aguas lluvias desde las cubiertas techumbres es crucial para proteger la estructura del edificio, previniendo daños por humedad, filtraciones y deterioro de cimientos, fachadas y cielos interiores, lo cual mejora la habitabilidad y prolonga la vida útil de la construcción, además de reducir riesgos de inundaciones y daños materiales al interior de los recintos.

- Evita filtraciones y humedades.

- Previene daños en cimientos.
- Controla el moho y plagas.
- Mejora de la habitabilidad y seguridad.

Por lo tanto, determinar la capacidad de evacuación de las aguas desde la cubierta de techumbre y sus componentes es relevante.

En la siguiente imagen se puede identificar las vertientes o cubiertas de techumbres aportantes, canales de evacuación de aguas lluvias, las direcciones de descarga según sus pendientes y los puntos de descarga de cada canal de aguas lluvias.



6.7 ANÁLISIS DE LAS SECCIONES DE CANALES DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Verificación de sistema de evacuación de aguas lluvias de los techos 1, 2 y 3

Herramienta de Diseño: Ábaco de Dimensionamiento (Ficha Técnica Fabricante Ref. 30ACEROS).

Condición de Diseño

- (Intensidad): 3 l/min/ m² (Lluvia Torrencial / Crítica). Condición extrema en modelos climáticos. Aptas para nuestra zona.
- Pendiente mínima recomendada (i): 1% equivalente a 10 mm por metro.
- Bajadas de agua: Según instructivos o recomendaciones de compañías del rubro recomiendan bajadas de aguas lluvias cada 10 ml de canal de aguas lluvias.
- Cubierta de una o dos aguas con canaletas laterales independientes.
- Canaleta tipo limahoya: Perfil rectangular de 14 cm x 16 cm de sección.

PASO 1: Determinar carga hidráulica **Techo 1** Superficie Total: 176,41 m²

Superficie aportante de diseño (1): $1 = 176,41/2 = 88,20 \text{ m}^2$, ya que tenemos pendiente a dos extremos.

PASO 2: Obtención de Requerimientos (Lectura del Ábaco)

Utilizando la Ficha Técnica con los datos $S = 88,2 \text{ m}^2$ y Pendiente = 10 mm/m:

Entrada: Se ubica el valor 90 en el eje superior (Superficie).

Intersección: Se traza una vertical descendente hasta interceptar la curva diagonal "10" (Pendiente 1%).

Lectura: Se proyecta horizontalmente hacia la derecha (Eje "Sección Necesaria").

Resultado Gráfico: **Sección mínima requerida 90 cm²**

PASO 3: Verificación (Oferta vs. Demanda)

Sección Requerida (Ábaco): 90 cm²

Sección Real Instalada (14cm / 16cm): Área = 14cm x 16cm = 224 cm²

DICTAMEN TÉCNICO:

La canaleta instalada supera la exigencia hidráulica.

Estado:  CUMPLE SATISFACTORIAMENTE.

PASO 1: Determinar carga hidráulica aporte **Techo 2:** 53,55 m². más aporte **Techo 3:** 32,55 m²

Superficie aportante total= 53,55 + 32,55 = **86,10 m²**

PASO 2: Obtención de requerimientos (Lectura del Ábaco) Utilizando la ficha técnica con los datos S = 86,1 m² y Pendiente = 10 mm/m:

Entrada: Se ubica el valor 86 en el eje superior. Intersección: Se desciende hasta la curva diagonal "10" (Pendiente 1%). Lectura: Se proyecta hacia el eje de Sección Necesaria.

Resultado Gráfico: **Sección mínima requerida 85 cm².**

PASO 3: Verificación (Oferta vs. Demanda) Sección Requerida (Ábaco): 85 cm². Sección Real Instalada 20cm * 14 cm: Área = 20 * 14 = 280 cm².

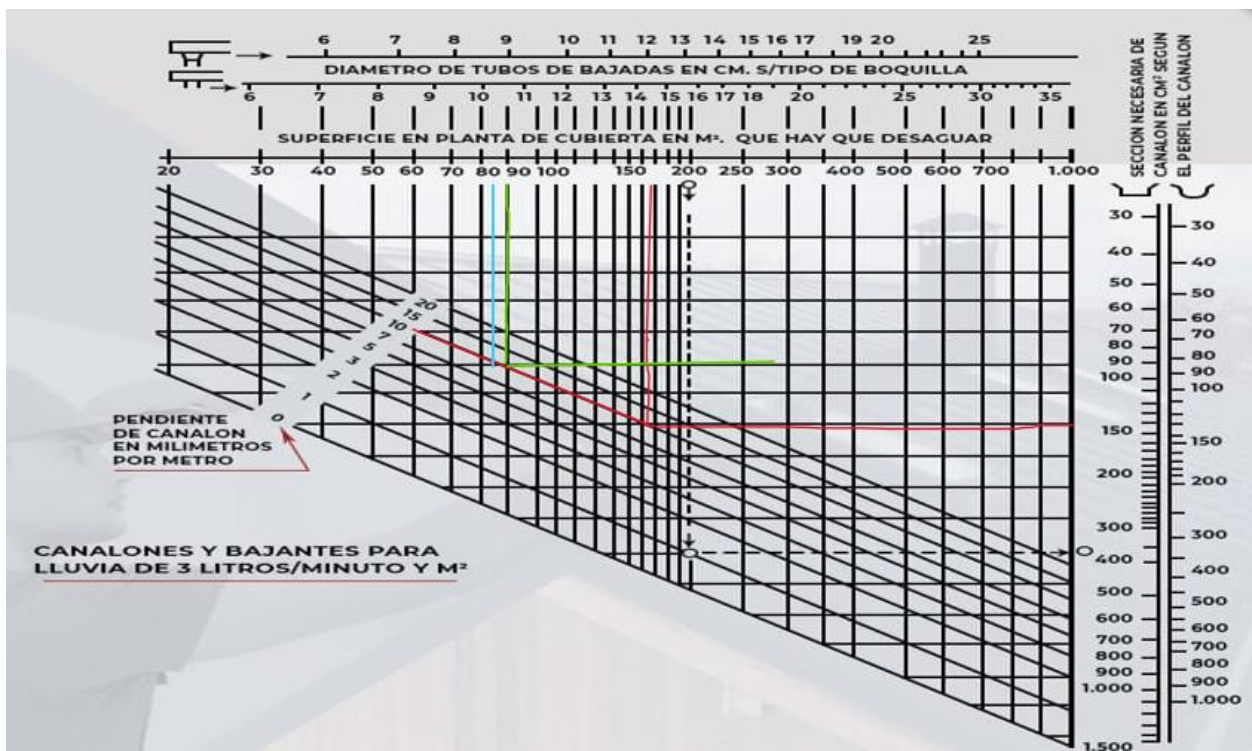
DICTAMEN TÉCNICO: La canaleta compartida presenta una capacidad muy superior a la demanda crítica.

Estado:  CUMPLE SATISFACTORIAMENTE.

Resumen, verificación de las secciones de canal

Ubicación	Superficie Aportante (m ²)	Sección Requerida (Ábaco)	Sección Real Instalada	Factor de Seguridad	Estado
Techo 1 (Centro de Idiomas)	88,20 m ²	90 cm ²	224 cm ² (14x16)	2.48	☒ CUMPLE
Techos 2 y 3 (Compartida)	86,10 m ²	85 cm ²	280 cm ² (20x14)	3.29	☒ CUMPLE

Ábaco para evaluar o definir secciones de canales de aguas y cantidad de bajadas de aguas lluvias



6.8 FACTORES Y CAUSAS IDENTIFICADAS

Para identificar los factores y causas que generan la problemática se utilizaran dos mecanismos de identificación, para que este análisis sea de forma transversal y parcial sin dejar ningún elemento que pueda ser relevante para este análisis y diagnóstico inicial de la cubierta de techumbre del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas.

6.8.1 Método ISHIKAWA

Utilizando el método Ishikawa, se ha determinado que el problema principal y que llevo a la necesidad de este trabajo de título. Al ser estas instalaciones muy relevantes para la comunidad educativa de la Universidad del Bío Bío, presenta una alta cantidad de eventos de filtraciones de aguas lluvias durante los últimos años, que las proyecciones indican que esto puede ir en aumento de no tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir estos inconvenientes.

La cantidad de reportes indican el aumento de ingreso de aguas lluvias a los recintos, provocando daños a la infraestructura, con la necesidad de suspensión de actividades administrativas y académicas a consecuencia de ello. Lo que genera molestias en el alumnado ya que no pueden utilizar las instalaciones generando retrasos en sus actividades y rendimiento académico.

Para entender las causas que contribuyen a este problema, el método Ishikawa nos permitirá clasificar los posibles factores y causas.

Diagrama de Ishikawa: Causas de daños y suspensión de actividades académicas y administrativas en el edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas

El diagrama se enfoca en las causas raíz que contribuyeron al fallo del sistema de cubierta de techumbre durante los eventos de lluvia, provocando daños y la interrupción de actividades académicas y administrativas.

Efecto (Cabeza del Pez): Daños al Interior (Filtraciones) y Suspensión de Actividades Académicas (2 meses)

➤ **Causa Principales 1: Diseño / Infraestructura**

- Canales y Bajadas Insuficientes: Tamaño de canales y bajadas de aguas lluvias insuficiente para la evacuación de aguas.
- Pendiente insuficiente de canales de evacuación de aguas lluvias. (ver tabla: Pendientes de cubiertas y canales).
- Cálculo y diseño inadecuados de los sistemas de evacuación de aguas lluvias, canales muy extensas y bajadas de aguas insuficientes.
- Superficies de Cubiertas Aportantes: Superficies de cubiertas aportantes muy amplias (gran caudal concentrado en periodos de lluvias intensas).
- Estructura de Techumbre: Mal diseño de la estructura de techumbre o no apto para la zona geográfica.
- Fallas en el funcionamiento del sistema de evacuación pluvial (rejillas, sumideros, canaletas).

➤ **Causa Principales 2: Mantenimiento / Gestión**

- Frecuencia de Mantenimiento: Incumplimiento de cronograma o inexistente y deficiente de inspecciones y limpiezas preventivas.
- Falta de un Plan de Mantenimiento Preventivo formal: Con el cual se desarrollen labores de mantención y reparaciones de las cubiertas.
- Obstrucción de Drenajes: Acumulación de residuos, hojas o sedimentos en canales y canaletas por falta de limpieza (ver tabla: Obstrucción de drenajes y canaletas).
- Registro y Trazabilidad: Ausencia o deficiencia de registros de inspecciones, hallazgos y acciones correctivas.
- Inspecciones Deficientes: No se detectaron a tiempo las deformaciones, desgaste de materiales, acumulación de agua o fallos en sellos.

➤ **Causa Principales 3: Materiales / Componentes**

- Estado de Material de Cubierta: Condición física y funcional deteriorada de la membrana, cubierta de acero, policarbonatos, etc., por término de vida útil o falta de mantenimiento (ver tabla: Estado del material de cubierta).
- Integridad de Juntas y Sellos: Deterioro o deficiencia en el grado de conservación de juntas, sellos y elementos de terminación, causando puntos débiles (ver tabla: Integridad de juntas y sellos).
- Integridad de Impermeabilización: Baja eficiencia del sistema impermeable frente a filtraciones.
- Corrosión en Metales: Deterioro por oxidación o fatiga en canales, perfiles y bandejas (ver tabla: Corrosión o fatiga en elementos metálicos).
- **Causa Principales 4: Condiciones Ambientales**
 - Intensidad de Lluvias: Eventos importantes de aguas lluvias y alta intensidad que superaron la capacidad de un diseño ya deficiente.
 - Exposición y Desgaste: Desgaste por radiación UV, viento y contaminación ambiental (ver tabla: Condiciones climáticas y exposición).
 - Agentes externos: Anidación de aves y acumulación de sedimento corrosivo. Acumulación de hojas en periodos de otoño y obstrucción de canales y bajadas de aguas lluvias.

Resumen de Hallazgos Clave

El problema es multifactorial, originado principalmente por una debilidad en el Diseño/Infraestructura que es agravada por una deficiencia en el Mantenimiento/Gestión. Los componentes clave de fallo son:

1. Causa de Diseño (Capacidad): El diseño de la techumbre, sumado a canales y bajadas de tamaño y pendiente insuficiente, no pudo manejar el caudal de las superficies aportantes muy amplias ni la intensidad de las lluvias. Las pendientes de las canales de evacuación de aguas lluvias son menores a los porcentajes recomendados.

2. Causa de Gestión (Prevención): La falta de un mantenimiento preventivo adecuado permitió la obstrucción de drenajes (con hojas/sedimentos) y el deterioro de sellos/materiales, lo que magnificó la falla del diseño durante los eventos críticos.

Este esquema establece una base sólida para realizar el diagnóstico del objetivo específico 1, centrándose en las causas técnicas (Diseño, Materiales) y de gestión (Mantenimiento) que deberán abordar en esta propuesta.

Diagrama Método ISHIKAWA

- a) Diseño e Infraestructura
- b) Mantenimiento y Gestión
- c) Materiales y Componentes
- d) Condiciones Ambientales y Agentes Externos

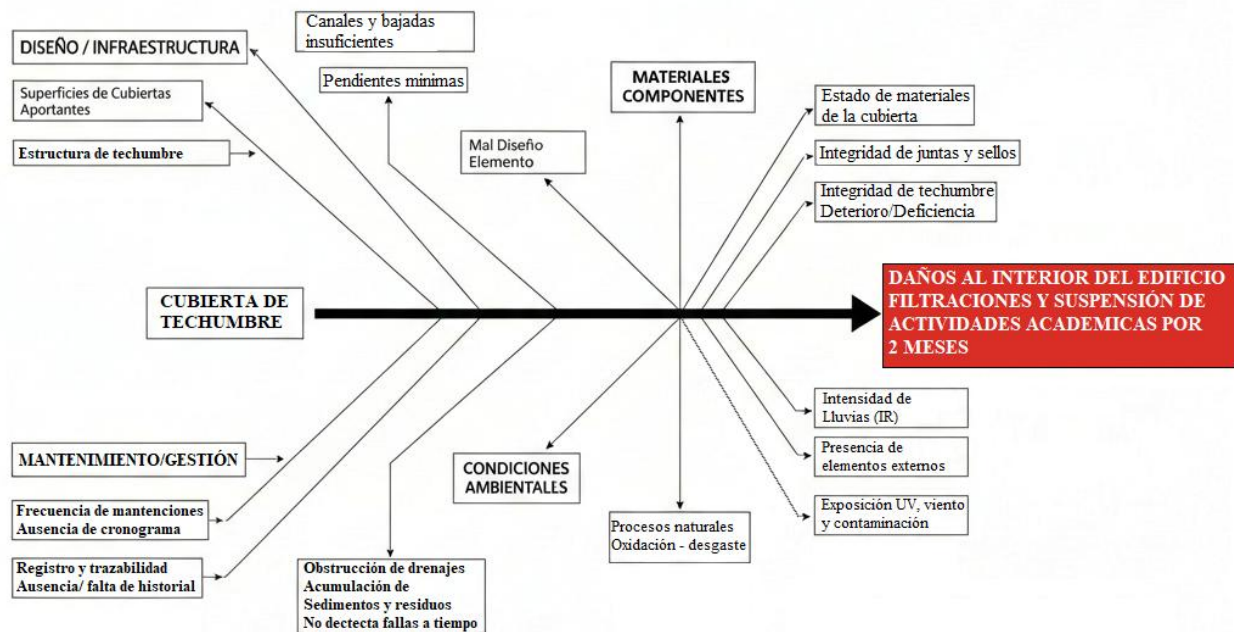


Figura 15: Diagrama de ISHIKAWA

Fuente: Elaboración propia

6.8.2 Aplicación del Método de los 5 Porqués

Descripción del método

El método de los 5 Porqués se empleará como una SEGUNDA herramienta de análisis causal que nos permitirá profundizar progresivamente en el problema, formulando preguntas sucesivas hasta identificar la causa raíz. En el presente trabajo, este método se utiliza de manera complementaria al Diagrama de Ishikawa, con el propósito de validar, jerarquizar y profundizar las causas identificadas previamente, evitando análisis superficiales o enfoques únicamente sintomáticos.

La aplicación del método permite identificar no solo fallas técnicas evidentes, sino también deficiencias de gestión, planificación y mantenimiento, que inciden directamente en el comportamiento y desempeño de la infraestructura de cubierta del edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas.

Problema principal identificado

Filtraciones de aguas lluvias y anegamiento en los recintos interiores del edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas, lo que genera inseguridad en el uso de los espacios, suspensión de actividades académicas y deterioro de la infraestructura interior.

Desarrollo del análisis de los 5 Porqués

Pregunta 1. ¿Por qué se producen anegamientos y filtraciones de aguas lluvias en los recintos interiores?

Porque durante eventos de precipitaciones se produce el ingreso de aguas lluvias hacia los recintos, afectando pisos, muros y cielos, aun cuando se han realizado intervenciones de mantenimiento correctivo.

Pregunta 2. ¿Por qué ingresan las aguas lluvias al interior del edificio?

Porque el sistema de cubierta y evacuación de aguas lluvias (cubierta metálica, canales, hojalaterías, bajadas de aguas lluvias y cubetas) presenta fallas de impermeabilidad y no asegura una evacuación eficiente del agua.

Pregunta 3. ¿Por qué el sistema de cubierta de techumbre no cumple adecuadamente su función de impermeabilidad y evacuación de aguas lluvias?

Porque existen deficiencias en el diseño y la configuración del sistema respecto a la zona climática, además de un deterioro progresivo de sus componentes producto de la falta de mantenimiento sistemático, acumulación de residuos, envejecimiento de materiales y acción de agentes externos.

Pregunta 4. ¿Por qué los elementos de la cubierta de techumbre presentan deterioro y falta de condiciones operativas?

Porque no se ejecuta un mantenimiento preventivo planificado, realizándose únicamente intervenciones puntuales una vez que la falla se ha manifestado, bajo un enfoque mayoritariamente reactivo.

Pregunta 5. ¿Por qué no existe un mantenimiento preventivo planificado para la cubierta de techumbre?

Porque la institución no cuenta con un procedimiento formal ni un programa estructurado de mantenimiento preventivo para cubiertas, priorizando históricamente un modelo correctivo debido a restricciones presupuestarias y a la necesidad de atender múltiples requerimientos en el campus.

Causa raíz identificada:

La inexistencia de un procedimiento y un programa formal de mantenimiento preventivo para las cubiertas del edificio C17 Centro Idiomas - Doctorado de Matemáticas, ha generado un deterioro progresivo de sus componentes, provocando fallas recurrentes, filtraciones significativas, interrupción de actividades académicas y un aumento considerable en los costos asociados a reparaciones correctivas y daños interiores.

Diagrama Método 5 ¿Por qué?

Método de los 5 Porqués

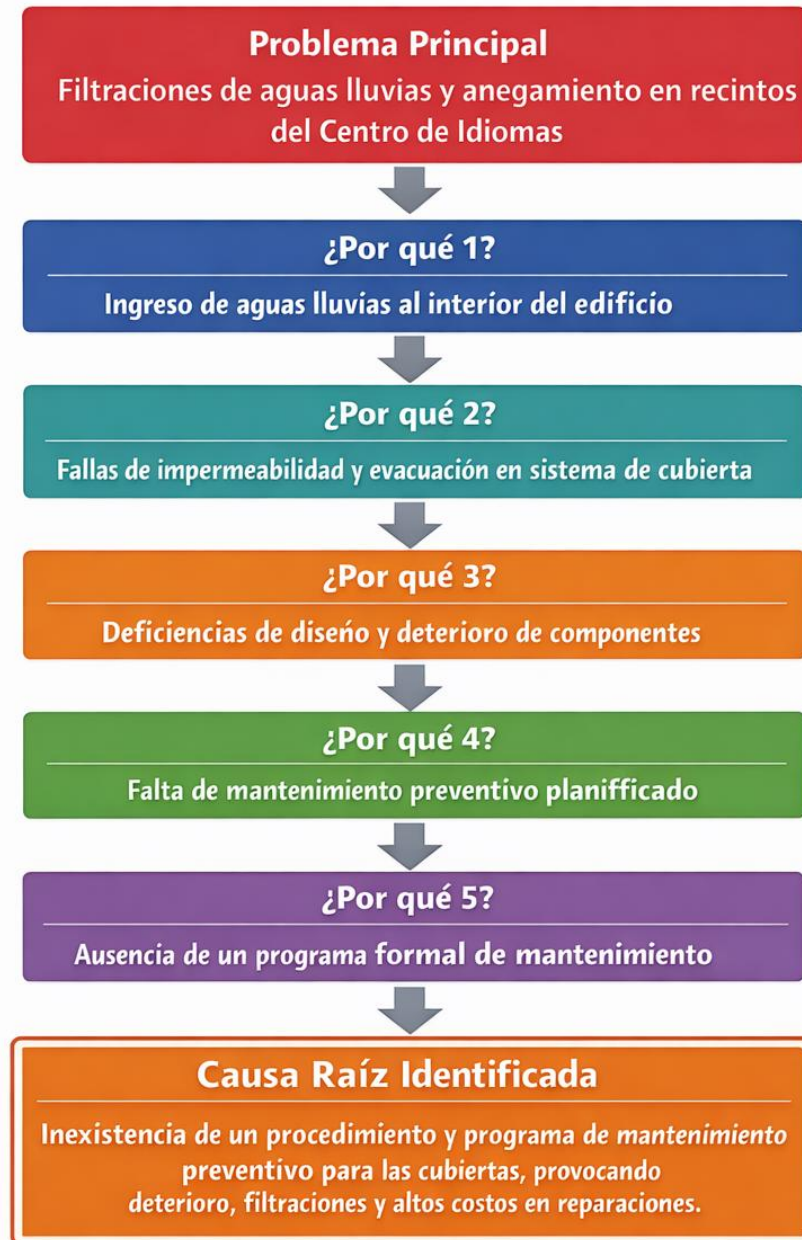


Figura 16: Diagrama de los 5 ¿Por qué?

Fuente: Elaboración propia

6.9 CONCLUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUBIERTA DE TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

El análisis efectuado mediante el Diagrama de Ishikawa y el método de los 5 Porqués permitió abordar la problemática del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas desde una perspectiva integral. Se determinó que las filtraciones no responden a un evento aislado, sino a la interacción de factores de diseño, mantenimiento, materiales y condiciones ambientales.

Desde el enfoque técnico, se identifican debilidades en la capacidad hidráulica y configuración del sistema de cubierta, tales como pendientes insuficientes, canales extensas con bajadas limitadas y una relación desfavorable entre superficies aportantes y capacidad de evacuación. Estas condiciones disminuyen el margen de seguridad frente a eventos de lluvia intensa propios de la zona.

Sin embargo, la investigación establece que la variable más incidente corresponde a la gestión del mantenimiento. La ausencia de un programa formal de mantenimiento preventivo ha favorecido la obstrucción de drenajes, el deterioro de sellos y la corrosión de componentes, consolidando un modelo reactivo que interviene solo cuando la falla ya se ha manifestado.

La causa raíz identificada es la inexistencia de un procedimiento estructurado de mantenimiento preventivo para la cubierta, lo que ha permitido un deterioro progresivo del sistema y la reiteración de filtraciones con impacto operativo y académico.

En consecuencia, el diagnóstico técnico justifica la implementación de un plan de mantenimiento preventivo formal, orientado a mejorar la confiabilidad del sistema, resguardar la infraestructura y asegurar la continuidad operacional del edificio.

7. FASE 2: DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CUBIERTA DE TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO.

7.1 INTRODUCCIÓN

La finalidad de este capítulo y en base a la información recabada y al contexto conocido del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas, es crear un plan de mantenimiento preventivo definido y detallado que sirva de guía para la realización de levantamiento de las condiciones de la cubierta de techumbre, definir las intervenciones, reparaciones, realizar recomendaciones, definir periodos de limpieza y realizar inspección correcta de las cubiertas de techumbre.

Reconocer los marcos legales o normativos que puedan regular o indicar las responsabilidades.

Componiendo una estructura en base a las indicaciones de la normativa aplicable y a las recomendaciones de empresas dedicadas a este tipo trabajo, fabricantes y proveedores, se diseñarán fichas de inspección y registro que nos permitan realizar una revisión ordenada en terreno de todos los elementos de cubiertas de techumbres del edificio.

Establecer claramente los plazos y la periodicidad en la que se deben realizar las acciones necesarias para asegurar el funcionamiento y la integridad de la cubierta de techumbre y su impermeabilidad. Un cronograma de mantenimiento con frecuencias definidas de las acciones necesarias a realizar.

7.2 NORMATIVA APLICABLE

¿Qué es una cubierta de techumbre?

Desde la perspectiva de la ingeniería, una techumbre se define como el sistema constructivo integral que constituye el cierre superior de una edificación. A diferencia de la "cubierta" (que es solo la piel exterior superior) y su sistema de evacuación de aguas lluvias, la techumbre comprende tanto la estructura resistente como los elementos de aislación y cierre.

La cubierta de techumbre es la capa exterior que protege una construcción de los elementos (lluvia, viento, sol), instalada sobre la estructura (vigas), y puede ser de diversos materiales como metal (zinc, acero), tejas (cerámica, pvc), paneles aislantes (sandwich) o incluso concreto, ofreciendo diferentes niveles de aislamiento, durabilidad y estética, y hay tipos como a dos aguas, planos, etc., para distintos estilos y necesidades adaptándose a la geometría de las edificaciones.

Sus componentes principales desde el diseño estructural y civil son:

1. Estructura Resistente Techumbre (Esqueleto)

Es el conjunto de elementos encargados de soportar el peso propio, las cargas climáticas (lluvia, nieve, viento) y eventuales sobrecargas de mantenimiento, transmitiéndolas a los muros o columnas:

Cerchas o Tijerales: Estructuras trianguladas (como el tipo Fink) compuestas por pares (vigas inclinadas), tirantes (viga horizontal inferior) y diagonales.

Costaneras o emplacado estructural: Listones horizontales que se fijan sobre las cerchas o planchas de madera que cubren toda la superficie, para recibir directamente el material de cubierta de techumbre.

Vigas de amarre o soleras: Elementos que conectan la techumbre con la estructura vertical de la casa, muros estructurales de transferencia de cargas.

2. Cubierta de techumbre (Techo)

Es el elemento que garantiza la estanqueidad del sistema:

Material de recubrimiento: Planchas de zinc, tejas, membranas asfálticas o TPO.

Accesorios de hojalaterías: Cumbreiras (línea más alta), frontones, coronaciones, botaguas o corta goteras, limatesas. limahoyas y canaletas.

3. Sistemas Complementarios

Barreras de humedad y aislamiento: Fieltro asfáltico o membrana hidrorrepelente para evitar filtraciones y materiales como lana de roca o poliestireno para el cumplimiento de la reglamentación térmica (RT 2025/2026).

Drenaje: Canaletas y bajadas de agua diseñadas según el cálculo de intensidad de lluvia local.

En resumen, la techumbre no es solo "el techo", sino un diafragma estructural que debe garantizar la estabilidad del edificio ante sismos y vientos, además de asegurar el confort térmico y la impermeabilidad evitando el ingreso de aguas y humedad al interior de los recintos.

¿Cómo se regula el mantenimiento de cubiertas en Chile?

En Chile, no existe una normativa legal única que regule el mantenimiento de las cubiertas de los edificios, sino que se aplica a través de: la Ley General de Urbanismo y Construcciones, las normativas municipales, las exigencias para permisos de obra y el Código Civil, que responsabiliza a los propietarios del buen estado de sus bienes. Es fundamental seguir las recomendaciones de los fabricantes de las cubiertas, realizar inspecciones visuales periódicas, mantenerlas limpias, reparar los daños y considerar la asesoría de profesionales para garantizar la seguridad y longevidad de la infraestructura.

Marco Legal y Normativas:

Ley General de Urbanismo y Construcciones: Establece las bases para la construcción y el mantenimiento de las obras, exigiendo que las reparaciones se realicen con autorización y bajo la supervisión de profesionales cualificados.

Permisos de Obra: Para realizar cualquier modificación o ampliación en una cubierta existente, es necesario obtener un permiso municipal que avale la intervención.

Copropiedad Inmobiliaria: En el caso de edificios o condominios, se debe contar con la aprobación de la asamblea para intervenir los bienes comunes, como la cubierta.

Responsabilidad del Propietario: El propietario es responsable de los defectos y fallas que ocurran en su propiedad, incluyendo los daños causados por un mantenimiento o manipulación incorrecta.

De acuerdo con la Ley General de Urbanismo y Construcciones y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, el mantenimiento de techumbres y la prevención de filtraciones de aguas lluvias están regulados principalmente a través de exigencias de diseño y ejecución que buscan asegurar la impermeabilidad y la correcta evacuación de aguas. La OGUC establece que las techumbres deben ser diseñadas y construidas de manera que permitan la salida del vapor de agua al exterior, evitando así la acumulación de humedad y el riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales, lo que indirectamente contribuye a prevenir filtraciones. Para acreditar el cumplimiento de estas exigencias, se requiere una Memoria de Cálculo que verifique la ausencia de riesgo de condensación, conforme a la NCh 1973 y a las condiciones de cálculo definidas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo mediante Resolución.

La normativa exige que los aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto cubran en forma continua el máximo de la superficie de los complejos de techumbre, procurando la continuidad de la envolvente térmica, la que solo puede interrumpirse por elementos estructurales o canalizaciones de instalaciones. Esta continuidad es fundamental para evitar puntos vulnerables donde puedan producirse filtraciones de aguas lluvias. Además, en techumbres que contemplen entretecho, se debe considerar la incorporación de rejillas, celosías u otros elementos

que permitan la ventilación cruzada, lo que ayuda a mantener condiciones adecuadas de humedad y reduce el riesgo de deterioro por filtraciones.

En el caso de recintos contiguos a la edificación, como bodegas, logias, quinchos o estacionamientos cubiertos, la OGUC los considera como recintos abiertos para efectos de la reglamentación y no les exige acondicionamiento térmico, pero sí deben cumplir con las soluciones constructivas especificadas en el proyecto para asegurar la protección frente a la humedad y las aguas lluvias.

La normativa no establece un régimen de mantenimiento periódico obligatorio, pero sí exige que las soluciones constructivas y los materiales utilizados sean adecuados para evitar filtraciones y garantizar la durabilidad de la techumbre. El cumplimiento de estas exigencias debe ser acreditado en la etapa de proyecto y verificado en la recepción final de la obra.

En Chile, la regulación del mantenimiento de cubiertas y techumbres no se encuentra en un único "reglamento de techos", sino que se articula a través de tres pilares legales y técnicos: la normativa urbana, la ley de copropiedad y las garantías de construcción.

A continuación, se detalla cómo se regula según el contexto:

1. Marco Legal y Normativo (OGUC)

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) es el cuerpo normativo principal. Define la techumbre como parte de la "obra gruesa" y establece exigencias mínimas de:

- Acondicionamiento térmico: El artículo 4.1.10 obliga a que los complejos de techumbre cumplan con estándares de transmitancia térmica según la zona climática.
- Resistencia al fuego: Las cubiertas deben cumplir con normas de seguridad ante incendios (como la NCh935) para evitar la propagación de llamas entre edificaciones.
- Hermeticidad: Aunque no dicta una frecuencia de limpieza, la OGUC exige que el diseño asegure la evacuación de aguas lluvias para evitar daños estructurales.

2. Ley de Copropiedad Inmobiliaria (Ley 21.442)

Si vives en un edificio o condominio, la regulación es mucho más estricta:

- Bienes Comunes: La techumbre es considerada un bien común esencial. Por lo tanto, su mantenimiento es responsabilidad de la Administración del edificio.
- Gastos Comunes: Los costos de limpieza de canaletas, reparación de filtraciones o cambio de tejas se financian a través del fondo de reserva o gastos comunes ordinarios.
- Plan de Emergencia: La ley exige que los edificios tengan un plan que incluya la revisión de instalaciones, donde la cubierta es crítica para prevenir inundaciones en invierno.

3. Plazos de Garantía (Ley General de Urbanismo y Construcciones)

El mantenimiento también está ligado a la responsabilidad del constructor o inmobiliaria. Existen plazos legales para reclamar fallas en las cubiertas:

- 10 años: Para fallas que afecten la estructura soportante de la techumbre (vigas, cerchas).
- 5 años: Para fallas en los elementos constructivos o instalaciones (filtraciones directas, problemas en el material de cubierta).

4. Normas Técnicas (NCh)

Existen normas específicas del Instituto Nacional de Normalización (INN) que, aunque a veces son voluntarias, son el estándar que exigen los seguros y las inspecciones municipales:

- NCh1156: Regula las especificaciones técnicas en la construcción de cubiertas.
- NCh186 y NCh222: Detallan los requisitos para materiales específicos como planchas de fibrocemento o metálicas.

Recomendaciones de Buenas Prácticas

Aunque la ley no te multará por no limpiar el techo de una casa particular, el Manual de Uso y Mantenimiento de la Vivienda (entregado por las inmobiliarias y avalado por el MINVU) sugiere:

1. Limpieza semestral: Especialmente en otoño (antes de las lluvias) y primavera.
2. Inspección de fijaciones: Revisar que los tornillos o ganchos no tengan corrosión.
3. Hojalatería: Verificar que las uniones de canaletas y bajadas de agua estén selladas.

Recomendaciones Generales de Mantenimiento: Entregadas por fabricantes de cubiertas de acero.

- Limpieza Regular: Limpiar la cubierta anual o semestralmente para eliminar hojas, suciedad y otros escombros que puedan obstruir las canaletas y causar filtraciones.
- Inspección Visual: Revisar periódicamente la firmeza de los elementos de fijación, la integridad de la membrana impermeable y el estado de las planchas o elementos de revestimiento.
- Reparación de Defectos: Corregir cualquier daño, desajuste o desplazamiento de las membranas o planchas para evitar exponer el aislamiento térmico y el daño a la estructura.
- Cuidado de Sellos: Inspeccionar y reparar los sellos en la cubierta, incluyendo los de las canales, para prevenir filtraciones.
- Seguridad: Utilizar siempre las medidas de seguridad adecuadas, como arneses y otras protecciones, al trabajar en la cubierta para evitar caídas y otros accidentes.
- Consideraciones Adicionales: Correcta instalación de elementos complementarios, unidades exteriores de aires acondicionado, ductos de evacuación de gases, otros.
- Asesoramiento Profesional: Consultar con un profesional calificado puede ayudar a evaluar la condición de la cubierta y asegurar que se cumplen las normativas de seguridad y construcción.

7.3 QUE INPECCIONAR Y COMO, IDENTIFICACION DE ELEMENTOS DE CUBIERTA DE TECHUMBRE Y EL PROCEDIMIENTO DE REVISION E INSPECCIÓN

Antes de realizar una inspección se debe tener en consideración lo siguiente:

¿Por qué se debe realizar la inspección de las cubiertas de techumbre?

Se debe inspeccionar frecuentemente las cubiertas de techumbre para prevenir daños mayores, filtraciones recurrentes o repentinas y problemas estructurales, ahorrando dinero a largo plazo, protegiendo la inversión y el valor de la infraestructura, y asegurando la seguridad y confort interior, lo que ayuda a detectar a tiempo pequeños desperfectos antes de que se agraven por el desgaste o por efectos del clima.

Tabla de elementos de cubierta de techumbre y procedimiento de revisión e inspección

Cada elemento de la cubierta de techumbre debe ser identificado, ya que el modo de inspección y los detalles de cada uno puede ser relevante para el funcionamiento de la cubierta de techumbre.

Las tareas de mantención deben tener un objetivo claro con frecuencias definidas, considerando la ubicación geográfica.

El cómo se debe revisar y quien es el responsable de cada acción o tarea, debe ser definida de tal forma que no queden consideraciones o acciones tomadas a criterio, esto ayuda a no dejar ningún elemento sin observación analítica de su funcionamiento. Además de reconocer e indicar claramente quien será el responsable de la inspección, reparación, reemplazos de elementos y recepción de trabajos realizados.

Para tal efecto se definen los puntos relevantes ver en tablas anexadas:

Ver Anexo 1.1: IDENTIFICACION DE ELEMENTOS DE CUBIERTA DE TECHUMBRE Y SU PROCEDIMIENTO DE REVISION E INSPECCIÓN.

Ver anexo 1.2: INTEGRIDAD DE JUNTAS Y SELLOS.

7.4 DISEÑO DE FICHAS DE INSPECCIÓN Y REGISTRO DE LA CUBIERTA DE TECHUMBRE

Ítems principales de la ficha de inspección

Inicio proceso de inspección

1. Seguridad y precaución

1.1 Verificar uso de arnés de seguridad y línea de vida.

1.2 Utilizar zapatos de seguridad con suela antideslizante si es posible.

1.3 Herramientas básicas (atornillador, escobilla de acero, sellador de poliuretano).

2. Limpieza general	Instrucciones
2.1 Retiro de escombros	Eliminar hojas, ramas, nidos de pájaros y basura acumulada, especialmente en canales y limahoyas.
2.2 Limpieza de sedimentos	Barrer o lavar con agua a baja presión el polvo y barro acumulado en los valles de la plancha PV4.
2.3 Control de vegetación	Eliminar musgo, líquenes o plantas que puedan haber enraizado en sedimentos acumulados, ya que sus raíces pueden dañar el recubrimiento.
3. Fijaciones (tornillos y golillas)	
3.1 Verificación de apriete	Revisar que todos los tornillos autoperforantes no estén sueltos. Si giran con la mano, deben apretarse o reemplazarse por uno de mayor diámetro (sobremedida) si la rosca de la costanera está rota.
3.2 Estado de golillas (sellos de goma)	Revisar si las golillas de neopreno/EPDM están resacas, agrietadas o inexistentes. Reemplazar cualquier tornillo cuya golilla este dañada para evitar filtraciones hacia el interior.

3.3 Corrosión en fijación	Cambiar tornillos oxidados antes de que la corrosión se transfiera a la plancha. (Obligatorio)
4. Estado de chapa y Recubrimiento	
4.1 Corrosión de bordes	Revisar los bordes cortados de los paneles (aleros y traslapes). Si hay óxido, lijar y aplicar anticorrosivo.
4.2 Daños mecánicos	Buscar abolladuras, perforaciones o grietas en la chapa superior. Si hay una perforación, sellar con masilla de poliuretano o parche de membrana asfáltica según corresponda.
4.3 Estado de pintura/Recubrimiento	Verificar si hay ampollas o un desprendimiento del recubrimiento protector.
5. Sellos y Uniones (Estanquedad)	
5.1 Traslapes longitudinales	Revisar la unión lateral entre paneles. Si el sello de fabrica (cinta bucólica interna) ha fallado, aplicar un cordón de sellador de poliuretano exterior.
5.2 Cumbreras y caballetes	Verificar que los caballetes estén bien fijados y que el sello (espuma bajo el caballete que copia la forma del pv6) esté en su lugar para evitar entrada de agua por viento.
5.3 Sellos de silicona antiguos	Revisar sellos en remates y hojalatería. Si están resacos o despeados, retirar y aplicar sello nuevo.
6. Sistema de evacuación de aguas lluvias (canales y bajadas)	
6.1 Limpieza de canales	Asegurar que no haya obstrucciones en la salida hacia las bajadas.
6.2 Pendiente	Echar agua y verificar que no se formen "pozas" (ponding) en la canaleta. El agua estancada acelera la corrosión.
6.3 Uniones de canaletas	Revisar que las soldaduras o sellos de las uniones de la canaleta no filtren y que las uniones no estén partidas.
7. Puntos singulares	

7.1 Sellos perimetrales	Revisar el sello alrededor de las tuberías de ventilación o chimeneas.
7.2 Estado de gorros y faldones	Verificar que no estén sueltos u oxidados.
7.3 Plancha de fibra de vidrio	Identificar "Afloramiento" de fibra: Con los años, la fibra de vidrio pierde su capa de resina y se sienten los "pelitos" de la fibra. Esto atrapa mucha mugre.
7.4 Fibra de Vidrio	Identificar rupturas que pueda contener la plancha, y contenido de fibra expuesta ya que la fibra con el tiempo se desprende y eso acumula suciedad.
7.5 Policarbonato	Identificar que no esté con hendiduras y en algunos casos con rupturas por fijaciones, evitar Silicona Acética (olor a vinagre), Poliuretano (a veces despegas).
7.6 Limpieza plancha de policarbonato	Jabón líquido neutro (detergente de cocina suave o champú de bebé), Paño de microfibra o esponja suave, y agua tibia. Prohibido: No uses escobas duras, virutilla, espátulas metálicas, bencina, thinner, cloro ni limpiavidrios con amoníaco.
7.7 Manta de zincalum	Determinar estado de la placa y grado de oxidación, identificar si tiene perforaciones por oxido para cambio, y determinar si tiene abolladuras que afecten juntas o sellos para su cambio.
8. Inspección interior (bajo la cubierta)	
8.1 Puntos de luz	Identificar puntos de luz en la cubierta, estas pueden ser importantes puntos de filtración.
8.2 Manchas de humedad	Buscar manchas amarillas o aureolas en el cielo falso o en la cara inferior del panel sándwich. Esto indica una filtración activa desde arriba o problemas de condensación.

Ver Anexo 2.1: CHECKLIST REVISIÓN DE CUBIERTA.

Ver anexo 2.2: TABLA DE OBSERVACIONES.

7.5 DEFINICIÓN DE CRONOGRAMA PARA REVISIONES Y MANTENIMIENTO PROGRAMADOS DE LA CUBIERTA DE TECHUMBRE

En base a lo ya descrito, definido el método de revisión, las tareas que se deben realizar se debe realizar un cronograma para realizar las revisiones y mantenimiento programado para las cubiertas de techumbre y que sea adecuado para el edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas.

Razones clave para la inspección frecuente:

- Prevención de filtraciones y humedad: Detectar fisuras, desgaste o canales de aguas lluvias obstruidas evita que el agua penetre y dañe la estructura, aislamientos y fachadas.
- Ahorro económico: Reparar problemas pequeños es mucho más barato que corregir daños grandes por negligencia o inacción, como podredumbre de madera, daños eléctricos y en equipamiento.
- Mantenimiento de la vida útil: Un techo bien cuidado dura más, protegiendo la inversión o alargando su vida útil.
- Eficiencia energética: Las fugas y materiales dañados provocan pérdidas de calor, aumentando las facturas de energía; el mantenimiento regular mejora la eficiencia.
- Seguridad y confort: Garantiza que la cubierta esté en buen estado para proteger a los ocupantes de elementos externos y mantiene un ambiente interior confortable.
- Preparación ante el clima: Las inspecciones previas y tras tormentas fuertes o al final del verano (antes de lluvias) previenen daños por vientos, granizo o acumulación de hojas durante el periodo de otoño.
- Cumplimiento normativo: Algunas normativas sugieren inspecciones periódicas para asegurar el cumplimiento de estándares de seguridad, la impermeabilidad de las edificaciones y su mantenimiento.

¿Cuándo inspeccionar?

- Anualmente: Es la recomendación general, preferiblemente a finales del verano y antes del invierno, los periodos no lluviosos nos permiten realizar intervenciones mayores sobre cubiertas sin correr riesgos, se pueden reemplazar elementos como, cubierta y canales de aguas lluvias, que en periodos de lluvia o invierno seria complejo dependiendo la zona climática.
- Después de eventos climáticos extremos: Inmediatamente en lo posible después de tormentas fuertes o granizadas, para identificar posibles fallas o daños después de un evento climático.
- Si la edificación es antigua o se encuentra en una zona expuesta: Las cubiertas de más de 15 años o en climas severos pueden requerir revisiones más frecuentes.

Por lo tanto, es importante además conocer el comportamiento del clima en la región y en el sector

Además de su ubicación dentro de la institución identificando los factores que pueden afectar en su correcto desempeño e integridad.

Comportamiento del clima en la zona

Según la Dirección Meteorología de Chile, este fue el comportamiento de las precipitaciones durante el año, lo cual en comparación con los problemas detectados en el edificio son coincidentes y se deben tener en consideración al momento de realizar y proponer este programa de revisión y reparaciones de la cubierta de techumbre del edificio.

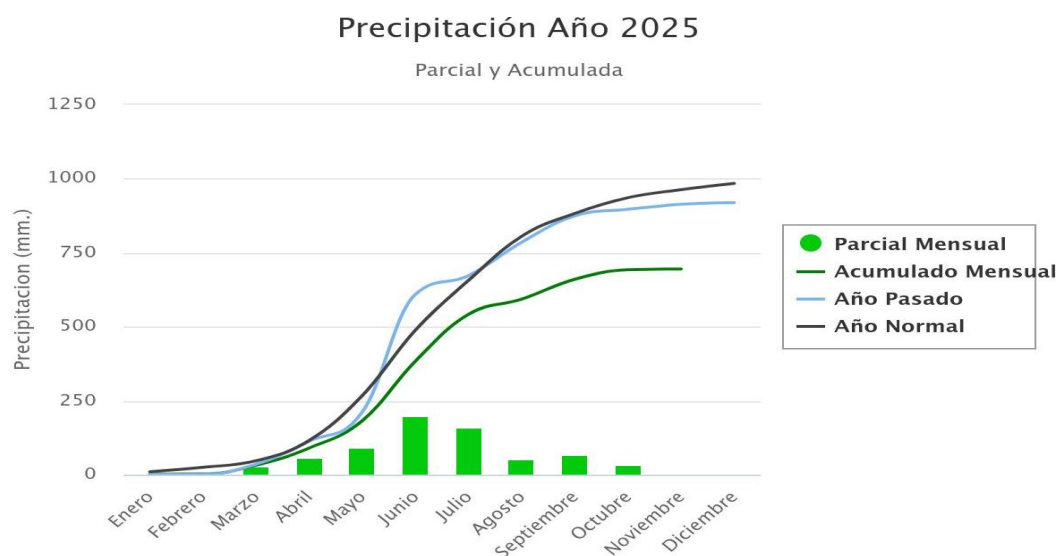


Gráfico 1.5: Registro anual e histórico de precipitaciones de la ciudad de Concepción

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

Esto coincide con los registros históricos de reportes de filtraciones que mayormente se presentan entre los meses de abril y agosto.

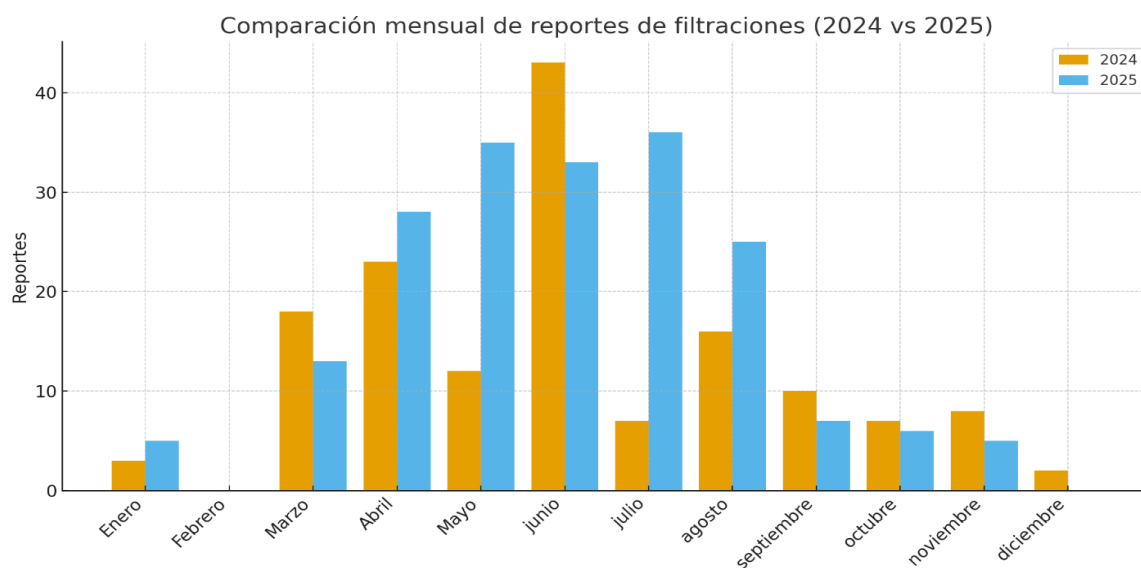
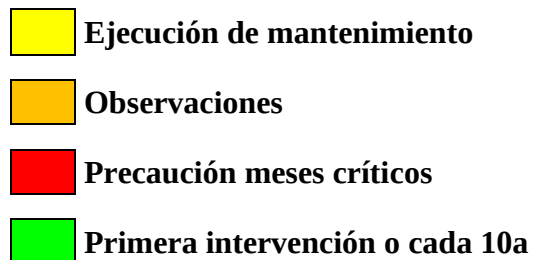


Gráfico 1.6 Comportamiento de reportes durante un año

Fuente: Elaboración propia con información

Cronograma de reparaciones y mantenimiento de cubierta de techumbre

Etapas	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
2.1 Retiro de escombros												
2.2 Limpieza de sedimentos												
2.3 Control de vegetación												
3.1 Verificación de apriete												
3.2 Estado de golillas goma												
3.3 Corrosión en fijación												
4.1 Corrosión de bordes												
4.2 Daños mecánicos												
4.3 Estado de pintura												
5.1 Traslapes longitudinales												
5.2 Cumbreras y caballetes												
5.3 Sellos de silicona antiguos												
6.1 Limpieza de canales												
6.2 Pendiente												
6.3 Uniones de canaletas												
7.1 Sellos perimetrales												
7.2 Estado de gorros y faldones												
7.3 Plancha de fibra de vidrio												
7.4 Fibra de Vidrio												
7.5 Policarbonato												
7.4 Limpieza plancha de policarbonato												
7.5 Mantas de zincalum												
8.1 Puntos de luz												
8.2 Manchas de humedad												



7.6 CONCLUSIÓN DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA CUBIERTA DE TECHUMBRE DEL EDIFICIO C17 CENTRO IDIOMAS - DOCTORADO DE MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Conociendo este cronograma y conociendo las tareas por realizar se puede generar un estimativo de las intervenciones a realizar y en qué periodo de tiempo definido se deberán llevar a cabo.

Esta información nos facilitara la evaluación de la propuesta económica, realizando un comparativo entre los gastos ya realizados en reparaciones y los gastos proyectados, estimados por este trabajo.

**8. FASE 3: EVALUACIÓN ECONOMICA DE LOS COSTOS DEL TIPO DE
MANTENIMIENTO ACTUAL Y PROPUESTA ECONOMICA SEGÚN EL
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO.**

8.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se profundizará en el escenario actual, analizando los recursos históricos versus los invertidos en la cubierta de techumbre del edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas durante el año 2025, con la finalidad de realizar una comparación entre este y los costos proyectados que se determinaran en este capítulo.

Teniendo en consideración el mecanismo de trabajo actual, considerando los costos del contrato vigente del Servicio de Reparación y Mantenimiento de Techumbres y Hojalaterías de la Universidad del Bío Bío. El cual nos ayudara a estimar los costos de los trabajos a realizar y así poder hacer los análisis comparativos entre los costos proyectados y los costos históricos que se han registrado en este edificio.

8.2 ANALISIS DEL ESCENARIO ACTUAL

Como ya observamos en el punto 2.4 de este trabajo de título, la institución ha tenido que desembolsar una cantidad considerable de recursos en la reparación y mantenimiento de sus techumbres.

Solo en el año 2025 y tras los eventos de gran impacto, en el edificio C17 Centro de Idiomas – Doctorado de Matemáticas presento una alta inversión con la finalidad de habilitar en el más breve plazo las instalaciones afectadas lo que se detalla a continuación:

C17 Doctorado de Matemáticas- Centro Idiomas	2025
SERVICIO DE TECHUMBRES	\$5.074.817
SERVICIO DE TECHUMBRES	\$6.701.563
SERVICIO DE TECHUMBRES	\$2.161.254
SERVICIO DE TECHUMBRES	\$3.126.194
SERVICIO DE TECHUMBRES	\$2.720.676
SERVICIO DE PINTURA Y CARPINTERIA	\$6.813.702
SERVICIO DE PINTURA Y CARPINTERIA	\$9.267.720
SERVICIO ELECTRICO	\$201.110
SERVICIO AACC	\$650.000
TOTAL	\$36.717.036

Reparaciones de urgencia de techos: **\$ 19.784.504.-**

Otras reparaciones interiores, carpinterías, revestimientos y pinturas: **\$ 16.932.532.-**

¿Costo por no funcionamiento o suspensión de actividades?

- Costos por inacción o prevención.
- Indirectos, equipamiento, suspensión actividades, falta de salas de clases, etc.
- Recursos, personal, tiempo, materiales, etc

8.3 COSTOS DEL MODELO PROPUESTO

En base al diagnóstico y diseño del plan propuesto se determina:

- Inspecciones periódicas de acuerdo al programa recomendado.
- Limpieza y mantención de drenajes.
- Resellado programado de sellos de poliuretanos, en uniones de canales y traslapes de hojalaterías.
- Intervenciones planificadas y seguras.
- Control técnico del deterioro, realizando inspecciones permanentes con las recomendaciones entregadas.

8.3.1 Costo de inversión inicial o estimado cada 10 años

Se propone una inversión inicial o una intervención cada 10 años que implica algunos trabajos mayores como reemplazo de planchas de revestimiento en malas condiciones, canales de aguas lluvias, reemplazo de fijaciones, sellos y hojalaterías.

Este costo se estimó en conjunto con la empresa del servicio de mantención de techumbre y el detalle es el siguiente:

PROYECTO:	MANTENCION DE CUBIERTA EDIFICIO C17 CENTRO DE IDIOMAS				
Institución:	UBB, campus Concepción				
NOMBRE CONSTRUCTORA: PVR INGENIERIA Y CONSTRUCCION SPA.					
Materia:	Presupuesto		PLAZO DE EJECUCION:	10 DIAS	
Fecha:	15-01-2026	Solicitado:	Pedro Pablo Valdebenito		
ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT	P.U.	TOTAL
1.4	Cambio de canal de aguas lluvias.	ml	31	\$ 35.357	\$ 1.096.067
5.10	Membrana hidrorep. Bajo canal nueva	ml	31	\$ 12.484	\$ 387.004
6.1	Reemplazo de sellos de poliuretano	un	75	\$ 30.014	\$ 2.251.050
6.3	Reemplazo de fijaciones en mal estado	un	1050	\$ 450	\$ 472.500
6.6	Limpieza de canales y cubierta	ml	64	\$ 4.000	\$ 256.000
				TOTAL, NETO	\$ 4.462.621
				TOTAL	\$ 5.310.519

8.3.2 Costo de mantenimiento anual proyectado

Se estima que para realizar un mantenimiento preventivo de la cubierta del edificio sería necesario anualmente realizar las siguientes actividades de forma obligatoria:

- Reemplazo de sellos en malas condiciones.
- Reemplazo de fijaciones en malas condiciones.
- Reemplazo de canales de aguas lluvias con presencia de perforaciones por oxidación.

PROYECTO:	MANTENCION DE CUBIERTA EDIFICIO C17 CENTRO DE IDIOMAS				
Institución:	UBB, campus Concepción				
NOMBRE CONSTRUCTORA: PVR INGENIERIA Y CONSTRUCCION SPA.					
Materia:	Presupuesto		PLAZO DE EJECUCION:	3 DIAS	
Fecha:	15-01-2026	Solicitado:	Pedro Pablo Valdebenito		
ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT	P.U.	TOTAL
1.4	Cambio de canal de aguas lluvias.	ml	11	\$ 35.357	\$ 388.927
5.10	Membrana hidrorep. Bajo canal nueva	ml	11	\$ 12.484	\$ 137.324
6.1	Reemplazo de sellos de poliuretano	un	45	\$ 30.014	\$ 1.350.630
6.3	Reemplazo de fijaciones en mal estado	un	600	\$ 450	\$ 270.000
6.6	Limpieza de canales y cubierta	ml	64	\$ 4.000	\$ 256.000
				TOTAL, NETO	\$ 2.402.881
				TOTAL	\$ 2.859.428

8.3.3 Análisis y justificación del costo de la propuesta

													IPC 5%
Etapas	Etapas	2025	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PROYECCION ANUAL	Proyección anual	\$36.717.036	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
			\$5.310.519	\$2.859.428	\$3.002.399	\$3.152.519	\$3.310.145	\$3.475.653	\$3.649.435	\$3.831.907	\$4.023.502	\$4.224.677	\$7.700.253

El análisis es correcto porque se basa en:

- Datos reales de gastos ejecutados (año 2025).
- Presupuestos formales emitidos por empresa especializada.
- Identificación de partidas críticas recurrentes (sellos, fijaciones, canales).

- Comparación entre mantenimiento correctivo (reactivo) y preventivo (planificado).
- Desde el punto de vista de la ingeniería de mantenimiento, se aplica el principio básico de gestión de activos:

“Intervenir antes de la falla es económicamente más eficiente que reparar después del daño”.

El escenario actual demuestra que la institución actúa bajo un modelo correctivo, es decir, interviene una vez ocurrido el daño, lo que genera:

- Mayor deterioro progresivo.
- Reparaciones acumulativas.
- Daños colaterales interiores.
- Interrupción operativa.

Escenario propuesto

Escenario Propuesto en base a un Modelo Preventivo con intervención mayor cada 10 años con un costo estimado de **\$5.310.519**

Si se prorroga en 10 años: $\$5.310.519 / 10 = \textbf{\$531.052 por año.}$

Y el mantenimiento anual preventivo con un costo estimado de **\$2.859.428**

Costo total anual del modelo preventivo

Mantenimiento anual: \$2.859.428

Provisión intervención mayor anualizada: \$531.052

Costo total anual estimado: \$3.390.480

8.4 ANALISIS COMPARATIVO DIRECTO ENTRE EL MODELO ACTUAL Y LA PROPUESTA

Concepto	Modelo Correctivo	Modelo Preventivo
Costo anual	\$36.717.036	\$3.390.480
Tipo de gasto	Reactivo e impredecible	Planificado y controlado
Daños colaterales	Altos	Mínimos
Riesgo operativo	Alto	Bajo

8.4.1 Diferencia económica entre el modelo actual y la propuesta

$\$36.717.036 - \$3.390.480 = \$33.326.556$ de ahorro potencial anual

Incluso si el año 2025 fue un año crítico y se asumiera que en un escenario promedio el gasto correctivo fuera un 50% menor:

\$18.358.518 vs \$3.390.480

El modelo preventivo sigue siendo aproximadamente 5 veces más económico.

Aun siendo este análisis conservador, porque no considera: Suspensión de clases, reprogramaciones académicas, deterioro del equipamiento tecnológico, horas hombre del personal de aseo y otros, riesgo estructural progresivo, riesgos eléctricos y la imagen institucional.

Si estos costos se cuantificaran, la brecha sería mayor.

8.4.2 Análisis comparativo

Atributo	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento Preventivo
Riesgo Operacional	Alto: Interrupciones inesperadas.	Controlado: Intervenciones programadas.
Gestión de Costos	Impredecibles: Gastos de emergencia.	Estables: Presupuesto planificado.
Vida Útil (Cubierta)	Menor: Desgaste acelerado.	Mayor: Máxima durabilidad.
Desempeño	Deficiente o reactivo.	Óptimo y constante.

8.5 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

El análisis comparativo entre el modelo correctivo actualmente aplicado y el modelo preventivo propuesto demuestra una diferencia económica significativa y sostenida en el tiempo. El gasto ejecutado durante el año 2025 evidencia que la falta de planificación en mantención de cubiertas no solo incrementa los costos directos de reparación, sino que genera daños colaterales que duplican prácticamente la inversión necesaria.

El modelo preventivo propuesto, con un costo anual estimado considerablemente inferior, permite controlar técnicamente el deterioro, extender la vida útil de la cubierta y evitar intervenciones de urgencia. Desde el punto de vista financiero, la implementación del plan es ampliamente viable, dado que el ahorro potencial supera ampliamente la inversión requerida.

En consecuencia, se concluye que la adopción de un plan de mantenimiento preventivo no solo es técnicamente recomendable, sino económicamente necesaria para una gestión eficiente de los recursos institucionales.

9. CONCLUSION GENERAL

Tras la evaluación de las condiciones de la infraestructura de cubierta de techumbre, el análisis de la información recopilada del edificio C17 Centro de idiomas-Doctorado de Matemáticas pudimos entender que el tipo de mantenimiento en base a la reacción no esta teniendo resultados convenientes a largo plazo, dado que se pudo evidenciar que la cubierta de techumbre esta comenzando a presentar un deterioro sostenido y en aumento.

Siendo una prioridad modificar el sistema actual y plantear un efectivo cuidado de la infraestructura a base de la prevención futura, la mantención preventiva nos ayudara a recuperar y mantener en el tiempo la infraestructura y asegurar su correcto funcionamiento, logrando mantener la impermeabilidad hacia los recintos justificando su viabilidad:

- ❖ Técnica: Alta – basado en la inspección y control sistemático de las cubiertas de techumbre.
- ❖ Económica: Favorable – evitando eventos de alto impacto, que generan grandes gastos económicos asociado a las reparaciones no previstas.
- ❖ Operacional: Reduce emergencias y tiempos operacionales sin interrupciones, no habría necesidad de suspender clases o actividades, considerando la disminución de eventos o filtraciones.
- ❖ Sustentable: Prolonga la vida útil de la infraestructura y de todos sus elementos, al no ocurrir filtraciones no se registrarán daños en elementos estructurales, revestimientos ni en el equipamiento interior del edificio.

El mantenimiento preventivo es técnica y económicamente viable.

Representa una estrategia de ingeniería eficiente que reduce riesgos, optimiza recursos y evita costos críticos como los observados en año 2025 en el edificio C17 Centro de Idiomas-Doctorado de Matemáticas.

10. BIBLIOGRAFIA

- Anuario Estadístico Institucional DGAI de la Universidad del Bío Bío, 2023.
- Plan General de Desarrollo universitario de la Universidad del Bío Bío, 2020-2029.
- Síntesis Informe de Autoevaluación Institucional de la Universidad del Bio Bio, 2024.
- Compendio Técnico de Materiales del CDT de la Cámara Chilena de la Construcción CChC, 2011.
- Reglamentación Térmica (OGUC Art. 4.1.10).
- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) Decreto Supremo N°47 (V. y U.), 1992. Artículo 4.1.10 (Reglamentación Térmica) y el Artículo 4.3.3 (Resistencia al fuego). La actualización más reciente (vía D.S. N°15, 2024).
- NCh 853:2021 - Acondicionamiento Térmico, 2007.
- Ley N° 21.305 de Eficiencia Energética, 2021.
- Itemizado Técnico de Construcción (ITC) – MINVU.
- Manual de Inspección Técnica de Obras (ITO) del MINVU / CORFO.
- Manual Técnico de Paneles PV4-PV6 de CINTAC.
- Boletín S2S – Pronóstico Subestacional y Estacional 2 de la Dirección Meteorológica de Chile, <https://climatologia.meteochile.gob.cl/>
- Manual de inspección y mantenimiento de la cubierta, RENOLIT ALKORPLAN, España, 2021.
- Moisture Control Guidance for Building Design, Construction and Maintenance, U.S. Environmental Protection Agency, April 2016.
- Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile, Dirección General de Aeronáutica Civil. Abril 2025.
- Ficha Técnica Sellador Poliuretano PU3500 de SELLOTEC SOLUEX.
- Manual de Drenaje Urbano, Dirección de Obras Hidráulicas, 2013.

11. LINKOGRAFÍA

- Dirección General de Análisis Institucional de la Universidad del Bío Bío, <https://dgai.ubiobio.cl/>
- Instituto nacional de Normalización, <https://www.inncoleccion.cl/>
- Biblioteca Nacional, <https://www.inncoleccion.cl/>
- Ministerio de vivienda y Urbanismo, <https://www.minvu.gob.cl/>
- <https://ctecinnovacion.cl/>
- <https://www.calificacionenergetica.cl/> del MINVU.
- <https://www.catalogoarquitectura.cl/cl/empresas/acerline>
- Instalación y mantenimiento de techos, Colombia, <https://bioestructuras.com/>
- Renolit Alkoplan, España, <https://www.renolit.com/es/industrias/hogar-y-construccion/exterior/cubiertas>
- <https://constructor.lacuarta.com/noticias/vitrina-del-maestro/los-revestimientos-para-cubiertas-mas-utilizados-por-los-chilenos.html>
- Soluex representante SELLOTEC, <https://www.mercadosoluex.com/>
- Cintac S.A, <https://www.cintac.cl/>

12. ANEXOS

ANEXO 1.1 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE CUBIERTA DE TECHUMBRE Y SU PROCEDIMIENTO DE REVISION E INSPECCIÓN

Elemento de la cubierta	Tarea de mantención	Objetivo	Frecuencia recomendada en Concepción (Biobío)	Cómo revisar	Criterio de reparación / reemplazo	Responsable sugerido
Revestimiento principal de cubierta (chapas, planchas, etc.)	Inspección visual general	Detectar fisuras, roturas, abolladuras, corrosión y piezas sueltas que puedan generar filtraciones	2 veces al año: una en otoño (antes de las lluvias fuertes) y otra al final de invierno, + revisión puntual tras temporales de viento/lluvia	Observar desde el exterior (y si es posible desde el entretecho) buscando cambios de color, óxido, piezas levantadas o desplazadas y acumulación de agua	Reparar o reemplazar piezas cuando haya filtraciones, perforaciones, corrosión avanzada, deformaciones que impidan el escurrimiento del agua o riesgo de voladura y desprendimiento por acción del viento	Propietario / Administrador, con apoyo de técnico
Uniones, cumbreras y encuentros (faldones, muros, chimeneas, lucarnas, mansardas, etc.)	Verificar continuidad, fijación y estanqueidad de cumbreras y encuentros	Evitar filtraciones por puntos singulares en un contexto de lluvias intensas	2 veces al año (otoño e invierno) y cuando aparezcan manchas de humedad interiores	Revisar que no existan aberturas visibles, piezas sueltas, deformaciones ni falta de fijaciones; controlar que no haya ingreso de agua en encuentros interiores	Sellar y/o cambiar piezas cuando se observen aberturas, filtraciones en cielos/muros o elementos sueltos	Técnico especializado / Maestro
Sellos, tapajuntas y membranas impermeables	Revisar estado de sellos, láminas y juntas	Mantener la impermeabilidad y evitar filtraciones y condensaciones que comprometan el desempeño térmico exigido por	1 vez al año (idealmente en otoño) y cuando aparezcan filtraciones o condensación recurrente	Revisar desde el exterior y desde el interior (entretecho/cielo) buscando fisuras, desprendimientos de sellos, arrugamientos de membranas o manchas de humedad	Reponer sellos y/o membranas cuando haya fisuras, desprendimientos, pérdida de adherencia o filtraciones visibles; revisar detalles para no perder continuidad de aislación	Técnico especializado
Canaletas y bajadas de aguas lluvias	Limpieza y desobstrucción	Garantizar el adecuado escurrimiento de aguas lluvias y evitar rebalses hacia la fachada y la techumbre	3 veces al año: fin de verano (antes de temporada lluviosa), mitad de invierno y fin de invierno; además tras episodios de caída masiva de hojas o temporales	Retirar hojas, tierra y residuos; verificar que el agua escurra libremente (probar con agua o revisar durante una lluvia); revisar fijaciones de canaletas y soportes	Reparar o reemplazar cuando haya perforaciones, roturas, deformaciones que impidan el flujo, desprendimiento de fijaciones o rebalse recurrente hacia muros/cubierta	Propietario / Administrador o servicio de mantención
Fijaciones (tornillos, pernos, clavos, anclajes)	Revisión del ajuste y corrosión de fijaciones	Evitar desprendimientos de piezas de cubierta por viento y pérdida de estanqueidad en perforaciones	1 vez al año, preferentemente en otoño, y tras eventos de viento fuerte	Inspeccionar que no falten fijaciones, que no estén sueltas y que la corrosión no sea severa; poner atención a fijaciones expuestas sobre cubiertas metálicas (lluvia + ambiente marino/húmedo)	Reemplazar fijaciones corroídas, sueltas o faltantes; ajustar donde sea necesario; considerar fijaciones con recubrimientos anticorrosivos adecuados al ambiente de Concepción	Técnico o maestro competente
Aislación térmica e hidrófuga en cubierta (accesible desde entretecho)	Revisión de aislación y posibles humedades/condensación	Mantener el desempeño térmico y evitar deterioro por agua, de acuerdo a exigencias de U y Rt del complejo de techumbre para la zona térmica de Concepción	1 vez al año (fin de invierno) o cuando se perciban cambios de confort térmico o aumento en consumo de calefacción	Revisar desde el entretecho que los aislantes estén secos, continuos, sin moho ni desplazamientos; revisar si hay condensación en la cara interior de láminas metálicas o en la cara superior del cielo	Reponer o reparar aislación cuando esté húmeda, deteriorada, comprimida o desplazada; identificar y corregir previamente la causa de la filtración o condensación	Técnico especializado (idealmente con conocimiento de reglamentación térmica)
Estructura de soporte visible (cerchas, costaneras, vigas, elementos metálicos o de madera expuestos)	Inspección visual de estructura	Comprobar el buen estado estructural bajo condiciones de lluvia, humedad y viento propias del Biobío	Cada 2 años o cuando existan filtraciones repetidas sobre una misma zona	Revisar deformaciones, fisuras, corrosión severa (en acero) o pudrición/insectos (en madera); observar pandeos anómalos o desprendimientos de uniones	Consultar a profesional (ingeniero/arquitecto) cuando existan deformaciones visibles, fisuras significativas o pérdida evidente de sección por corrosión o pudrición	Profesional responsable / Técnico especializado
Interior de la vivienda (cielos y encuentros con muros bajo la cubierta)	Revisión de manchas de humedad, hongos y desprendimientos	Detectar tempranamente filtraciones o condensaciones provenientes de la cubierta	1 vez al año y después de lluvias intensas típicas de otoño-invierno	Observar manchas en cielos, descascaramientos de pintura, hongos o moho, especialmente en esquinas y encuentros	Reparar cielos y terminaciones solo después de corregir la causa en la cubierta; si las manchas reaparecen, solicitar revisión profesional más detallada	Propietario / Administrador

ANEXO 1.2 INTEGRIDAD DE JUNTAS Y SELLOS

Ítem / sector de la techumbre	Aspecto a revisar	Método de inspección	Criterios de integridad (CONFORME)	Criterios de deterioro (NO CONFORME)	Acción de mantención recomendada	Frecuencia sugerida
Sellos elásticos en encuentros (muros, parapetos, lucarnas, mansardas, etc.)	Continuidad del cordón de sello	Inspección visual cercana (posible uso de linterna)	Cordón continuo, sin cortes, sin zonas faltantes, superficie homogénea	Cordón interrumpido, faltan tramos, zonas “comidas” o despegadas, burbujas abiertas	Retiro controlado del sello dañado y aplicación de nuevo sello compatible según ficha técnica del fabricante	1 vez/año y cuando existan manchas de humedad en encuentros
Sellos elásticos – adherencia al sustrato	Despegue en bordes y labio de unión	Inspección visual + prueba suave con espátula plástica o dedo	Sello firmemente adherido a ambos sustratos, cavidades; sin movimientos diferenciales visibles	Bordes despegados, cavidades, sello que se separa fácilmente con leve presión, presencia de agua o suciedad en la interface	Retirar completamente el tramo despegado, limpiar y secar sustratos, aplicar imprimante (si procede) y nuevo sello elástico	1 vez/año y cada vez que se detecte despegue local
Sellos elásticos – estado superficial y elasticidad	Cuarteo, rigidez, aspecto general	Observación visual + ligera compresión con el dedo	Sello flexible, deforma y recupera; superficie sin craquelado ni polvo; sin pegajosidad anormal	Sello rígido, quebradizo, cuarteado, pulverulento o pegajoso; no recupera forma al deformarlo	Sustitución del sello por producto nuevo; verificar compatibilidad química con la membrana o revestimiento contiguo	1 vez/año (especialmente en orientaciones más expuestas al sol)
Juntas y sellos en limahoyas y canales de bajada	Obstrucciones, continuidad de membranas y refuerzos	Inspección visual tras limpieza del sector	Canal y limahoya libres de hojas y sedimentos; membrana continua, refuerzos visibles en cambios de plano y sumideros	Acumulación de sedimentos que ocultan la junta; fisuras o cortes en membrana; agua empozada; filtraciones bajo limahoya	Limpieza profunda; reparación de membrana con refuerzos adicionales; revisión de pendientes y sumideros para asegurar escurrimiento	2 veces/año (antes y después de temporada de lluvias)
Juntas en perímetros de sumideros y desagües	Uniones entre membrana/sello y accesorio de desagüe	Inspección visual y prueba con agua (según necesidad)	Unión entre membrana y pieza de sumidero sin fisuras; sello continuo; agua escurre sin infiltraciones visibles	Fisuras radiales o circunferenciales, despegue alrededor del sumidero; filtraciones al piso inferior durante prueba de agua	Refuerzo local con piezas de membrana; reposición de sellos; si es necesario, reemplazo del sumidero o pieza de transición	1 vez/año y cuando existan filtraciones en zonas cercanas a desagües
Encuentros de membrana/cubierta con paramentos verticales (antepechos, muros)	Altura de plinto, solapes y sellos	Inspección visual de encuentros verticales	Plinto impermeabilizado con altura adecuada; solape correcto de la membrana; sellos superiores íntegros	Plinto muy bajo, cortes en la membrana, sellos superiores deteriorados; marcas de escurrimiento o humedad en muro	Reparación de membrana; aumento de altura de plinto si es necesario; reposición de sellos en remates superiores	1 vez/año
Pasadas de ductos, anclajes y fijaciones	Estado de sellos y collarines	Inspección visual alrededor de ductos, soportes y fijaciones	Collarines y sellos adheridos y continuos; sin fisuras ni separaciones; piezas metálicas sin corrosión severa	Fisuras en sellos, despegue, desplazados; ingreso de agua alrededor de la pasada; corrosión avanzada en fijaciones	Reposición de collarines y sellos; cambio de fijaciones corroídas; refuerzos locales de membrana si corresponde	1 vez/año y tras intervenciones en ductos o equipos
Interior – cielos, vigas, intradós	Evidencias de filtración en correspondencia con juntas/sellos	Inspección visual desde el interior (cielos, entretecho)	Sin manchas de humedad, moho ni eflorescencias; sin goteos después de lluvia	Manchas localizadas, moho, eflorescencias o goteos que se repiten tras lluvias; deformación de cielos	Localizar junta o sello asociado en la cubierta, efectuar prueba de agua sectorizada si es necesario y realizar reparación correctiva (sello/membrana) antes de reparar cielos	1 vez/año y cada vez que se detecten nuevas manchas

ANEXO 2.1: CHECKLIST REVISIÓN DE CUBIERTA

CHECKLIST REVISIÓN DE CUBIERTAS						
Nombre del supervisor:		Fecha de inspección:	05-12-2025	N° revisión de cubierta	1-2-3-4	
Nota: camina sobre las líneas de las costaneras (donde están los tornillos) para no abollar la plancha. No transitar sobre canales de aguas lluvias.						
Proceso	cumple	no cumple				
1. Seguridad y precaución		X				
1.1 verificar uso de arnés de seguridad y línea de vida						
1.2 utilizar zapatos de seguridad con suela antideslizante si es posible	X					
1.3 herramientas básicas (atomillador, escobilla de acero, sellador de poliuretano).	X					
2. Limpieza general	Instrucciones:	se debe realizar	buen estado	requiere reparación	requiere cambio	LISTO
2.1 Retiro de escombros	Eliminar hojas, ramas, nidos de pájaros y basura acumulada, especialmente en canales y limahoyas.	X				
2.2 limpieza de sedimentos	Barrer o lavar con agua a baja presión el polvo y barro acumulado en los valles de la plancha PV4.	X				
2.3 control de vegetación	Eliminar musgo, líquenes o plantas que puedan haber enraizado en sedimentos acumulados, ya que sus raíces pueden dañar el recubrimiento.	X				
3. Fijaciones (tornillos y golillas)						
3.1 Verificación de apriete	revisar que todos los tornillos autoperforantes no estén sueltos. Si giran con la mano, deben apretarse o reemplazarse por uno de mayor diámetro (sobremedida) si la rosca de la costanera está rota.	X			X	
3.2 estado de golillas (sellos de goma)	revisar si las golillas de neopreno/EPDM están resacas, agrietadas o inexistentes. Reemplazar cualquier tornillo cuya golilla este dañada para evitar filtraciones hacia el interior.	X			X	
3.3 corrosión en fijación	Cambiar tornillos oxidados antes de que la corrosión se transfiera a la plancha. (Obligatorio)	X		X		
4. Estado de chapa y Recubrimiento						
4.1 Corrosión de bordes	Revisar los bordes cortados de los paneles (aleros y traslapes). Si hay óxido, lijar y aplicar anticorrosivo.	X		X		
4.2 daños mecánicos	buscar abolladuras, perforaciones o grietas en la chapa superior. Si hay una perforación, sellar con masilla de poliuretano o parche de membrana asfáltica según corresponda.		X			
4.3 Estado de pintura/Recubrimiento	verificar si hay ampollas o un desprendimiento del recubrimiento protector.		X			X
5. Sellos y Uniones (Estanquedad)						
5.1 Traslapes longitudinales	Revisar la unión lateral entre paneles. Si el sello de fabrica (cinta bucólica interna) ha fallado, aplicar un cordón de sellador de poliuretano exterior.			X		
5.2 Cumbreras y caballetes	verificar que los caballetes estén bien fijados y que el sello (espuma bajo el caballete que copia la forma del pv6) esté en su lugar para evitar entrada de agua por viento.		X			
5.3 sellos de silicona antiguos	revisar sellos en remates y hojalatería. Si están resacos o despeados, retirar y aplicar sello nuevo.			X		
6. Sistema de evacuación de aguas lluvias (canales y bajadas)						
6.1 Limpieza de canales	Asegurar que no haya obstrucciones en la salida hacia las bajadas.		X			
6.2 Pendiente	Echar agua y verificar que no se formen "pozas" (ponding) en la canaleta. El agua estancada acelera la corrosión.				X	
6.3 Uniones de canaletas	Revisar que las soldaduras o sellos de las uniones de la canaleta no filtre y que las uniones no estén partidas.			X		
7. Puntos singulares						
7.1 sellos perimetrales	revisar el sello alrededor de las tuberías de ventilación o chimeneas.			X		
7.2 Estado de gorros y faldones	verificar que no estén sueltos u oxidados.	X				
7.3 plancha de fibra de vidrio	identificar "Afloramiento" de fibra: Con los años, la fibra de vidrio pierde su capa de resina y se sienten los "pelitos" de la fibra. Esto atrapa mucha mugre.			X		
7.4 Fibra de Vidrio	identificar rupturas que pueda contener la plancha, y contenido de fibra expuesta ya que la fibra con el tiempo se desprende y eso acumula suciedad.		X			
7.5 Policarbonato	identificar que no esté con hendiduras y en algunos casos con rupturas por fijaciones, evitar Silicona Acética (olor a vinagre), Poliuretano (a veces despegas).		X			X
7.6 Limpieza plancha de policarbonato	Jabón líquido neutro (detergente de cocina suave o champú de bebé), Paño de microfibra o esponja suave, y agua tibia. Prohibido: No uses escobas duras, virutilla, espátulas metálicas, bencina, thinner, cloro ni limpiavidrios con amoníaco.		X			X
7.7 Manta de zincalum	determinar estado de la placa y grado de oxidación, identificar si tiene perforaciones por oxido para cambio, y determinar si tiene abolladuras que afecten juntas o sellos para su cambio.			X		
8. Inspección interior (bajo la cubierta)						
8.1 puntos de luz	Identificar puntos de luz en la cubierta, estas pueden ser importantes puntos de filtración.			X		X
8.2 Manchas de humedad	Buscar manchas amarillas o aureolas en el cielo falso o en la cara inferior del panel sándwich. Esto indica una filtración activa desde arriba o problemas de condensación.			X		X

ANEXO 2.2 TABLA DE OBSERVACIONES

TABLA DE OBSERVACIONES	
Nota: en esta tabla el operador indicara en qué lugar específico que requiere la relación o cambio de la cubierta, para así facilitar al trabajador la identificación de los elementos que requieren mantenimiento. También puede usarse para dejar cualquier tipo de observación que el operador del documento pueda estimar importante.	
2. Limpieza general	
2.1 Retiro de escombros	s/o
2.2 Limpieza de sedimentos	Se observa acumulación de guano de aves y tierra en los valles de la plancha. Riesgo de corrosión por acidez. Requiere lavado.
2.3 control de vegetación	Presencia avanzada de musgo y líquenes adheridos a la cubierta (especialmente en zonas de fibrocemento). Retención de humedad crítica.
3. Fijaciones (tornillos y golillas)	
3.1 Verificación de apriete	CRÍTICO: Se detectan tornillos autoperforantes sueltos. Se requiere reapriete general o reemplazo por fijaciones de sobremedida en casos donde la rosca esté dañada.
3.2 Estado de golillas (sellos de goma)	Sellos de goma (golillas) resacas y algunos inexistentes.
3.3 Corrosión en fijación	Múltiples tornillos presentan oxidación en la cabeza y sellos de goma (golillas) resacas o inexistentes. Se recomienda cambio por tornillos nuevos.
4. Estado de chapa y Recubrimiento	
4.1 Corrosión de bordes	CRÍTICO: Hojalatería de remate lateral con oxidación severa (color rojo) y pérdida de material. Requiere lijado profundo y anticorrosivo o reemplazo.
4.2 Daños mecánicos	Se detectan abolladuras pronunciadas en las nervaduras (crestas) de la plancha metálica PV4, posiblemente por tránsito indebido.
4.3 Estado de pintura/Recubrimiento	

5. Sellos y Uniones (Estanquedad)	
5.1 Traslapes longitudinales	s/o
5.2 Cumbrreras y caballetes	s/o
5.3 Sellos de silicona antiguos	Sellos de silicona/poliuretano en traslapes y uniones se encuentran cristalizados, agrietados o mal aplicados (exceso de material).
6. Sistema de evacuación de aguas lluvias (canales y bajadas)	
6.1 Limpieza de canales	s/o
6.2 Pendientes	CRÍTICO: Se verifica acumulación de agua ("ponding") en la canaleta, indicando una falta de pendiente adecuada hacia la bajada. Esto acelera la corrosión del canal.
6.3 Uniones de canaletas	El sello interior de la unión de canaleta está visiblemente deteriorado y reseco. Alto riesgo de filtración en la junta.
7. Puntos singulares	
7.1 Sellos perimetrales	s/o
7.2 Estado de gorros y faldones	s/o
7.3 Plancha de fibra de vidrio	s/o
7.4 Fibra de Vidrio	Planchas traslúcidas con "afloramiento de fibra" (desgaste por vejez) y suciedad incrustada. Baja luminosidad y material fragilizado.
7.5 Policarbonato	s/o
7.6 Limpieza plancha de policarbonato	s/o
7.7 Manta de zincalum	s/o
8. Inspección interior (bajo la cubierta)	
8.1 puntos de luz	s/o
8.2 Manchas de humedad	Inspección interior revela manchas/aureolas de humedad activas en el cielo falso, coincidiendo con las zonas de acumulación de agua en la cubierta.