



**Universidad Nacional del Nordeste**

**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura**

**“Trabajo Final de Maestría en Tecnologías de la  
Información”**

**Modelo de Decisión para la Gestión de Riesgos en el  
área de la Dirección General de Liquidación de  
Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del  
Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica  
AHP y operadores OWA**

**Autor: Lic. Valeria Emilce Uribe  
Director: Dr. David Luis La Red Martínez**

**Año 2023**

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

*Dedicatoria*

*A toda mi familia, especialmente a mis tres hijos que son la razón de mi existir.*

## ***Resumen***

Uno de los principales objetivos estratégicos de toda organización es el mejoramiento de su gestión mediante la implementación de nuevas metodologías de autoevaluación de controles y gestión de riesgos. Para ello se propone la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico o AHP (Analytical Hierarchy Process por sus siglas en inglés) como un método de toma de decisiones multicriterio, al momento de priorizar los riesgos relacionados a los procesos, con la finalidad de que el resultado obtenido luego de su aplicación sea representativo de los diferentes juicios lógicos de los agentes expertos con vistas al cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales.

Dado que, en un proceso de toma de decisión multicriterio, uno de los componentes fundamentales es el mecanismo de agregación que debe realizarse para fusionar las ponderaciones que reciben las alternativas evaluadas frente a los diferentes criterios, se propone además la utilización de operadores de agregación Neat-OWA (Ordered Weighted Averaging por sus siglas en inglés) para el mejoramiento del proceso de selección multicriterio utilizado.

## ***Palabras Claves***

*Gestión de Riesgos, método AHP, operadores de agregación Neat-OWA*

### ***Abstract***

One of the main strategic objectives of any organization is to enhance its management through the implementation of new methodologies for self-assessment of controls and risk management. To achieve this, the application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) is proposed as a multicriteria decision-making method for prioritizing risks related to processes. The goal is for the outcome obtained after its application to be representative of the different logical judgments of expert stakeholders, with a view to achieving institutional strategic objectives.

Given that, in a multicriteria decision-making process, one of the fundamental components is the aggregation mechanism required to merge the weightings assigned to evaluated alternatives against different criteria, the use of Neat-OWA (Ordered Weighted Averaging) aggregation operators is also proposed to enhance the multicriteria selection process used.

***Keywords: Risk management, Analytical Hiererchy Process (AHP), Neat-OWA aggregation operators***

### ***Reconocimientos – Agradecimientos***

*A mis hijos y a mi compañero de vida por brindarme su apoyo, comprensión y tolerancia y, sobre todo porque cedieron su tiempo que me permitió culminar esta etapa de mi vida.*

*A mis compañeros de trabajo por el acompañamiento y por darme las fuerzas necesarias para continuar.*

*A mi Director Dr. David Luis La Red Martínez por compartir sus conocimientos, por guiarme con paciencia y comprensión.*

## **Índice**

Capítulo 1 .....	14
Resumen .....	15
1.    Introducción .....	15
1.1    Hipótesis y Objetivos .....	17
1.2    Objetivos específicos .....	17
1.3    Hipótesis .....	17
2.    Antecedentes .....	17
3.    Marco Teórico .....	20
3.1    Análisis de Riesgo .....	20
3.2    Proceso Analítico Jerárquico .....	21
3.3    Operadores OWA (Ordered Weighted Averaging) .....	21
4.    Metodología .....	22
5.    Estructura del Trabajo Final .....	23
6.    Discusiones y Comentarios .....	23
Capítulo 2 .....	25
Resumen .....	26
1.    Introducción .....	26
2.    Gestión de Riesgos en las Universidades Nacionales .....	27
3.    Normas y estándares para la Gestión de Riesgo .....	30
3.1    Estándar ISO 31000:2018 .....	33
3.1.1    Definiciones .....	34
3.1.2    Principios .....	35
3.1.3    Marco de Referencia .....	36
3.1.4    Proceso .....	40
4.    Discusiones y Comentarios .....	48
Capítulo 3 .....	50
Resumen .....	51
1.    Introducción .....	51
2.    El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) .....	52
2.1    Funciones Básicas del método AHP .....	53
2.2    Principios y Axiomas .....	54

2.3	Metodología del AHP .....	55
3.	AHP aplicado a la Gestión del Riesgo .....	63
4.	Ventajas de la aplicación del método AHP .....	66
5.	Discusiones y Comentarios .....	67
Capítulo 4 .....		68
Resumen .....		69
1.	Introducción .....	69
2.	Operadores de Agregación .....	70
2.1	Familia de Operadores de Agregación.....	70
2.1.1	Operadores de Intersección ( $F \leq \min$ ).....	71
2.1.2	Operadores de Promedio ( $\min \leq F \leq \max$ ).....	72
2.1.3	Mínimos y máximos ponderados .....	74
2.2	Operadores OWA – Fundamentos Matemáticos .....	75
3.	Discusiones y Comentarios .....	78
Capítulo 5 .....		80
Resumen .....		81
1.	Metodología .....	81
1.1	Fase 1: Definir Marco de Referencia para la Gestión del Riesgo.....	82
1.2	Fase 2: Iniciar proceso de Gestión del Riesgo .....	82
1.3	Fase 3: Construir el modelo de decisión con el método AHP .....	84
1.4	Fase 4: Aplicar operadores OWA a los resultados .....	90
1.5	Fase 5: Establecer un plan de seguimiento y revisión .....	92
2.	Definición de Métricas .....	93
3.	Discusiones y Comentarios .....	94
Capítulo 6 .....		96
Resumen .....		97
1.	Resultados Obtenidos.....	97
1.1	Fase 1: Definir Marco de Referencia para la Gestión del Riesgo.....	97
1.2	Fase 2: Iniciar proceso de Gestión del Riesgo .....	100
1.3	Fase 3: Construir el modelo de decisión con el método AHP .....	115
1.4	Fase 4: Aplicar operadores OWA a los resultados .....	122
1.5	Fase 5: Establecer un plan de seguimiento y revisión .....	124
2.	Cálculo de Métricas.....	129

2.1 Métricas de la Gestión del riesgo.....	129
2.2 Métricas de la Metodología .....	129
3. Prototipo .....	129
4. Discusiones y comentarios .....	137
Capítulo 7 .....	139
Resumen .....	140
1. Conclusiones .....	140
2. Líneas futuras de acción.....	141
Referencias .....	142
Anexos.....	146
Anexo I. Publicaciones .....	147



## **Índice de tablas**

Tabla 1: Escala de Comparación de Saaty.....	54
Tabla 2: Índice de Consistencia Aleatorio (IA).....	61
Tabla 3: Tabla de Juicios.....	85
Tabla 4: Comparación de Categorías de Riesgos.....	85
Tabla 5: Normalización de la tabla de comparación de Categorías de Riesgos.....	86
Tabla 6: Índice Aleatorio (RI).....	87
Tabla 7: Porcentajes máximos de Ratio de Consistencia CR.....	87
Tabla 8: Matriz de Probabilidad e Impacto.....	87
Tabla 9: Tabla de Calificación del Riesgo.....	88
Tabla 10: Matriz de Decisión R.....	88
Tabla 11: Matriz de Decisión R – AHP.....	89
Tabla 12: Priorización de Procesos y Categorías de Riesgos.....	90
Tabla 13: Hoja de Información del Riesgo.....	92
Tabla 14: Plan de Seguimiento y Revisión de Riesgos.....	93
Tabla 15: Matriz RACI del Proceso Novedades de Liquidación.....	98
Tabla 16: Matriz RACI del Proceso Liquidación.....	99
Tabla 17: Matriz RACI del Proceso Pospago.....	99
Tabla 18: Referencias de la Matriz RACI.....	99
Tabla 19: Riesgos Tecnológicos.....	101
Tabla 20: Riesgos de Calidad de Datos.....	101
Tabla 21: Riesgos de la Dirección.....	102
Tabla 22: Riesgos de Recursos Humanos.....	102
Tabla 23: Evaluación de Riesgos Tecnológicos de la Dir. General.....	103
Tabla 24: Matriz de Riesgos del Proceso Novedades de la Dir. General.....	103
Tabla 25: Matriz de Riesgos del Proceso Liquidación de la Dir. General.....	103
Tabla 26: Matriz de Riesgos del Proceso Pospago de la Dir. General.....	104
Tabla 27: Evaluación de Riesgos Tecnológicos de la Directora.....	104
Tabla 28: Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Novedades.....	104
Tabla 29: Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Liquidación.....	104
Tabla 30: Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Pospago.....	104
Tabla 31: Evaluación de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC.....	105
Tabla 32: Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe TIC para el proceso Novedades..	105
Tabla 33: Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe TIC para el proceso Liquidación	105
Tabla 34: Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe TIC para el proceso Pospago.....	105
Tabla 35: Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General.....	106
Tabla 36: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Novedades.....	106
Tabla 37: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Liquidación.....	106
Tabla 38: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Pospago.....	106
Tabla 39: Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora.....	107

Tabla 40: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Novedades .....	107
Tabla 41: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Liquidación.....	107
Tabla 42: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Pospago.....	107
Tabla 43: Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC .....	108
Tabla 44: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Novedades .....	108
Tabla 45: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación.....	108
Tabla 46: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Pospago.....	108
Tabla 47: Evaluación de Riesgos de Dirección de Datos de la Directora General .....	109
Tabla 48: Matriz de Riesgos de Dirección de Datos de la Directora General para el proceso Novedades .....	109
Tabla 49: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora General para el proceso Liquidación.....	109
Tabla 50: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora General para el proceso Pospago.....	109
Tabla 51: Evaluación de Riesgos de Dirección de la Directora .....	110
Tabla 52: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Novedades	110
Tabla 53: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Liquidación .....	110
Tabla 54: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Pospago...	110
Tabla 55: Evaluación de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC.....	111
Tabla 56: Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Novedades .....	111
Tabla 57: Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación.....	111
Tabla 58: Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Pospago .....	111
Tabla 59: Evaluación de Riesgos de RRHH de la Directora General .....	112
Tabla 60: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Novedades .....	112
Tabla 61: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Liquidación.....	112
Tabla 62: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Pospago .....	112
Tabla 63: Evaluación de Riesgos de RRHH de la Directora.....	113
Tabla 64: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Novedades ...	113
Tabla 65: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Liquidación..	113
Tabla 66: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Pospago .....	113
Tabla 67: Evaluación de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC .....	114

Tabla 68: Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Novedades .....	114
Tabla 69: Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación.....	114
Tabla 70: Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Pospago .....	114
Tabla 71: Resultado de comparación de Categorías de Riesgos .....	116
Tabla 72: Valores Normalizados de la Tabla 71 .....	116
Tabla 73: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos Tecnológicos..	117
Tabla 74: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos Tecnológicos.....	117
Tabla 75: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos Tecnológicos .....	117
Tabla 76: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de Calidad de Datos.....	117
Tabla 77: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de Calidad de Datos .....	117
Tabla 78: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de Calidad de Datos .....	118
Tabla 79: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de Dirección ...	118
Tabla 80: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de Dirección.....	118
Tabla 81: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de Dirección .....	118
Tabla 82: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de RRHH.....	118
Tabla 83: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de RRHH .....	118
Tabla 84: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de RRHH.....	119
Tabla 85: Priorización de Procesos de la Directora General .....	119
Tabla 86: Priorización de Procesos de la Directora.....	119
Tabla 87: Priorización de Procesos del Jefe del Área TIC .....	119
Tabla 88: Tabla de Resultados.....	122
Tabla 89: Valores de pesos asignados a los Expertos .....	123
Tabla 90: Resultados del método AHP para la Priorización de los Procesos .....	123
Tabla 91: Resultados de NEAT-OWA .....	123
Tabla 92: Plan de Seguimiento y Revisión.....	128
Tabla 93: Resultados de ECM.....	129

## **Índice de figuras**

Fig. 1: ISO 31000:2018. Fuente ISO IEC .....	34
Fig. 2: Proceso de Gestión del Riesgo - ISO 31000:2018 .....	40
Fig. 3: Jerarquía en AHP. Fuente Saaty (1980) [14] .....	57
Fig. 4: Metodología .....	81
Fig. 5: Estructura Jerárquica.....	84
Fig. 6: Mapa de Procesos de la DGLH.....	98
Fig. 7: Estructura Jerárquica AHP .....	115
Fig. 8: Modelo creado en el sistema Expert Choice .....	120
Fig. 9: Comparación de Criterios (Categorías de Riesgo).....	120
Fig. 10: Valores de Comparación de la Directora General.....	120
Fig. 11: Valores de Comparación de la Directora .....	121
Fig. 12: Valores de Comparación del Jefe del Área TIC.....	121
Fig. 13: Resultados de la Directora General.....	121
Fig. 14: Resultados de la Directora .....	121
Fig. 15: Resultados del Jefe del Área TIC.....	122
Fig. 16: Página Inicial.....	130
Fig. 17: Módulo Áreas.....	130
Fig. 18: Módulo Procesos.....	131
Fig. 19: Módulo Expertos.....	131
Fig. 20: Módulo Riesgos .....	131
Fig. 21: Sección de Evaluación de Riesgos .....	132
Fig. 22: Sección Resultado de Evaluación de Riesgo .....	132
Fig. 23: Pagina Inicial del Módulo Metodología.....	133
Fig. 24: Pagina Fase 1 de la Metodología .....	133
Fig. 25: Pagina Fase 2 de la Metodología .....	133
Fig. 26: Pagina de Análisis de Riesgos Tecnológico. ....	134
Fig. 27: Página Fase 3 de la Metodología .....	134
Fig. 28: Página de Resultados AHP.....	135
Fig. 29: Página Fase 4 de la Metodología .....	135
Fig. 30: Página de Resultados Neat-OWA .....	135
Fig. 31: Métrica de la Metodología .....	136
Fig. 32: Página Fase 5 de la Metodología .....	136
Fig. 33: Página Plan de Seguimiento y Revisión .....	137
Fig. 34: Métrica de la Gestión del Riesgo .....	137

### ***Lista de Abreviaturas***

**DGLH:** Dirección General de Liquidación de Haberes  
**ISO:** Organización Internacional de Normalización  
**RSL:** Revisión Sistemática de la Literatura  
**SGA:** Secretaría General Administrativa  
**TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación  
**UNNE:** Universidad Nacional del Nordeste  
**SIGEN:** Sindicatura General de la Nación  
**AHP:** Analytical Hierarchy Process  
**OWA:** Ordered Weighted Averaging  
**SPN:** Sector Público Nacional

# Capítulo 1

## *Introducción*

## **Resumen**

*En el presente se realiza un abordaje descriptivo que permite identificar el objeto de estudio, se plantean los objetivos a alcanzar y se manifiesta de manera específica a cada uno de los autores que abordaron temáticas similares, constituyéndose en el marco referencial. Asimismo, se detalla el esquema capitular y la metodológica utilizada para el desarrollo del trabajo final de maestría.*

### **1. Introducción**

En el año 2012, la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) definió su plan estratégico institucional [1], y luego en el 2020 presentó su plan de desarrollo institucional para el periodo 2020-2030 [2], dicho plan estratégico permite fortalecer la identidad institucional de la universidad generando la participación activa de todos los integrantes, promoviendo la creatividad y las iniciativas de los importantes recursos humanos existentes. En dicho plan se fijan ejes de Política Institucional con objetivos y planes de acción bien definidos.

En este contexto, surge la necesidad de dar cumplimiento, específicamente al eje III del plan 2012 que define como uno de sus objetivos y líneas de acción “la profundización de la reingeniería de los procesos administrativos para lograr la optimización de tiempos y recursos” [1]. En tal sentido, tomando como base dicho eje de política institucional establecido en el Plan Estratégico de la UNNE, la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) dependiente de la Secretaría General Administrativa (SGA) de la UNNE, viene trabajando arduamente en el mejoramiento de su gestión mediante la implementación de nuevas tecnologías de información y comunicación y reingeniería de sus procesos mediante la implementación de nuevas metodologías de autoevaluación de controles y gestión de riesgos.

En lo expuesto, resulta necesario realizar un análisis exhaustivo de los riesgos para poder tener un mejor control de los procesos y poder tener las alternativas más seguras o de mayor confianza, es decir, el estudio del riesgo y la incertidumbre que lo acompaña es indispensable para la toma de decisiones que permita comprender cómo pueden impactar los factores estudiados en la organización.

Tomar una decisión implica el fin de la deliberación y el inicio de la acción, debido a que el hombre se ve obligado diariamente a realizar dicha acción es que se encuentra

constantemente en la búsqueda de nuevas herramientas y conocimientos que lo ayuden en la tarea [3], y la DGLH no se encuentra exenta, ya que de acuerdo a la experiencia las decisiones basadas en la mera intuición de los agentes ante los riesgos asociados a los procesos administrativos, no siempre resultaron ser las más adecuadas, pero ese riesgo es ineludible de cada decisión tomada y, ya sea buena o mala dicha decisión impacta directamente sobre los bienes y activos de la universidad, atentando al cumplimiento de sus objetivos estratégicos [4].

Si bien existen varias definiciones de riesgo, la Sindicatura General de la Nación (SIGEN), que es el órgano rector del sistema de control interno del Sector Público Nacional donde se incluyen las Universidades Nacionales, utiliza la definición de riesgo dada por la Norma ISO 31.000:2018 “Gestión de Riesgos” que dice: “Riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos” [5]. En tal sentido, se entiende que el riesgo es todo evento contingente que, de materializarse, puede impedir o comprometer el logro de los objetivos. Se trata de un proceso interactivo que debe favorecer el progreso de la organización, mediante el perfeccionamiento de los métodos tendiendo al alcance de los objetivos.

Por lo tanto, resulta indispensable tomar buenas decisiones a la hora de priorizar los riesgos y para ello se deben aplicar modelos formales que minimicen la complejidad del proceso de toma de decisiones, disminuyendo el grado de dificultad que tiene el decisor en la selección de la alternativa más adecuada.

La DGLH trabaja constantemente en el logro de los objetivos del área, los cuales se encuentran alineados a los objetivos institucionales, lo que no significa que los mismos estén completamente relacionados, esto genera un panorama complejo, debido a que se debe enfocar en el cumplimiento de múltiples objetivos.

Por todo lo expuesto se propone la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico o AHP (Analytical Hierarchy Process por sus siglas en inglés) como un método de toma de decisiones multicriterio, al momento de priorizar los riesgos relacionados a los procesos que se llevan a cabo en el área de la DGLH, con la finalidad de que el resultado obtenido luego de su aplicación sea representativo de los diferentes juicios lógicos de los agentes expertos con vistas al cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales.



Dado que, en un proceso de toma de decisión multicriterio, uno de los componentes fundamentales es el mecanismo de agregación que debe realizarse para fusionar las ponderaciones que reciben las alternativas evaluadas frente a los diferentes criterios, se propone además la utilización de operadores de agregación OWA (Ordered Weighted Averaging por sus siglas en inglés) para el mejoramiento del proceso de selección multicriterio utilizado.

### 1.1 Hipótesis y Objetivos

Determinar, mediante una investigación científica, un modelo de decisión que permita gestionar los riesgos asociados a los controles de los procesos llevados a cabo en la DGLH de la UNNE mediante la aplicación de la técnica AHP mejorado con operadores de la familia OWA.

### 1.2 Objetivos específicos

- Diseñar un modelo de decisión que utilice la técnica AHP para la gestión de riesgos asociados a los controles de los procesos llevados a cabo en la DGLH de la UNNE.
- Proponer la utilización de operadores de la familia OWA en conjunto con la técnica AHP para completar el modelo de decisión.
- Validar el modelo elaborado mediante la utilización de métricas asociadas.
- Desarrollar una solución Web que implemente el modelo y automatice las métricas asociadas.

### 1.3 Hipótesis

Es factible el diseño de un modelo de decisión que facilite la gestión de los riesgos asociados a los controles en los procesos que se llevan a cabo diariamente en el área de la DGLH de la UNNE, gracias a la aplicación del proceso AHP; asimismo resulta posible implementar una mejora en el proceso mediante la utilización de operadores de agregación OWA.

## 2. Antecedentes

Se ha realizado una amplia búsqueda de antecedentes referidos a:

- a) Gestión de riesgos en la administración pública nacional y universidades nacionales.
- b) Procesos de toma de decisión.
- c) Procesos de selección multicriterio.
- d) Proceso analítico jerárquico (AHP).
- e) Operadores de agregación OWA aplicados a AHP.

Como resultado de dicha búsqueda se han encontrado una gran cantidad de antecedentes, agrupados en sustantivos y metodológicos, pero, si bien el número de antecedentes es considerable, no se han encontrado antecedentes que traten simultáneamente los apartados a), b), c), d) y e) mencionados precedentemente, y menos aún referidos específicamente a la aplicación de operadores OWA en el proceso analítico jerárquico, razón por la cual se considera que el trabajo de investigación propuesto reúne las condiciones de originalidad necesarias, siendo además relevante administrativamente ya que se podría extender la aplicación del modelo de decisión a las demás áreas administrativas de la universidad y a otras universidades.

Las publicaciones consideradas relevantes para expresar el estado del arte de las áreas de conocimiento abordadas en el presente plan de trabajo final de maestría son las siguientes:

- a) En [6] se identifican los riesgos de un proyecto y se prioriza la incidencia de estos riesgos en las diferentes fases del proyecto, mediante el método de decisión multicriterio Proceso de Análisis Jerárquico (AHP).
- b) En [7], se realiza un estudio sobre las decisiones respaldadas o tomadas por sistemas de toma de decisiones algorítmicas (ADM - Algorithmic Decision Making, por sus siglas en inglés) en la administración pública desde una perspectiva de trabajo cooperativo.
- c) En [8], se introduce el concepto de toma de decisiones como un aspecto inevitable en la vida, se destacan los operadores de agregación como herramientas indispensables de apoyo a la decisión.
- d) En [9] se propone una evaluación periódica, mediante la aplicación, ejecución y seguimiento del sistema de control en la gestión pública, sin importar el tamaño de la entidad, permitiendo a la administración brindar una seguridad razonable del logro de objetivos respecto a la eficiencia, eficacia de operaciones y actividades, confiabilidad de información financiera y el cumplimiento del marco legal vigente; considerando a la

máxima autoridad como responsable del establecimiento de mecanismos o herramientas de identificación, análisis y tratamiento de riesgos dentro de la institución, a través de estrategias de gestión.

e) En [10] se presenta un marco integrado de administración de riesgo empresarial, utilizado por la Sindicatura General de la Nación (SIGEN) para elaborar las Normas Generales de Control Interno que se aplican en el ámbito de la administración pública nacional, proporcionando un foco más profundo y extenso sobre la identificación, evaluación y gestión integral de riesgo.

e) En [1] la UNNE crea su Plan Estratégico Institucional – aprobado por Resolución N° 1005/12 CS- como un instrumento motivacional y de orientación para toda la estructura organizacional en la toma de decisiones vitales con fuertes consecuencias de largo plazo, por lo que se destaca la importancia del control interno como mecanismo efectivo de seguimiento y análisis para asegurar la excelencia en el cumplimiento de su misión.

f) En [11] se elabora un modelo para desarrollar el proceso de análisis de riesgos en Líneas de Productos de Software, que incluye, una solución de toma de decisiones multicriterio y multicriterio dinámica, para evaluar adecuadamente los riesgos con influencia sobre uno o varios activos y donde un activo pueda a su vez influir sobre otro, además de incluir las evaluaciones históricas de los riesgos y el concepto de facilidad de detección de un riesgo.

g) En [3] se presenta la aplicación y comparación de dos aproximaciones metodológicas basadas en técnicas de evaluación multicriterio, (AHP) y (OWA). para el estudio de la vulnerabilidad de un acuífero detrítico, en relación con la contaminación por nitratos del acuífero de la “Vega de Granada”, lo que supone una ventaja para la evaluación de la vulnerabilidad frente a otros métodos clásicos porque tiene en cuenta las particularidades del acuífero estudiado.

h) En [12] se propone el uso integrado del proceso de jerarquía analítica difusa (AHP difusa) y los operadores de promedios ponderados ordenados guiados por cuantificador (Q-OWA) para calcular los pesos de los criterios en la planificación de una ruta personalizada multimodal y multicriterio (MMPRP) que proporciona una ruta óptima

entre un par origen-destino de una manera que esta ruta puede ser una combinación de modos de transporte público y privado.

i) En [13] se utiliza la integración de los métodos AHP y OWA para determinar los lugares óptimos y apropiados para desarrollar estacionamientos en el distrito 6 en la región 3 de Teherán. Se aplican criterios tales como la distancia desde la atracción de centros de excursión, la distancia desde las calles y los usos apropiados, como también los inapropiados, para desarrollar sitios de estacionamiento. Luego se asignan pesos a esos criterios usando el proceso jerárquico analítico y dados los pesos resultantes, el mejor lugar para desarrollar el estacionamiento se determina utilizando la integración de los métodos AHP y OWA.

### **3. Marco Teórico**

#### **3.1 Análisis de Riesgo**

La terminología asociada al riesgo en las organizaciones y su concepción ha variado a través del tiempo, esto dado que el análisis de riesgo se ha venido realizando a través de la historia de manera no formal en innumerables situaciones. Riesgo ha estado siempre asociado a decisión, con algo que debe hacerse; con la ejecución de una acción que va desde lo trivial a lo muy importante. Puede entenderse el riesgo como la probabilidad de que la amenaza se materialice, por lo que la gestión de los riesgos en las organizaciones tiene como finalidad minimizar los errores mejorando procesos, aumentando la eficiencia e identificando y evitando amenazas futuras. Este proceso debe ser una parte integral de la administración/gestión y de la toma de decisiones y se debe integrar en la estructura, las operaciones y los procesos de la organización. Puede aplicarse a nivel estratégico, operacional, de programas o de proyectos [5] [6].

El proceso de administración/gestión de riesgos implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicación y consulta, establecimiento del contexto y evaluación, tratamiento, seguimiento, revisión, registros y reportes de los riesgos.

### 3.2 Proceso Analítico Jerárquico

El Proceso de Análisis Jerárquico es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso y su objetivo final consiste en optimizar la toma de decisiones gerenciales [14]. Esta metodología se utiliza para resolver problemas en los cuales existe la necesidad de priorizar distintas opciones y posteriormente decidir cuál es la opción más conveniente. Las decisiones a ser tomadas con el uso de esta técnica, pueden variar desde simple decisiones personales y cualitativas hasta escenarios de decisiones muy complejas y totalmente cuantitativas.

La metodología AHP es una poderosa y flexible herramienta de toma de decisiones multicriterio, utilizada en problemas en los cuales necesitan evaluarse aspectos tanto cualitativos como cuantitativos [14]. La técnica AHP ayuda a los analistas a organizar los aspectos críticos de un problema en una estructura jerárquica similar a la estructura de un árbol familiar, reduciendo las decisiones complejas a una serie de comparaciones que permiten la jerarquización de los diferentes aspectos (criterios) evaluados.

En su apéndice matemático, la técnica AHP se presenta en cinco axiomas:

*Axioma 1:* referente a la condición de juicios recíprocos. La intensidad de preferencia de  $A_i/A_j$  es inversa a la preferencia de  $A_j/A_i$ .

*Axioma 2:* referente a la condición de homogeneidad de los elementos. Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud.

*Axioma 3:* referente a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente de reaprovechamiento. Dependencia en los elementos de dos niveles consecutivos en la jerarquía y dentro de un mismo nivel.

*Axioma 4:* referente a condición de expectativas de orden de rango. Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

### 3.3 Operadores OWA (Ordered Weighted Averaging)

La familia de operadores OWA fue presentada por primera vez en [15] como una herramienta para tratar el problema de agregar multicriterio y crear una función de

decisión global. Su aplicabilidad va desde problemas de toma de decisión, bases de datos, modelado de redes, sistemas difusos y fusión de información entre otros.

Los operadores OWA son unos instrumentos que permiten agregar la información, es decir a partir de una serie de datos se puede obtener un único valor representativo de la información. Como característica adicional se puede decir que el valor representativo obtenido es un valor agregado de acuerdo con unos parámetros de optimismo/pesimismo, predeterminados. De esta forma cada decisor puede agregar la información de una forma distinta según cual sea su grado de optimismo o pesimismo [16].

#### **4. Metodología**

El diseño metodológico propuesto para este trabajo se caracteriza por ser de tipo descriptivo, utiliza un método de investigación mixto (cualitativo - cuantitativo), con el objeto de determinar los conceptos principales asociados a la gestión de riesgos más adecuado para la implementación en el área, la aplicación de la técnica AHP para la priorización de los riesgos identificados y la optimización del modelo mediante operadores OWA. Las fuentes y técnicas de recolección de información utilizadas en el trabajo fueron las siguientes:

- Primarias: encuestas, cuestionarios y entrevistas semi estructuradas, donde se realizaron preguntas abiertas a los expertos con el fin de identificar los riesgos asociados a los controles de los procesos que se llevan a cabo en el área de la DGLH.
- Secundarias: se basó en la revisión estructurada y sistemática de la literatura relacionada a los conceptos abordados en el presente, como ser gestión de riesgos, toma de decisiones, AHP y OWA, artículos académicos, libros, tesis, páginas web, textos, artículos de prensa, etc.
- A partir de técnicas de evaluaciones cualitativas y cuantitativas se hizo una ponderación y priorización de los riesgos del proceso en estudio, para lo cual se utilizó la técnica AHP. Finalmente, sobre los resultados obtenidos se complementó con la aplicación de operadores de la familia OWA con el fin de optimizar el modelo propuesto.

## **5. Estructura del Trabajo Final**

Presentada la problemática que motivó la realización de este trabajo, así como los principales antecedentes y los conceptos teóricos que constituyen su marco conceptual, y los principales aspectos de la metodología a utilizar, se indica a continuación los restantes capítulos en que se ha estructurado el trabajo final de maestría.

*Capítulo II* – Gestión de Riesgos: se abordarán las principales características del estándar a aplicar para la gestión de los riesgos en el área de la DGLH.

*Capítulo III* – Técnica AHP: se describirá las características principales del proceso y su aplicación en la gestión de riesgos.

*Capítulo IV* – Operadores de Agregación OWA: se presentará los conceptos asociados a la familia de operadores, el modelo matemático y su aplicación como complemento de la técnica AHP para la optimización del modelo propuesto.

*Capítulo V* – Modelo de decisión: se presentará un modelo matemático y un prototipo basado en la ponderación y priorización de los riesgos mediante la aplicación de la técnica AHP y su complemento de optimización dada por los operadores de agregación OWA.

*Capítulo VI* - Análisis de los resultados: se realizará la evaluación de los resultados analizándose el cumplimiento de los objetivos planteados y la verificación de la hipótesis indicada.

*Capítulo VII* - Conclusiones y futuras líneas de investigación: se comentarán las principales conclusiones y se indicarán las posibles líneas futuras de investigación.

## **6. Discusiones y Comentarios**

Planteada la hipótesis y los objetivos del trabajo, mencionados los principales aspectos del marco teórico que sustenta al mismo y detallada la metodología y estructura completa, se deriva que existe una variedad de alternativas para abordar la problemática planteada, tendiente a ponderar y priorizar los riesgos asociados a los controles de los procesos llevados a cabo en el área de la DGLH de la UNNE mediante la aplicación de la técnica AHP. Asimismo, es posible optimizar el modelo matemático propuesto mediante la utilización de operadores de agregación OWA.

Debido a que el análisis de riesgos planteado en el presente trabajo tiene un carácter meramente cualitativo y basado totalmente sobre el pensamiento lógico, resulta conveniente el uso de la técnica AHP ya que ofrece ciertas ventajas al respecto, como ser:

- Es un sistema simple que permite representar sistemas complejos.
- Existe una escala determinada para el método, mediante la cual se puede representar una respuesta cualitativa en una cuantitativa. Y los resultados conllevan a un análisis netamente cuantitativo.
- Mediante la comparación por pares se permite estimar la importancia relativa de cada elemento.
- Se pueden combinar muchos juicios sin la necesidad de un consenso, lo que se busca es agregar estas opiniones en un resultado que represente todos los juicios.
- El principio de este método es la lógica y la experiencia de los juicios que se representen, por esta razón los resultados representarán la consistencia de los juicios.

Si bien, tanto el método AHP, como los operadores OWA tienen como objetivo principal la asignación de pesos, lo realizan de manera diferente, la primera permite un enfoque más objetivo que la simple asignación de pesos lineal ponderada, ya que aplica una combinación pareada en la cual son considerados sólo dos criterios a la vez, mientras que en OWA los pesos no se aplican según un criterio específico. Por lo tanto, se plantea el uso combinado de ambas técnicas con el fin de optimizar el modelo propuesto aprovechando las ventajas que ofrece cada una.



## **Capítulo 2**

### *Gestión de Riesgos*

## **Resumen**

*En este capítulo se realiza una descripción detallada de la definición del riesgo dada por diferentes autores que resultan relevantes para el propósito de este TFM; se mencionan las principales características del estándar ISO 31000:2018 Gestión del Riesgo - Directrices. Además, se presentan las diferentes categorías del riesgo consideradas en el trabajo para su análisis y gestión.*

### **1. Introducción**

En el Eje III de Integración Institucional de su plan estratégico, la UNNE define como uno de sus objetivos y líneas de acción “la profundización de la reingeniería de los procesos administrativos para lograr la optimización de tiempos y recursos” [1]. La planificación estratégica de un área requiere el análisis de variables de contexto general y de los escenarios en donde se desenvuelve. Es por ello que el área de la DGLH, dependiente de la SGA (UNNE), tiene como objetivo el mejoramiento de su gestión mediante la implementación de nuevas tecnologías de información y comunicación utilizando como base los ejes de política institucional establecidos en el Plan Estratégico de la UNNE. En este contexto se pone el foco en la gestión de los riesgos definiéndolo como una meta estratégica del área que tiene como fin validar la eficiencia de los controles y el de crear planes de acción que ayuden a mitigarlos, aprovecharlos o en caso de que no se puedan prevenir contar con una alternativa para que el perjuicio generado no afecte significativamente a la universidad.

Aunque la gestión de riesgos es liderada por las máximas autoridades de la universidad, se debe tener claro que es una cuestión que involucra a todo el personal dependiente de la misma y por ende se debe crear una cultura de riesgos en torno a esto, por lo tanto, resulta necesario contar con una adecuada gestión de riesgos para cumplir con la normativa exigida y con los objetivos planteados en el plan estratégico institucional.

Este capítulo se estructurará de la siguiente manera: en la Sección 2 se tratará la gestión de riesgo abordada por las universidades nacionales, en la Sección 3 se mencionarán las características principales de los estándares existentes que tratan la gestión del riesgo

haciendo foco en el estándar seleccionado para aplicar en el presente TFM, la Sección 4 describirá el estándar seleccionado, su marco de referencia, principios y proceso para la gestión del riesgo. Finalmente se presentará las discusiones y comentarios del capítulo.

## **2. Gestión de Riesgos en las Universidades Nacionales**

La ley 24.156 determina que la Sindicatura General de la Nación (SGN) es el órgano rector del sistema de control interno del Sector Público Nacional cuyas funciones son dictar y aplicar normas de Control Interno (CI) y supervisar el funcionamiento de dicho sistema. Las Universidades Nacionales, en virtud de su carácter de Organismos Descentralizados, están encuadradas en las disposiciones de esta ley.

La SGN, siendo el órgano normativo, de control y de coordinación del sistema de control interno, indica que la autoridad superior de cada jurisdicción será responsable del mantenimiento de un adecuado sistema de control interno. Así mismo, este órgano tiene a su vez, la función de promover la ejecución de cursos y talleres a los fines de capacitar al personal encargado de realizar el control interno en sus instituciones, brindando apoyo y asistencia técnica [17].

Por otra parte, establece que las instituciones deben apoyar a la autoridad superior en el adecuado cumplimiento de sus obligaciones en relación a la implantación y mantenimiento de un correcto sistema de control interno destinado a:

- Promover la ejecución de operaciones metódicas, económicas, eficientes y eficaces, así como productos y servicios de la calidad, cantidad y oportunidad requeridas.
- Preservar el patrimonio de pérdidas por despilfarro, abuso, mala gestión, errores, fraudes o irregularidades.
- Respetar las leyes y reglamentaciones.
- Producir información financiera y de gestión completa, consistente, confiable y oportuna.
- Asegurar la integridad y consistencia de la cultura del ente, relativa a la ética en el desempeño de la función pública

El trabajo de la SGN está concebido como una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consulta que mejora y transparenta las operaciones de una organización, aportando un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la eficacia de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno.

Además, establece que todos los miembros de una organización tienen incumbencia en el control interno:

- **Autoridades Superiores:** responsables de la implantación y mantenimiento de un eficiente y eficaz sistema de control interno (Ley N° 24.156, artículos 4° y 101°), que permita proporcionar un grado de seguridad razonable en cuanto a la consecución de los objetivos organizacionales -tanto en relación con la gestión operativa, con la generación de información y con el cumplimiento de la normativa-.
- **Demás funcionarios y empleados integrantes de la organización:** responsables de aplicar las medidas de control interno en su ámbito de incumbencia. El control interno incumbe a todos los que forman parte de la organización. En ese sentido, todos los funcionarios y empleados producen o interactúan con información utilizada en el sistema de control interno, o bien ejecutan acciones de control específicas. Además, todo el personal es responsable de comunicar en forma ascendente, problemas en las operaciones, el incumplimiento del código de conducta -de existir-, la realización de acciones ilícitas u otras violaciones de políticas fijadas por la organización.

La SGN propicia que los Entes utilicen el análisis de riesgo como elemento para la toma de decisiones, en tal sentido, en cuanto a la evaluación de riesgos, adopta las siguientes definiciones:

- **Riesgo:** Todo evento contingente que, de materializarse puede impedir o comprometer el logro de los objetivos. Es la expresión de la probabilidad y del impacto de un evento con el potencial de ejercer influencia en el logro de los objetivos de una organización.
- **Análisis de riesgos:** Uso sistemático de la información disponible para establecer el nivel de riesgo. En general consiste en determinar con qué frecuencia o probabilidad puede ocurrir un evento y la valoración del impacto de sus consecuencias.

- Criterios o factores de riesgo: Principios u otras reglas de decisión mediante las cuales se analizan los riesgos.
- Impacto: Estimación de la importancia/trascendencia del riesgo. Magnitud de las consecuencias de un evento si ocurriera. Para el análisis global del Sector Público Nacional (SPN), se asocia al impacto del eventual incumplimiento de los objetivos de cada organismo o entidad.
- Probabilidad: Frecuencia estimada o conocida con que podría ocurrir el hecho incierto. Para el análisis global del SPN, se asocia a la probabilidad del incumplimiento de los objetivos de cada organismo o entidad, en base a la fortaleza de su sistema de control interno.
- Exposición: Nivel de riesgo estimado considerando probabilidad e impacto.
- Control: Acciones, procedimientos u operaciones dirigidas a eliminar o minimizar los riesgos o sacar provecho de las oportunidades.
- Administración de riesgos: Adopción de medidas para reducir los riesgos hasta un nivel aceptable, a través de la actuación sobre los elementos que influyen en la probabilidad y/o mitigan el impacto. Para la administración de riesgos es necesario reconocer los elementos que originan el riesgo identificando aquellos que pueden ser modificados [18].

En cuanto a los objetivos de la organización, cada área debe definir claramente la forma en que contribuyen a su logro, estableciendo los objetivos particulares, métricas e incentivos para el desempeño, considerando a todas las partes involucradas. En ese sentido, los objetivos individuales y los de las áreas deben estar alineados con los objetivos organizacionales.

En ese contexto, resulta necesario implementar un proceso de identificación y análisis de los riesgos que puedan afectar el logro de los objetivos organizacionales. Dicho proceso, que está a cargo de los responsables de la gestión, debe considerar el análisis desglosado de los riesgos que puedan afectar los objetivos particulares o sub-objetivos establecidos para cada área de la organización. Su desarrollo debe comprender la realización de un “mapeo” del riesgo, que incluya la especificación de los dominios o puntos clave del

organismo, la identificación de los objetivos generales y particulares, y las amenazas y riesgos que se pueden tener que afrontar.

El proceso de identificación y análisis de los riesgos debe contemplar la realización de una revisión periódica para analizar tanto su vigencia como la eventual aparición de nuevos riesgos.

El proceso de análisis de los riesgos debe contemplar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos y su nivel de impacto. Deben definirse, asimismo, los niveles de tolerancia a los riesgos por parte de la organización.

Luego de la identificación y análisis de los riesgos se deben definir controles para reducir los riesgos hasta los niveles de tolerancia establecidos, analizando en cada caso, los riesgos inherentes y riesgos residuales. Las medidas de respuesta deben respetar una adecuada relación costo-beneficio respecto de los riesgos que se busca tratar, contemplando las alternativas de [18]:

- Aceptar el riesgo: no adoptar acciones específicas para reducirlo.
- Evitar el riesgo: suprimir las actividades que dan lugar al riesgo.
- Reducir el riesgo: adoptar acciones para reducir la probabilidad y/o el impacto del riesgo a través de actividades de control y decisiones de gestión.
- Compartir el riesgo: tercerizar actividades o contratar seguros en relación con la actividad que genera el riesgo.

### **3. Normas y estándares para la Gestión de Riesgo**

Ante la tecnificación y modernización de los procesos en las organizaciones, dado durante la década de los 60, surge la necesidad de implementar nuevos y mejores controles a las actividades que hasta ese momento se realizaban en forma manual. Esta ola de cambios se debió a la inclusión de las nuevas tecnologías que tenían como fin el mejoramiento de los procesos, pero que también implicó tener que afrontar nuevos desafíos en cuanto al control y seguimiento de los mismos. Si bien en esa época surgió la primera literatura desarrollada al respecto, no es hasta en los años 70 que se desarrollan las primeras normas y estándares internacionales [19].

A continuación, se mencionan algunos estándares y normas internacionales que tratan la gestión de riesgos en las organizaciones y resultan relevantes para el presente trabajo:

- La guía del PMBOK [20] es un instrumento desarrollado por el Project Management Institute (o PMI), que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración, la dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten identificar un conjunto de 47 procesos, distribuidos en 5 macroprocesos generales. Detalla el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados. En cuanto a la gestión de riesgo proporciona los procesos para llevar a cabo la programación, así como la individualización, examen, proyección de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto radican en extender la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y reducir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos.
- Informe COSO: El Comité de organizaciones patrocinadoras de la Comisión Treadway (COSO, por sus siglas en inglés) fue constituido en 1985 con la finalidad de identificar los factores que originaban la presentación de información financiera falsa o fraudulenta y emitir las recomendaciones que garantizaran la máxima transparencia de la misma. El comité está conformado por cinco instituciones representativas en Estados Unidos en el campo de la contabilidad, las finanzas y la auditoría interna. En 1992 el comité presentó la primera versión del Marco Integrado de Control Interno en el que se integraron diversos conceptos del campo de Control Interno, estableciendo una definición común e identificando los componentes de control. Este marco fue el punto de partida para la evaluación de los sistemas de Control Interno en los distintos tipos de organizaciones [21].
- Intenta brindar un grado razonable de seguridad frente al riesgo que ocurra un determinado evento que pueda tener efectos negativos para la organización. Define al Control Interno como: “el conjunto de procesos efectuados por el consejo de administración, la dirección y el resto del personal de una entidad para conseguir garantizar una seguridad razonable respecto al cumplimiento de los objetivos estratégicos marcados por la entidad”.

- ISO 27001 – Seguridad de la información: este estándar internacional establece las claves para implantar un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI). Es decir, ayuda a proteger toda la información vulnerable que manejan las organizaciones, como pueden ser los datos de las personas [22].
- ITIL: la biblioteca de infraestructuras de TI (ITIL por sus siglas en inglés Information Technology Infrastructure Library) facilita un planteamiento metódico para el suministro de servicios de TI a través de un encadenamiento de procesos y funciones para entregar con buena calidad el soporte y la provisión de servicios de TI. Es el conjunto de buenas prácticas para la gestión de servicios de TI. ITIL no es una metodología, es un marco de trabajo que ha sido desarrollado para servir como guía que abarque toda infraestructura, desarrollo y operaciones de TI. Su propósito es a través de estas buenas prácticas, demostrar que TI da valor a la organización. Los procesos ITIL están alineados con el estándar de calidad ISO 9000 [23].
- ISO 31000: elaborada por la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) aborda la Gestión de Riesgos de forma global. Si bien es una norma que trata el tema en forma genérica, es no certificable, por lo que son las organizaciones las que se deben acoger voluntariamente a sus directrices en el área de Gestión de Riesgos. Se trata de un estándar que puede aplicarse a cualquier tipo de organización, más allá de su naturaleza, actividad, escenario comercial o tipo de producto, entre otros factores. A través de una serie de directrices y principios, la norma busca que cada organización implemente un Sistema de Gestión del Riesgo para reducir los obstáculos que impiden la consecución de sus objetivos, siendo compatible con cada sector. La última versión de esta norma es del año 2018 [24].
- Referencial IRAM N° 13: El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (originalmente Instituto de Racionalización Argentino de Materiales: IRAM) es el instituto encargado de la normalización y certificación en Argentina.. Además de sus actividades a nivel nacional, representa a la República Argentina ante las organizaciones regionales sobre normalización como la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN), y ante las organizaciones internacionales: International Organization for



Standardization (ISO) e International Electrotechnical Commission (IEC) en conjunto con la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA). Mediante un Convenio Marco de Cooperación Institucional SIGEN-IRAM, se ha conformado un equipo de trabajo técnico integrado por profesionales de la SIGEN y de las Unidades de Auditoría Interna del Sector Público Nacional, y el IRAM, para revisar y validar en forma conjunta el “Referencial Normativo de Gestión de la Calidad” denominado Referencial IRAM N° 13.

En el apartado 6.1 “Acciones para abordar riesgos y oportunidades” del referencial considera para la gestión del riesgo la guía y directrices de la ISO 31000.

Para los fines del presente TFM, y dada las características mencionadas, se optó por implementar el proceso que ofrece el estándar ISO 31000:2018 para la Gestión de los riesgos bajo estudio.

### 3.1 Estándar ISO 31000:2018

La UNNE, como organización del estado nacional debe adaptarse a entornos cada vez más complejos, abiertos y con mayores exigencias de eficiencia y transparencia. La modernización del Estado incluye necesariamente la modernización de los mecanismos de control. Contar con eficaces controles internos que permitan una mayor eficiencia en las operaciones, fiabilidad e integridad de la información, minimización de riesgos y el cumplimiento políticas y procedimientos de la institución. En tal sentido, la organización debe enfrentar todas aquellas cuestiones internas y/o externas que hacen incierto el logro de sus objetivos, considerando la aplicación de marcos de referencias orientadas a la gestión de riesgos.

La gestión del riesgo es iterativa y asiste a las organizaciones a establecer su estrategia, lograr sus objetivos y tomar decisiones informadas. Es parte de la gobernanza y el liderazgo, y de todas las actividades asociadas con la organización. Considera los contextos externo e interno de la organización, incluido el comportamiento humano y los factores culturales.

El estándar ISO 31000:2018 se define como una guía o un referente internacional que ofrece directrices y principios para poner en marcha los sistemas de gestión de riesgos. Publicada por la ISO en noviembre del 2009. Considera que la gestión del riesgo está basada en los principios, el marco de referencia y el proceso, conforme se ilustra en la Fig. 1 de la página 34 [25].

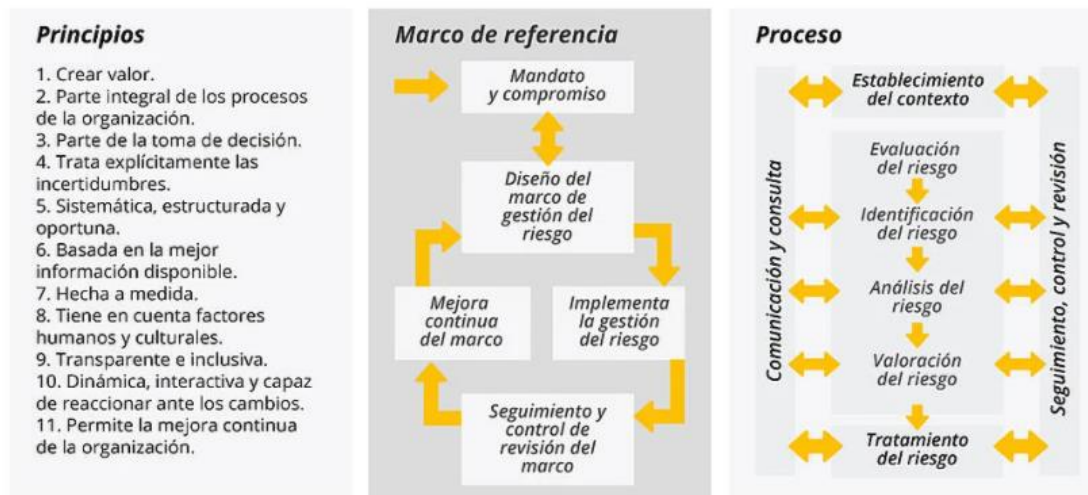


Fig. 1: ISO 31000:2018. Fuente ISO IEC

### 3.1.1 Definiciones

La ISO define el riesgo como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos, donde un efecto es una desviación respecto a lo previsto. Puede ser positivo, negativo o ambos, y puede abordar, crear o resultar en oportunidades y amenazas. Los objetivos pueden tener diferentes aspectos y categorías, y se pueden aplicar a diferentes niveles.

Con frecuencia, el riesgo se expresa en términos de [25]:

- Fuentes de riesgo: elemento que, por sí solo o en combinación con otros, tiene el potencial de generar riesgo.
- Eventos potenciales: ocurrencia o cambio de un conjunto particular de circunstancias. Un evento puede tener una o más ocurrencias y puede tener varias causas y varias consecuencias. También puede ser algo previsto que no llega a ocurrir, o algo no previsto que ocurre. Además, puede ser una fuente de riesgo.
- Consecuencias: resultado de un evento que afecta a los objetivos. Puede ser cierta o incierta y puede tener efectos positivos o negativos, directos o indirectos sobre los

objetivos. Se pueden expresar de manera cualitativa o cuantitativa y puede incrementarse por efectos en cascada y efectos acumulativos.

- Probabilidades: posibilidad de que algo suceda. En gestión del riesgo, la palabra “probabilidad” se utiliza para indicar la posibilidad de que algo suceda, esté definida, medida o determinada objetiva o subjetivamente, cualitativa o cuantitativamente, y descrita utilizando términos generales o matemáticos (como una probabilidad matemática o una frecuencia en un periodo de tiempo determinado).
- Control: medida que mantiene y/o modifica un riesgo. Los controles incluyen, pero no se limitan a cualquier proceso, política, dispositivo, práctica u otras condiciones y/o acciones que mantengan y/o modifiquen un riesgo. Los controles no siempre pueden producir el efecto de modificación previsto o asumido.

### 3.1.2 Principios

El propósito de la gestión del riesgo es la creación y la protección del valor. Mejora el desempeño, fomenta la innovación y contribuye al logro de objetivos.

Los principios proporcionan orientación sobre las características de una gestión del riesgo eficaz y eficiente, comunicando su valor y explicando su intención y propósito. Los principios son el fundamento de la gestión del riesgo y se deberían considerar cuando se establece el marco de referencia y los procesos de la gestión del riesgo de la organización. Estos principios deberían habilitar a la organización para gestionar los efectos de la incertidumbre sobre sus objetivos.

La gestión del riesgo eficaz requiere los siguientes elementos [26]:

- Integrada: La gestión del riesgo es parte integral de todas las actividades de la organización.
- Estructurada y exhaustiva: Un enfoque estructurado y exhaustivo hacia la gestión del riesgo contribuye a resultados coherentes y comparables.
- Adaptada: El marco de referencia y el proceso de la gestión del riesgo se adaptan y son proporcionales a los contextos externo e interno de la organización relacionados con sus objetivos.

- **Inclusiva:** La participación apropiada y oportuna de las partes interesadas permite que se consideren su conocimiento, puntos de vista y percepciones. Esto resulta en una mayor toma de conciencia y una gestión del riesgo informada.
- **Dinámica:** Los riesgos pueden aparecer, cambiar o desaparecer con los cambios de los contextos externo e interno de la organización. La gestión del riesgo anticipa, detecta, reconoce y responde a esos cambios y eventos de una manera apropiada y oportuna.
- **Mejor información disponible:** Las entradas a la gestión del riesgo se basan en información histórica y actualizada, así como en expectativas futuras. La gestión del riesgo tiene en cuenta explícitamente cualquier limitación e incertidumbre asociada con tal información y expectativas. La información debería ser oportuna, clara y disponible para las partes interesadas pertinentes.
- **Factores humanos y culturales:** El comportamiento humano y la cultura influyen considerablemente en todos los aspectos de la gestión del riesgo en todos los niveles y etapas.
- **Mejora continua:** La gestión del riesgo mejora continuamente mediante aprendizaje y experiencia.

### 3.1.3 Marco de Referencia

El propósito del marco de referencia de la gestión del riesgo es asistir a la organización en integrar la gestión del riesgo en todas sus actividades y funciones significativas. La eficacia de la gestión del riesgo dependerá de su integración en la gobernanza de la organización, incluyendo la toma de decisiones. Esto requiere el apoyo de todos los integrantes de la organización, particularmente de las máximas autoridades, quienes tienen bajo su responsabilidad la gestión adecuada del riesgo.

Los componentes del marco de referencia son [5]:

- **Liderazgo y compromiso:** La autoridad superior y los órganos de supervisión, cuando sea aplicable, deberían asegurar que la gestión del riesgo esté integrada en todas las actividades de la universidad y deberían demostrar el liderazgo y compromiso:
  - adaptando e implementando todos los componentes del marco de referencia;

- publicando una declaración o una política que establezca un enfoque, un plan o una línea de acción para la gestión del riesgo;
- asegurando que los recursos necesarios se asignan para gestionar los riesgos;
- asignando autoridad, responsabilidad y obligación de rendir cuentas en los niveles apropiados dentro de la universidad;

Esto ayudará a la universidad a:

- alinear la gestión del riesgo con sus objetivos, estrategia y cultura;
- reconocer y abordar todas las obligaciones, así como sus compromisos voluntarios;
- establecer la magnitud y el tipo de riesgo que puede o no ser tomado para guiar el desarrollo de los criterios del riesgo, asegurando que se comunican a la universidad y a sus partes interesadas.
- comunicar el valor de la gestión del riesgo a la universidad y sus partes interesadas;
- promover el seguimiento sistemático de los riesgos;
- asegurarse de que el marco de referencia de la gestión del riesgo permanezca apropiado al contexto de la universidad.

La autoridad superior rinde cuentas por gestionar el riesgo mientras que los órganos de supervisión rinden cuentas por la supervisión de la gestión del riesgo. Frecuentemente se espera o se requiere que los órganos de supervisión:

- se aseguren de que los riesgos se consideran apropiadamente cuando se establezcan los objetivos de la organización;
- comprendan los riesgos a los que hace frente la universidad en la búsqueda de sus objetivos;
- se aseguren de que los sistemas para gestionar estos riesgos se implementen y operen eficazmente;
- se aseguren de que estos riesgos sean apropiados en el contexto de los objetivos de la universidad;
- se aseguren de que la información sobre estos riesgos y su gestión se comunique de la manera apropiada.

- Integración: La integración de la gestión del riesgo en la universidad es un proceso dinámico e iterativo, y se debería adaptar a las necesidades y a la cultura de la misma. La gestión del riesgo debería ser una parte de, y no estar separada del propósito, la gobernanza, el liderazgo y compromiso, la estrategia, los objetivos y las operaciones de la universidad.
- Diseño: Contempla los siguientes puntos:
  - Comprensión de la organización y de su contexto: Para gestionar el riesgo la universidad debería analizar y comprender sus contextos externos (factores sociales, culturales, políticos, financieros, etc.; las relaciones, percepciones, etc. De las partes interesadas; las relaciones contractuales y compromisos; entre otros.) e internos (visión, misión y valores; estructura organizativa, roles y rendición de cuentas; estrategias, objetivos y políticas; normativa; gestión del conocimiento, entre otros).
  - Articulación del compromiso con la gestión del riesgo: La autoridad superior y los organismos de supervisión, cuando sea aplicable, deberían articular y demostrar su compromiso continuo con la gestión del riesgo mediante una política, una declaración u otras formas que expresen claramente los objetivos y el compromiso de la organización con la gestión del riesgo.
  - Asignación de roles, autoridades, responsabilidades y obligación de rendir cuentas en la organización: La autoridad superior y los órganos de supervisión, cuando sea aplicable, deberían asegurarse de que las autoridades, las responsabilidades y la obligación de rendir cuentas de los roles relevantes con respecto a la gestión del riesgo se asignen y comuniquen a todos los niveles de la organización.
  - Asignación de recursos: La autoridad superior y los órganos de supervisión, cuando sea aplicable, deberían asegurar la asignación de los recursos apropiados para la gestión del riesgo, que puede incluir, pero no limitarse a: personas, procesos, procedimientos, sistemas de gestión de la información y del conocimiento, las herramientas para gestionar el riesgo, las capacitaciones del personal.

- Establecimiento de la comunicación y la consulta: La universidad debería establecer un enfoque aprobado con relación a la comunicación y la consulta, para apoyar el marco de referencia y facilitar la aplicación eficaz de la gestión del riesgo. La comunicación implica compartir información con el público objetivo. La consulta además implica que los participantes proporcionen retroalimentación con la expectativa de que ésta contribuya y de forma a las decisiones u otras actividades. Los métodos y el contenido de la comunicación y la consulta deberían reflejar las expectativas de las partes interesadas, cuando sea pertinente.

La comunicación y la consulta deberían ser oportunas y asegurar que se recopile, consolide, sintetice y comparta la información pertinente, cuando sea apropiado, y que se proporcione retroalimentación y se lleven a cabo mejoras.

- Implementación: La organización debería implementar el marco de referencia de la gestión del riesgo mediante:
  - el desarrollo de un plan apropiado incluyendo plazos y recursos;
  - la identificación de dónde, cuándo, cómo y quién toma diferentes tipos de decisiones en toda la universidad;
  - la modificación de los procesos aplicables para la toma de decisiones, cuando sea necesario;
  - el aseguramiento de que las disposiciones de la universidad para gestionar el riesgo son claramente comprendidas y puestas en práctica.
- Valoración: Para valorar la eficacia del marco de referencia de la gestión del riesgo, la organización debería:
  - medir periódicamente el desempeño del marco de referencia de la gestión del riesgo con relación a su propósito, sus planes para la implementación, sus indicadores y el comportamiento esperado;
  - determinar si permanece idóneo para apoyar el logro de los objetivos de la universidad.

- Mejora: comprende la adaptación al marco de referencia de la gestión del riesgo en función de los cambios externos e internos y la mejora continua para contribuir al fortalecimiento de la gestión del riesgo.

### 3.1.4 Proceso

El proceso de la gestión del riesgo implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicación y consulta, establecimiento del contexto y evaluación, tratamiento, seguimiento, revisión, registro e informe del riesgo.

El proceso de la gestión del riesgo debería ser una parte integral de la gestión y de la toma de decisiones y se debería integrar en la estructura, las operaciones y los procesos de la organización. Puede aplicarse a nivel estratégico, operacional, de programa o de proyecto. El proceso se ilustra en la Fig. 1 de la página 40.



Fig. 2: Proceso de Gestión del Riesgo - ISO 31000:2018

Las siguientes actividades conforman el proceso para la gestión de riesgo propuesto por el estándar ISO 31000:2018 [26]:

- Comunicación y consulta: El propósito de la comunicación y consulta es asistir a las partes interesadas pertinentes a comprender el riesgo, las bases con las que se toman



decisiones y las razones por las que son necesarias acciones específicas. La comunicación busca promover la toma de conciencia y la comprensión del riesgo, mientras que la consulta implica obtener retroalimentación e información para apoyar la toma de decisiones. Una coordinación cercana entre ambas debería facilitar un intercambio de información basado en hechos, oportuno, pertinente, exacto y comprensible, teniendo en cuenta la confidencialidad e integridad de la información, así como el derecho a la privacidad de las personas.

La comunicación y consulta con las partes interesadas apropiadas, externas e internas, se debería realizar en todas y cada una de las etapas del proceso de la gestión del riesgo.

La comunicación y consulta pretende:

- reunir diferentes áreas de experiencia para cada etapa del proceso de la gestión del riesgo;
  - asegurar que se consideren de manera apropiada los diferentes puntos de vista cuando se definen los criterios del riesgo y cuando se valoran los riesgos;
  - proporcionar suficiente información para facilitar la supervisión del riesgo y la toma de decisiones;
  - construir un sentido de inclusión y propiedad entre las personas afectadas por el riesgo.
- Alcance, contexto y criterios: El propósito del establecimiento del alcance, contexto y criterios es adaptar el proceso de la gestión del riesgo, para permitir una evaluación del riesgo eficaz y un tratamiento apropiado del riesgo. El alcance, el contexto y los criterios implican definir el alcance del proceso, y comprender los contextos externo e interno.
    - Definición del alcance: se debe considerar:
      - los objetivos y las decisiones que se necesitan tomar;
      - los resultados esperados de las etapas a ejecutar en el proceso;
      - el tiempo, la ubicación, las inclusiones y las exclusiones específicas;
      - las herramientas y las técnicas apropiadas de evaluación del riesgo;
      - los recursos requeridos, responsabilidades y registros a conservar;
      - las relaciones con otros proyectos, procesos y actividades.

- Contextos externo e interno: El contexto del proceso de la gestión del riesgo se debería establecer a partir de la comprensión de los entornos externo e interno en los cuales opera la organización y debería reflejar el entorno específico de la actividad en la cual se va a aplicar el proceso de la gestión del riesgo. La comprensión del contexto es importante porque:
  - la gestión del riesgo tiene lugar en el contexto de los objetivos y las actividades de la organización;
  - los factores organizacionales pueden ser una fuente de riesgo;
  - el propósito y alcance del proceso de la gestión del riesgo puede estar interrelacionado con los objetivos de la organización como un todo;
- Definición de los criterios del riesgo: La organización debería precisar la cantidad y el tipo de riesgo que puede o no puede tomar, con relación a los objetivos. También debería definir los criterios para valorar la importancia del riesgo y para apoyar los procesos de toma de decisiones. Los criterios del riesgo se deberían alinear con el marco de referencia de la gestión del riesgo y adaptar al propósito y al alcance específicos de la actividad considerada. Los criterios del riesgo deberían reflejar los valores, objetivos y recursos de la organización y ser coherentes con las políticas y declaraciones acerca de la gestión del riesgo. Los criterios se deberían definir teniendo en consideración las obligaciones de la organización y los puntos de vista de sus partes interesadas. Para establecer los criterios del riesgo, se debería considerar lo siguiente:
  - la naturaleza y los tipos de las incertidumbres que pueden afectar a los resultados y objetivos (tanto tangibles como intangibles);
  - cómo se van a definir y medir las consecuencias (tanto positivas como negativas) y la probabilidad;
  - los factores relacionados con el tiempo;
  - la coherencia en el uso de las mediciones;
  - cómo se va a determinar el nivel de riesgo;
  - cómo se tendrán en cuenta las combinaciones y las secuencias de múltiples riesgos;
  - la capacidad de la organización.

- Evaluación del riesgo: La evaluación del riesgo es el proceso global de identificación del riesgo, análisis del riesgo y valoración del riesgo. Se debería llevar a cabo de manera sistemática, iterativa y colaborativa, basándose en el conocimiento y los puntos de vista de las partes interesadas [26]. Se debería utilizar la mejor información disponible, complementada por investigación adicional, si fuese necesario. Comprende los siguientes pasos:

- Identificación del riesgo: El propósito es encontrar, reconocer y describir los riesgos que pueden ayudar o impedir a una organización lograr sus objetivos. Para la identificación de los riesgos es importante contar con información pertinente, apropiada y actualizada.

La organización puede utilizar un rango de técnicas para identificar incertidumbres que pueden afectar a uno o varios objetivos. Se deberían considerar los factores siguientes y la relación entre estos factores:

- las fuentes de riesgo tangibles e intangibles;
  - las causas y los eventos,
  - las amenazas y las oportunidades;
  - las vulnerabilidades y las capacidades;
  - los cambios en los contextos externo e interno;
  - los indicadores de riesgos emergentes;
  - la naturaleza y el valor de los activos y los recursos;
  - las consecuencias y sus impactos en los objetivos;
  - las limitaciones de conocimiento y la confiabilidad de la información;
  - los factores relacionados con el tiempo;
  - los sesgos, los supuestos y las creencias de las personas involucradas.
- Análisis del riesgo: El propósito es comprender la naturaleza del riesgo y sus características incluyendo, cuando sea apropiado, el nivel del riesgo. El análisis del riesgo implica una consideración detallada de incertidumbres, fuentes de riesgo, consecuencias, probabilidades, eventos, escenarios, controles y su eficacia [26]. Un evento puede tener múltiples causas y consecuencias y puede afectar a múltiples objetivos. El análisis del riesgo se puede realizar con diferentes grados

de detalle y complejidad, dependiendo del propósito del análisis, la disponibilidad y la confiabilidad de la información y los recursos disponibles. Las técnicas de análisis pueden ser cualitativas, cuantitativas o una combinación de éstas, dependiendo de las circunstancias y del uso previsto.

El análisis del riesgo debería considerar factores tales como:

- la probabilidad de los eventos y de las consecuencias;
- la naturaleza y la magnitud de las consecuencias;
- la complejidad y la interconexión;
- los factores relacionados con el tiempo y la volatilidad;
- la eficacia de los controles existentes;
- los niveles de sensibilidad y de confianza.

El análisis del riesgo puede estar influenciado por cualquier divergencia de opiniones, sesgos, percepciones del riesgo y juicios. Las influencias adicionales son la calidad de la información utilizada, los supuestos y las exclusiones establecidos, cualquier limitación de las técnicas y cómo se ejecutan éstas. Estas influencias se deberían considerar, documentar y comunicar a las personas que toman decisiones.

Los eventos de alta incertidumbre pueden ser difíciles de cuantificar. Esto puede ser una cuestión importante cuando se analizan eventos con consecuencias severas. En tales casos, el uso de una combinación de técnicas generalmente proporciona una visión más amplia.

El análisis del riesgo proporciona una entrada para la valoración del riesgo, para las decisiones sobre la manera de tratar los riesgos y si es necesario hacerlo y sobre la estrategia y los métodos más apropiados de tratamiento del riesgo. Los resultados proporcionan un entendimiento profundo para tomar decisiones, cuando se está eligiendo entre distintas alternativas, y las opciones implican diferentes tipos y niveles de riesgo.

- Valoración del riesgo: El propósito es apoyar a la toma de decisiones. La valoración del riesgo implica comparar los resultados del análisis del riesgo con los criterios del riesgo establecidos para determinar cuándo se requiere una acción adicional. Esto puede conducir a una decisión de:

- no hacer nada más;
- considerar opciones para el tratamiento del riesgo;
- realizar un análisis adicional para comprender mejor el riesgo;
- mantener los controles existentes;
- reconsiderar los objetivos.

Las decisiones deberían tener en cuenta un contexto más amplio y las consecuencias reales y percibidas por las partes interesadas externas e internas.

Los resultados de la valoración del riesgo se deberían registrar, comunicar y luego validar a los niveles apropiados de la organización.

- Tratamiento del riesgo: El propósito es seleccionar e implementar opciones para abordar el riesgo. El tratamiento del riesgo implica un proceso iterativo de:
  - formular y seleccionar opciones para el tratamiento del riesgo;
  - planificar e implementar el tratamiento del riesgo;
  - evaluar la eficacia de ese tratamiento;
  - decidir si el riesgo residual es aceptable;
  - si no es aceptable, efectuar tratamiento adicional.

Selección de las opciones para el tratamiento del riesgo

La selección de las opciones más apropiadas para el tratamiento del riesgo implica hacer un balance entre los beneficios potenciales, derivados del logro de los objetivos contra costos, esfuerzo o desventajas de la implementación.

Las opciones de tratamiento del riesgo no necesariamente son mutuamente excluyentes o apropiadas en todas las circunstancias. Las opciones para tratar el riesgo pueden implicar una o más de las siguientes:

- evitar el riesgo decidiendo no iniciar o continuar con la actividad que genera el riesgo;
- aceptar o aumentar el riesgo en busca de una oportunidad;
- eliminar la fuente de riesgo;
- modificar la probabilidad;
- modificar las consecuencias;
- compartir el riesgo (por ejemplo: a través de contratos, compra de seguros);
- retener el riesgo con base en una decisión informada.

La justificación para el tratamiento del riesgo es más amplia que las simples consideraciones económicas y debería tener en cuenta todas las obligaciones de la organización, los compromisos voluntarios y los puntos de vista de las partes interesadas. La selección de las opciones para el tratamiento del riesgo debería realizarse de acuerdo con los objetivos de la organización, los criterios del riesgo y los recursos disponibles [26].

Al seleccionar opciones para el tratamiento del riesgo, la organización debería considerar los valores, las percepciones, el involucrar potencialmente a las partes interesadas y los medios más apropiados para comunicarse con ellas y consultarlas. A igual eficacia, algunas partes interesadas pueden aceptar mejor que otras los diferentes tratamientos del riesgo.

Los tratamientos del riesgo, a pesar de un cuidadoso diseño e implementación, pueden no producir los resultados esperados y puede producir consecuencias no previstas. El seguimiento y la revisión necesitan ser parte integral de la implementación del tratamiento del riesgo para asegurar que las distintas maneras del tratamiento sean y permanezcan eficaces.

El tratamiento del riesgo a su vez puede introducir nuevos riesgos que necesiten gestionarse.

Si no hay opciones disponibles para el tratamiento o si las opciones para el tratamiento no modifican suficientemente el riesgo, éste se debería registrar y mantener en continua revisión.

Las personas que toman decisiones y otras partes interesadas deberían ser conscientes de la naturaleza y el nivel del riesgo residual después del tratamiento del riesgo. El riesgo residual se debería documentar y ser objeto de seguimiento, revisión y, cuando sea apropiado, de tratamiento adicional.

- Preparación e implementación de los planes de tratamiento del riesgo

El propósito de los planes de tratamiento del riesgo es especificar la manera en la que se implementarán las opciones elegidas para el tratamiento, de manera tal que los involucrados comprendan las disposiciones, y que pueda realizarse el seguimiento del avance respecto de lo planificado. El plan de tratamiento debería identificar claramente el orden en el cual el tratamiento del riesgo se debería implementar.

Los planes de tratamiento deberían integrarse en los planes y procesos de la gestión de la organización, en consulta con las partes interesadas apropiadas.

La información proporcionada en el plan del tratamiento debería incluir:

- el fundamento de la selección de las opciones para el tratamiento, incluyendo los beneficios esperados;
  - las personas que rinden cuentas y aquellas responsables de la aprobación e implementación del plan;
  - las acciones propuestas;
  - los recursos necesarios, incluyendo las contingencias;
  - las medidas del desempeño;
  - las restricciones;
  - los informes y seguimiento requeridos;
  - los plazos previstos para la realización y la finalización de las acciones.
- 
- **Seguimiento y revisión:** El propósito es asegurar y mejorar la calidad y la eficacia del diseño, la implementación y los resultados del proceso. El seguimiento continuo y la revisión periódica del proceso de la gestión del riesgo y sus resultados debería ser una parte planificada del proceso de la gestión del riesgo, con responsabilidades claramente definidas [24].  
El seguimiento y la revisión deberían tener lugar en todas etapas del proceso. El seguimiento y la revisión incluyen planificar, recopilar y analizar información, registrar resultados y proporcionar retroalimentación.  
Los resultados del seguimiento y la revisión deberían incorporarse a todas las actividades de la gestión del desempeño, de medición y de informe de la organización.
- 
- **Registro e informe:** El proceso de la gestión del riesgo y sus resultados se deberían documentar e informar a través de los mecanismos apropiados. El registro e informe pretenden:
    - comunicar las actividades de la gestión del riesgo y sus resultados a lo largo de la organización;
    - proporcionar información para la toma de decisiones;
    - mejorar las actividades de la gestión del riesgo;

- asistir la interacción con las partes interesadas, incluyendo a las personas que tienen la responsabilidad y la obligación de rendir cuentas de las actividades de la gestión del riesgo.

Las decisiones con respecto a la creación, conservación y tratamiento de la información documentada deberían tener en cuenta, pero no limitarse a su uso, la sensibilidad de la información y los contextos externo e interno.

El informe es una parte integral de la gobernanza de la organización y debería mejorar la calidad del diálogo con las partes interesadas, y apoyar a la alta dirección y a los órganos de supervisión a cumplir sus responsabilidades. Los factores a considerar en el informe incluyen, pero no se limitan a:

- las diferentes partes interesadas, sus necesidades y requisitos específicos de información;
- el costo, la frecuencia y los tiempos del informe;
- el método del informe;
- la pertinencia de la información con respecto a los objetivos de la organización y la toma de decisiones.

#### **4. Discusiones y Comentarios**

Planteadas las consideraciones y definiciones más relevantes en cuanto a la conveniencia de la gestión de riesgos en las universidades nacionales desde el punto de vista del cumplimiento de los objetivos estratégicos institucionales, mencionados los estándares más importantes que tratan la gestión de riesgo y detalladas las características principales del estándar ISO 31000:2018, se considera adecuada su aplicación en el presente TFM para tratar la gestión de los riesgos asociados a los controles de los procesos que se llevan a cabo en la DGLH de la UNNE ya que además de que puede ser usada por cualquier tipo de entidad sin importar el sector al que pertenezca, ofreciendo estrategias de decisión, operaciones, y procesos para los riesgos que se ajustan a cualquier escenario, el uso de esta guía es recomendada por la SIGEN para el sector público nacional, incluida las universidades nacionales.

Cabe señalar que, si bien el estándar no es certificable, su implementación minimiza a profundidad la amenaza al riesgo en cualquier momento que se encuentre y la mayoría de



los entes reguladores la toman como referencia para la promulgación de normas aplicables.

## **Capítulo 3**

### *Técnica AHP*

## **Resumen**

*En este capítulo se describen las características de la técnica AHP y sus aplicaciones, haciendo foco exclusivamente en su uso para la gestión y/o administración de los riesgos. Además, se abordará el tema haciendo hincapié en las ventajas que proporcionaría el método aplicado como soporte para la toma de decisiones.*

### **1. Introducción**

La toma de decisiones multicriterio es un problema crítico de la vida real. Cualquier actividad involucra de una u otra manera, la evaluación de un conjunto de alternativas en términos de un conjunto de criterios de decisión, donde muy frecuentemente estos criterios están en conflicto unos con otros, situación compleja a la que se ve enfrentado el responsable de tomar una decisión. Es claro, que éste se encuentra influenciado por sus patrones o modelos mentales, por la influencia de quienes se encuentran en una posición jerárquica superior o inferior, incluyéndose también el estado de ánimo y sus relaciones familiares y sociales, lo cual determina las prioridades al momento de abordar el problema, y añaden desde luego, mayores elementos de complejidad.

Dentro de este marco es vital contar con la información adecuada para tomar la mejor decisión, la cual se determinará dentro de un conjunto de posibles alternativas las cuales deben ser evaluadas frente a múltiples criterios que se definan para este propósito. El resultado entonces, es un proceso complejo y delicado en el cual la subjetividad y la dependencia de la información juegan un papel preponderante. Por esta razón es necesario contar con herramientas que mejoren este proceso y permitan un análisis más científico de las alternativas [27].

Asimismo, dado que el concepto de riesgo siempre se asocia a la decisión, y la toma de decisiones de las autoridades superiores implican la ejecución de acciones que van desde lo trivial a lo muy importante, es que se propone la utilización de herramientas que le proporcionen rigurosidad científica a dicha tarea teniendo en cuenta, además, que la gestión del riesgo involucra a todos los integrantes de la organización.

Este capítulo se estructurará de la siguiente manera: en la sección 2 se plasmará la definición científica del método AHP y sus diferentes aplicaciones, la sección 3 describe las aplicaciones existentes del método para la gestión del riesgo, en la sección 4 se

mencionarán las ventajas de su aplicación para la toma de decisiones en la gestión del riesgo y finalmente se agrega una sección de discusiones y comentarios.

## **2. El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP)**

El Proceso de Análisis Jerárquico fue desarrollado a finales de los 60 por Thomas Saaty, quien a partir de sus investigaciones en el campo militar y su experiencia docente formuló una herramienta sencilla para ayudar a las personas responsables de la toma de decisiones. Es un método basado en la evaluación de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso y su objetivo final consiste en optimizar la toma de decisiones gerenciales [14]. Las decisiones están compuestas por tangibles e intangibles que se deben medir para poder evaluar qué tanto sirven a los objetivos del tomador de decisiones. El AHP es una técnica de medición a través de comparaciones por pares y se basa en los juicios de expertos para derivar escalas de prioridad. Son estas escalas las que miden los intangibles en términos relativos. Las comparaciones se realizan utilizando una escala de juicios absolutos que representa, cuánto más, un elemento domina a otro con respecto a un atributo dado. Los juicios pueden ser inconsistentes, y cómo medir la inconsistencia y mejorar los juicios, cuando sea posible para obtener una mejor coherencia, es una preocupación del AHP [28].

El AHP utiliza comparaciones entre pares de elementos, construyendo matrices a partir de estas comparaciones, y usando elementos del álgebra matricial para establecer prioridades entre los elementos de un nivel, con respecto a un elemento del nivel inmediatamente superior. Cuando las prioridades de los elementos en cada nivel se tienen definidas, se agregan para obtener las prioridades globales frente al objetivo principal. Los resultados frente a las alternativas se convierten entonces en un importante elemento de soporte para quien debe tomar la decisión.

La notación utilizada es la siguiente [27]:

- Para  $i$  objetivos dados  $i = 1, 2, \dots, m$ ; se determinan los respectivos pesos  $w_i$ .
- Para cada objetivo  $i$ , se comparan las  $j = 1, 2, \dots, n$  alternativas y se determinan los pesos  $w_{ij}$  con respecto al objetivo  $i$ .
- Se determina el peso final de la alternativa  $W_j$  con respecto a todos los objetivos así  
$$W_j = w_{1j}w_1 + w_{2j}w_2 + \dots + w_{mj}w_m.$$

Las alternativas se ordenan de acuerdo con el  $W_j$  en orden descendente, donde el mayor valor indica la alternativa más preferida. Las diferentes metodologías para la solución de problemas multicriterio se diferencian en la forma como determinan el objetivo y las ponderaciones a los factores. La validez general del AHP está fundamentada en las múltiples y variadas aplicaciones que ha tenido para la solución de problemas de toma de decisiones.

### 2.1 Funciones Básicas del método AHP

Una manera de entender el método es describiendo sus tres funciones básicas: estructurar la complejidad, medir en una escala y sintetizar. A continuación se describen éstas de una manera breve [28].

- a. *Estructuración de la complejidad*: Saaty buscó una manera para resolver el problema de la complejidad, y utilizó la estructuración jerárquica de los problemas en subproblemas homogéneos. De hecho, el uso de la descomposición jerárquica es una de las grandes virtudes del método, puesto que se descompone una meta u objetivo en factores más simples, es decir, un problema se descompone en subproblemas, los cuales están relacionados directamente con el problema inicial, y al lograr la solución de los subproblemas y manteniendo la relación existente entre ellos, se consigue la solución del problema inicial.
- b. *Medición en escalas*: El AHP permite realizar mediciones de factores tanto subjetivos como objetivos a partir de estimaciones numéricas, verbales o gráficas, lo cual le provee una gran flexibilidad, permitiendo esto, gran variedad de aplicaciones en campos tan distintos unos de otros. El hecho de tener definida una escala general, aplicable a cualquier situación, permite la universalidad del método y lo hace sencillo de aplicar para quien toma la decisión. Además, la escala es clara y provee una gran amplitud para las comparaciones. En la Tabla 1 de la página 54 se presenta la escala propuesta por Saaty [2].
- c. *Síntesis*: Aunque el nombre incluya la palabra Análisis, el enfoque del AHP es totalmente sistémico, ya que, aunque analiza las decisiones a partir de la descomposición jerárquica, en ningún momento pierde de vista el objetivo general y las interdependencias existentes entre los conjuntos de factores, criterios y

alternativas, por lo tanto, este método está enfocado en el sistema en general, y la solución que presenta es para la totalidad, no para la particularidad.

<b>Escala</b>	<b>Definición</b>	<b>Explicación</b>
1	Igualmente preferida	Los dos criterios contribuyen igual al objetivo
3	Moderadamente preferida	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
5	Fuertemente preferida	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
7	Muy fuertemente preferida	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
9	Extremadamente preferida	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro

Tabla 1: Escala de Comparación de Saaty  
Fuente: Saaty Thomas, [14].

## 2.2 Principios y Axiomas

Una vez revisadas las tres funciones básicas y para completar la visión acerca de la base sobre la cual se establece el AHP, es importante conocer los principios y axiomas de esta metodología.

### Principios [14]:

- Descomposición: Para resolver la complejidad, el AHP permite estructurar un problema complejo en subproblemas jerárquicos con dependencias de acuerdo con el nivel de descomposición en el que se encuentren. Los valores 2, 4, 6 y 8 se utilizan cuando no se puede definir con claridad la preferencia entre los factores. Estos son valores intermedios de preferencia.
- Juicios comparativos: Permite realizar combinaciones en parejas de todos los elementos de un sub-grupo con respecto al criterio principal del subgrupo, por ello se habla de comparaciones biunívocas.
- Composición jerárquica o síntesis de prioridades: Permite producir prioridades globales a través de las multiplicaciones de las prioridades locales, es decir, que una vez se tienen soluciones locales, se agregan para obtener la solución general que se está buscando.

#### Axiomas [14]:

- Axioma recíprocal: Si frente a un criterio, una alternativa A es  $n$  veces mejor que B, entonces B es  $1/n$  veces mejor que A. Este principio es utilizado en el análisis matricial que se realiza a los criterios y las alternativas. Garantiza que el análisis se haga de manera bidireccional.
- Axioma de homogeneidad: Los elementos que son comparados no deben diferir en mucho en cuanto a la característica de comparación establecida.
- Axioma de la síntesis: Los juicios acerca de las prioridades de los elementos en una jerarquía no dependen de los elementos del nivel más bajo. Este axioma es rebatible y en algunos análisis no se aplica puesto que puede ser posible que exista dependencia de la importancia de un objetivo con el nivel más bajo.

#### 2.3 Metodología del AHP

Las etapas generales de la metodología AHP propuestas por Saaty en su formulación inicial son [29]:

1. Modelización: En esta etapa se construye una estructura jerárquica en la que quedan representados todos los aspectos considerados relevantes en el proceso de resolución: actores, escenarios, factores, elementos e interdependencias. La jerarquía resultante debe ser completa, representativa, no redundante y minimalista. Su construcción es la parte más creativa del proceso de resolución, pudiendo aparecer posiciones enfrentadas entre los distintos participantes.
2. Valorización: En la segunda etapa se incorporan las preferencias, gustos y deseos de los actores mediante los juicios incluidos en las denominadas matrices de comparación por pares. Estas matrices cuadradas reflejan la dominación relativa de un elemento frente a otro respecto a un atributo o propiedad común. El significado teórico es el siguiente, de los dos elementos comparados, se toma como referencia el que posee en menor medida o grado la característica en estudio y se da un valor numérico de las veces que "el mayor" incluye, recoge, domina o es más preferido que "el menor" respecto al atributo estudiado.
3. Priorización y síntesis: Esta última etapa proporciona las diferentes prioridades consideradas en la resolución del problema. Se entiende por prioridad una unidad abstracta válida para cualquier escala en la que se integran las preferencias que el

individuo tiene al comparar aspectos tangibles e intangibles. En el problema de decisión se consideran tres tipos de prioridades:

- Las prioridades locales: Que son las prioridades de los elementos que cuelgan de un nodo común.
  - Las prioridades globales: Que son la importancia de esos elementos respecto a la meta global fijada para el problema. La forma de calcularlas prioridades globales consiste en aplicar el principio de composición jerárquica: multiplicando los diferentes pesos que aparecen en el recorrido de la jerarquía desde el elemento inferior hasta la meta.
  - La prioridad final o total: De una alternativa se obtiene agregando las prioridades globales obtenidas para esa alternativa en los diferentes caminos que la unen con la meta. El método habitualmente empleado en AHP para la agregación es el equivalente a la suma ponderada.
4. Análisis de sensibilidad: Se suele hacer para examinar el grado de sensibilidad del resultado obtenido en una decisión al realizar cambios en las prioridades de los criterios principales de un problema. Lo que se lleva a cabo es un cambio en la prioridad de un determinado criterio manteniendo las proporciones de las prioridades de los otros criterios, de manera que todos ellos, incluido el criterio alterado, al modificarse sigan sumando la unidad.

Estas etapas generales se pueden concretar en una serie de pasos, los que se describen a continuación [30]:

- Paso 1: Estructurar el problema como una jerarquía

El primer paso del método AHP consiste en modelar el problema de decisión que se pretende resolver como una jerarquía. Este hecho es una de las principales características del método, de ahí que el término "jerárquico" aparece en su denominación. En la de la Fig. 3 página 57, se presenta la forma general que adopta una jerarquía.

En el vértice superior de la jerarquía se sitúa la meta u objetivo que se pretende alcanzar. El problema de decisión consiste en elegir la alternativa que mejor contribuye a la consecución de la meta del nivel superior de la jerarquía.



En el siguiente nivel, en orden descendente desde la meta, se sitúan los criterios. Los criterios de decisión corresponden a aspectos tales como atributos, objetivos o parámetros que constituyen los ejes fundamentales a partir de los cuales el decisor justifica, transforma y argumenta sus preferencias. La selección adecuada de los criterios constituye una etapa fundamental en cualquier proceso de toma de decisión, ya que un planteamiento inadecuado de los mismos puede llevar a resultados poco satisfactorios o incluso a invalidar todo el proceso: se deben definir los criterios que son importantes en el problema.

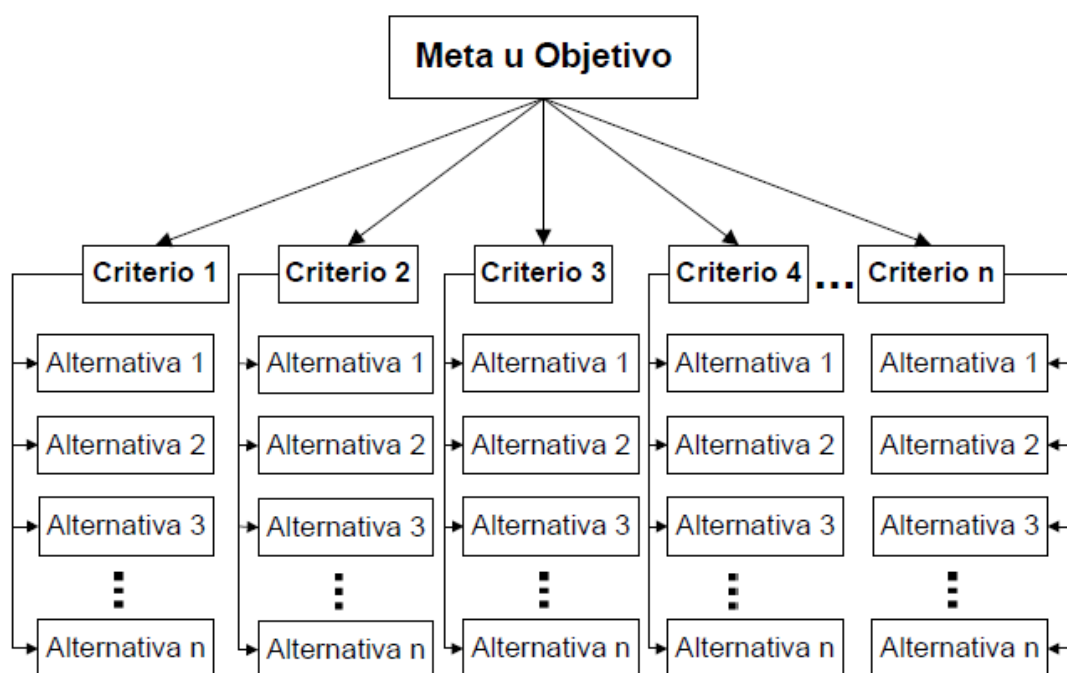


Fig. 3: Jerarquía en AHP. Fuente Saaty (1980) [14]

Una vez definidos los criterios puede darse el caso en que éstos a su vez se puedan descomponer en otros subcriterios formando otra jerarquía descendente. Durante la construcción de esta jerarquía de criterios y subcriterios se debe analizar el problema en profundidad con el fin de representarlo de la forma más completa y global posible, considerar el entorno que rodea al problema, identificar los atributos que contribuyen a la solución y considerar a las personas interesadas en el problema.

Finalmente, en el último nivel de la jerarquía se sitúan las alternativas, que son el conjunto de posibles opciones definidas sobre las que la unidad decisora realiza una decisión [14].

- Paso 2: Establecimiento de las prioridades entre los criterios

El objetivo de este paso es construir un vector de prioridades o pesos que evalúa la importancia relativa que la unidad decisora otorga a cada criterio [14].

El método AHP utiliza una estrategia de asignación indirecta por la que el decisor sólo tiene que realizar una valoración sobre la importancia del criterio verbalizada en términos cualitativos y después acudir a una escala, que previamente ha sido establecida, para obtener los valores numéricos que se corresponden con su valoración. Por tanto, como paso previo a la resolución del problema de asignación de pesos, se debe definir la correspondencia entre la valoración cualitativa del decisor y la asignación numérica. La escala sugerida por Saaty se visualiza en la Tabla 1 de la página 54 [14].

Luego el decisor debe establecer las prioridades mediante comparación entre pares y, así, determinar los pesos relativos de los criterios. Los números de la escala representan la proporción en la que uno de los elementos que se consideran en la comparación pareada domina al otro respecto a una propiedad o criterio que tienen en común. El elemento menor tiene el valor recíproco o inverso respecto al mayor, este es el principio del axioma de comparación recíproca mencionado previamente.

Para determinar los pesos de los criterios el decisor, haciendo uso de la escala fundamental, debe construir una matriz  $R$ , de tal modo que el término  $r_{ij}$  representa la prioridad relativa entre el criterio  $C_i$  y el criterio  $C_j$  respecto a la meta del problema. Este término será mayor, igual o inferior a uno dependiendo de cuál de los dos criterios sea más importante para el logro de la meta. La matriz obtenida es de la forma [29] cuya fórmula es (1):

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Donde  $r_{ij} * r_{ji} = 1$ . Una Matriz con esta propiedad se denomina matriz recíproca. Para establecer las prioridades de los criterios ( $w_i$ ), este método emplea los conceptos matemáticos de valor propio (autovalor) y vector propio (autovector).

Si los pesos ( $w_i, i=1, 2, \dots, n$ ) fueran conocidos la matriz de comparaciones pareadas sería la siguiente:

$$W = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

Si se quisiera obtener el vector de pesos a partir de esta matriz se debe resolver el siguiente sistema de ecuaciones (3):

$$W * w = \lambda w$$

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Donde  $\lambda$  es un valor propio de  $W$  y  $w$  el vector propio asociado. La matriz  $W$  tiene una forma especial, además de ser una matriz recíproca, su rango es igual 1 debido a que cada fila es múltiplo constante de la primera. Por ello esta matriz tiene un único valor propio distinto de cero. Como la suma de los valores propios de una matriz es igual a su traza (suma de los elementos de la diagonal principal) y todos los elementos de la diagonal principal son iguales a 1, puede afirmarse que el único valor propio distinto de cero de  $W$  es igual a la dimensión de la matriz, es decir igual a  $n$  ( $\lambda = n$ ).

Se puede observar que la suma de los elementos de la matriz de cualquier columna  $j$  es igual a la fórmula (4):

$$\frac{1}{w_j} \sum_{i=1}^n w_i = \frac{1}{w_j} \quad (4)$$

Por tanto, si se normaliza la matriz  $W$  mediante la suma de las columnas, en cada una de ellas se obtiene el vector  $w$ , por lo que el promedio de cualquier fila  $i$  será igual a  $w_i$ .

Dado que los pesos no son conocidos y la matriz de comparaciones  $R$  se construye con los juicios del decidor, los que no necesariamente serán totalmente consistentes, la matriz  $R$  puede concebirse como una perturbación de la matriz  $W$ . Por tanto, puede que posea más de un valor propio distinto de cero. El máximo valor propio ( $\lambda_{max}$ ) está asociado a un vector propio  $z$  y se considera que  $z$  es una buena aproximación del vector de prioridades o pesos  $w$ . Por tanto, puede escribirse como en (5):

$$R * \hat{w} = \lambda_{max} \hat{w} \quad (5)$$

Basado en todos estos conceptos Saaty propone estimar el vector de pesos (vector propio) aplicando el siguiente procedimiento [14]:

1°. Obtener la matriz normalizada ( $R_{Norm}$ ), dividiendo cada elemento de la columna  $j$ -ésima por la suma de todos los elementos de dicha columna (6):

$$R_{Norm} = \left[ r_{ijNorm} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \right] \quad (6)$$

2°. Estimar el vector de pesos ( $\hat{w}$ ) calculando el promedio de cada fila de la matriz normalizada. El vector  $\hat{w}$  de pesos será igual a (7):

$$\hat{w} = \left[ \hat{w}_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{1jNorm}, \hat{w}_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{2jNorm}, \dots, \hat{w}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ijNorm}, \dots, \hat{w}_n = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{njNorm} \right] \quad (7)$$

- Paso 3: Comprobar la consistencia de los juicios

Si  $R$  fuera una matriz completamente consistente, entonces el  $\lambda_{max}$  sería igual a  $n$ . Sin embargo, el decisor cometerá ciertas inconsistencias en sus juicios y resulta conveniente medir el grado de inconsistencia de los juicios emitidos por el decisor, dado que, si no se ha sido cuidadoso con las valoraciones, el vector de prioridades o pesos obtenido puede ser poco representativo.

La consistencia se puede medir mediante el índice de consistencia (IC), que tiene la siguiente expresión (8):

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

Esta medida puede utilizarse para mejorar la consistencia de los juicios si se la compara con el número apropiado de la Tabla 2: *Índice de Consistencia Aleatorio (IA)*. Fuente: García Cascales, M. (2009), [29]

, que recoge el índice de consistencia aleatorio (IA) [29]:

**Tabla de Índices de Consistencia Aleatoria**

<i>n</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<i>IA</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0.525</i>	<i>0.882</i>	<i>1.115</i>	<i>1.252</i>	<i>1.341</i>	<i>1.404</i>
<i>n</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>
<i>IA</i>	<i>1.452</i>	<i>1.484</i>	<i>1.513</i>	<i>1.535</i>	<i>1.555</i>	<i>1.570</i>	<i>1.583</i>	<i>1.595</i>

Tabla 2: Índice de Consistencia Aleatorio (IA). Fuente: García Cascales, M. (2009), [29]

El índice de consistencia aleatorio (IA) se define como el índice de consistencia aleatorio medio obtenido mediante la simulación de 100.000 matrices recíprocas generadas aleatoriamente utilizando la escala de Saaty (1/9, 1/8, ..., 1, ..., 8, 9).

Si se calcula el cociente entre el índice de consistencia (IC) y el índice de consistencia aleatorio (IA), se obtiene el denominado ratio de consistencia (RC). Ver (9).

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (9)$$

- Si  $RC = 0$ , la matriz es consistente.
- Si  $RC \leq 0,10$ , la matriz R tiene una inconsistencia admisible, lo que significa que se la considera consistente y el vector de pesos obtenidos se admite como válido.
- En caso de que  $RC > 0,10$ , la inconsistencia es inadmisibles y se aconseja revisar los juicios.

Para calcular el índice de consistencia el valor de  $\lambda_{max}$  se obtiene de la ecuación (10).

$$R \cdot \hat{w} = \lambda_{max} \cdot \hat{w} \quad (10)$$

Se multiplica la matriz R por el vector  $\hat{w}$  y se obtiene un vector columna, luego cada componente de él se divide por las del vector  $\hat{w}$  y se genera otro vector columna formado por los valores propios de la matriz R. Se promedian dichos valores y se obtiene  $\lambda_{max}$ .

- Paso 4: Establecimiento de las prioridades locales entre los subcriterios

Si en la modelización del problema de decisión como una jerarquía se ha considerado la descomposición de algunos o todos los criterios en subcriterios, antes de continuar debe calcularse el vector de pesos asociado a dichos subcriterios.

El procedimiento es el mismo que el descrito en el paso anterior, pero en este caso se deberán realizar las comparaciones pareadas entre subcriterios para determinar su

importancia relativa respecto al criterio inmediatamente superior en la jerarquía. De este modo, es posible calcular el vector de pesos asociados a un conjunto de subcriterios respecto a su criterio "padre".

- Paso 5: Establecimiento de las prioridades locales entre las alternativas

Una vez obtenida la ponderación de los criterios y subcriterios en los pasos anteriores, se procede a la valoración de las alternativas para así poder calcular las prioridades locales correspondientes. Para ello, con cada criterio o subcriterio del último nivel de la jerarquía se plantea la matriz R de juicios por comparación pareada entre alternativas. El procedimiento a seguir es el explicado en el paso 2, pero esta vez se establece el nivel de prioridad de una alternativa sobre otra tomando como base de comparación el grado de cumplimiento o satisfacción de cada criterio o subcriterio. La escala a utilizar es la misma.

Una vez planteada la matriz R de comparación entre alternativas, se procede como ya se ha comentado: se calcula el vector de pesos o prioridades y el índice de consistencia de los juicios. Una vez realizadas estas operaciones, si el índice de consistencia es aceptable, para cada criterio o subcriterio se obtiene un vector de pesos locales de las alternativas.

- Paso 6: Establecimiento de las prioridades totales asociadas a cada alternativa.

Obtenidos los vectores de prioridad de todas las alternativas respecto de cada subcriterio, se obtiene una matriz, la que se multiplica por el vector de prioridad de los subcriterios respecto al criterio del cual se desprenden. Así se obtiene el vector de preferencias de cada alternativa con respecto a ese criterio. Este procedimiento se repite para cada criterio.

Luego se obtendrán tantos vectores de prioridad de las alternativas respecto de los criterios como criterios existan y con ellos se construye una matriz que se multiplica por el vector de prioridad de los criterios respecto del objetivo general, lo que da por resultado el vector de prioridades de cada alternativa respecto del objetivo principal. Esto permite determinar cuál alternativa es la más conveniente para la solución del problema planteado.

Si no existieran subcriterios, se confecciona directamente la matriz conteniendo los vectores de prioridades de las alternativas con respecto a cada criterio. Esta matriz se multiplica por el vector de prioridades de los criterios respecto al objetivo, obteniendo el vector de prioridades de las alternativas con respecto al objetivo, llegando así al vector de prioridades totales.

- Paso 7: Análisis de sensibilidad.

Como último paso de la metodología AHP puede realizarse un análisis de sensibilidad que confirme que realmente los resultados obtenidos son robustos y no son fruto del azar.

La realización de este análisis puede facilitarse y agilizarse si se emplea para ello herramientas informáticas de cálculo. Este análisis consiste en realizar variaciones en el valor de un peso y observar numérica y gráficamente cómo este cambio afecta al resto de los pesos del problema y a la priorización de alternativas [14].

### **3. AHP aplicado a la Gestión del Riesgo**

Si bien, cuando se piensa en riesgo, inmediatamente se asocia a algo negativo que pueda llegar a ocurrir, hoy en día esa concepción resulta insuficiente ya que el riesgo no siempre representa algo malo, también puede presentar una oportunidad que afecte en forma positiva al contexto en donde se manifieste [26]. Lo importante en este punto, para todas las organizaciones es encontrar una manera de medirlo con el objetivo de gestionarlo eficientemente disminuyendo los efectos negativos y aprovechando los efectos positivos. Su estudio y/o análisis es importante en la toma de decisiones para comprender cómo pueden impactar los factores estudiados a la organización [17].

El proceso de toma de decisiones en una organización debe enfocarse en muchos objetivos, lo cual conlleva a requerir un análisis multiobjetivo y para ese fin se necesitan herramientas multiobjetivo o multicriterio. Además, frente a la multiplicidad de factores de riesgo existentes y la subjetividad de los métodos utilizados para su medición es que se propone la aplicación del método AHP como soporte a la toma de decisiones para la gestión del riesgo en la organización.

El AHP es una metodología para estructurar, medir y sintetizar. De la revisión de la literatura realizada para el desarrollo del presente trabajo se hallaron muchas aplicaciones del método como solución de una gran variedad de problemas, entre los cuales se pueden mencionar los presentados en [31], [11], [7], [13], [32] y [12]. Asimismo, se destacan para el presente TFM las aplicaciones del método como soporte a la toma de decisiones para la gestión del riesgo, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- En [30] se brinda un enfoque cuantitativo para la gestión del riesgo en la construcción de un oleoducto, a partir de la técnica del AHP y del análisis de árboles de decisión. El autor identificó los factores de riesgos, cuantificó sus efectos mediante la determinación de probabilidad y del impacto, y generó respuestas alternativas con una implicación de costos para mitigar los riesgos cuantificados.
- En [34] se presenta un modelo de evaluación de riesgos del sistema de información aplicado al sistema bancario en línea. En este documento se identificó los elementos relevantes para los riesgos de seguridad de los sistemas informáticos de banca electrónica con base en estudios de investigación previos. A continuación, se determinó el peso final de todos los elementos mediante el proceso de jerarquía analítica difusa y el método de ponderación de Chung. Después de eso, se han calculado los pesos finales de todos los elementos en tres estudios de caso de la sección bancaria. Por último, Los valores de esos elementos se aclararon mediante el uso de la clasificación difusa de Jaeger.
- En [35] se presenta un modelo de control de uso de datos cualitativo jerárquico consciente del riesgo para políticas complejas en entornos distribuidos. En este artículo se propone un modelo de control de uso cualitativo basado en riesgos, destinado a habilitar un marco en el que sea posible definir y hacer cumplir políticas en diferentes niveles de granularidad. En particular, el marco propuesto explota el AHP para fusionar el valor de riesgo asignado a diferentes atributos en relación con una operación específica, en un único valor de riesgo, para ser utilizado como atributo único de las políticas de control de uso. Dos conjuntos de experimentos que muestran los beneficios tanto en la definición de políticas como en el desempeño, validan el modelo propuesto, demostrando la equivalencia de la aplicación entre las políticas estándar y las políticas de atribución única derivadas.
- En [36] se propone la construcción de consenso en la toma de decisiones grupales para la evaluación de riesgos de proyectos de parques eólicos. En los problemas de toma de decisiones en grupo, se debe construir un consenso entre los tomadores de decisiones individuales, cada uno de los cuales proporciona sus propios índices de preferencia para las alternativas de decisión. Este artículo presenta una técnica novedosa para la construcción de consenso en problemas de toma de decisiones grupales de criterios múltiples utilizando el principio de granularidad justificable,



produciendo así un conjunto difuso con valores de intervalo que representa el valor agregado de los índices de preferencia asignados a las alternativas de decisión por los tomadores de decisiones. Los índices de preferencia obtenidos de cada experto se realizan mediante el proceso de jerarquía analítica (AHP). En primer lugar, se desarrolla una estructura de desglose del trabajo en función del contexto para los proyectos de parques eólicos. En segundo lugar, los paquetes de trabajo de construcción se clasifican en función de cuánto contribuyen al riesgo general o la incertidumbre involucrados en el logro de los objetivos del proyecto de tiempo, costo, calidad y seguridad.

- En [37] se propone un método intuicionista para la selección de un enfoque de gestión de riesgos para proyectos de tecnología de la información. El propósito de esta investigación fue desarrollar un método para la selección de la opción más adecuada para la gestión del riesgo en proyectos de TI, de acuerdo con las necesidades de la organización. Con el fin de obtener un método simplificado, más intuitivo y más fácil de implementar, se desarrolló un nuevo enfoque gráfico vectorial modificando un procedimiento intuicionista para su adecuación como herramienta multicriterio para la toma de decisiones gerenciales. El método se complementa con cálculos de varianza media. Los pesos de los criterios de evaluación se obtienen mediante un enfoque gráfico del proceso de jerarquía analítica difusa. La aplicación del método propuesto fue precedida por una investigación documental y el uso de técnicas de mapeo para la preselección de opciones.
- En [38] se presenta un marco de gestión de riesgos en dos fases dirigido a las carteras de proyectos de las PYMEs. Este documento propone un marco de gestión de riesgos que se ajusta a las necesidades de las PYMEs al proporcionar una forma de cuantificar adecuadamente los riesgos y abordarlos en dos niveles. Primero, se utiliza el AHP para realizar análisis de costo-beneficio de las posibles acciones de mitigación evaluadas mediante simulaciones de Monte-Carlo. En segundo lugar, se utiliza una herramienta de optimización en línea para asegurarse de que la planificación sigue la ruta de riesgo mínimo y reprogramar la acción de mitigación tan pronto como se materialice un riesgo.

Del estudio de aplicación del método AHP se pudo detectar también, que su simplicidad le permite adaptarse a una gran variedad de problemas relacionados con la gestión del riesgo, más allá de que en la revisión no se detectaron casos de estudios similares al propuesto en el presente que consiste en la gestión de riesgos en los procesos de las áreas administrativas en universidades nacionales. De igual manera se considera totalmente factible su aplicación en ese contexto.

#### **4. Ventajas de la aplicación del método AHP**

Se podría considerar como una de las ventajas del método AHP el hecho de poder automatizar una tarea naturalmente subjetiva, como lo es el proceso de toma de decisiones, en cualquier contexto planteado, donde se involucran varios factores e innumerables opiniones de expertos que entran en conflicto entre sí.

El AHP es una de las técnicas multicriterio con mayor implantación práctica en casi todos los ámbitos de la toma de decisiones. Sin mayor detalle se enumeran seguidamente las características o ventajas que justifican su gran aplicabilidad:

- La flexibilidad de la técnica: la adecuación a numerosas situaciones reales referidas. fundamentalmente, a la selección multicriterio entre alternativas.
- Su facilidad de uso: la posibilidad de aplicarla en decisión individual y en grupo.
- La existencia de software amigable para su aplicación.

Respecto a la toma de decisiones exclusivamente:

- Facilita la reflexión.
- Considera todas las alternativas.
- Ayuda a estructurar el razonamiento.
- Verifica su consistencia.
- Permite alcanzar un resultado objetivo y fiable.

Respecto al análisis de riesgos:

- Permite su realización de manera estructurada y coherente.

- Tiene un soporte matemático, haciendo que los resultados adquieran mayor validez y confiabilidad.

## **5. Discusiones y Comentarios**

Descriptas las características, definiciones matemáticas y conceptos de la técnica AHP, mencionada sus variadas aplicaciones en una gran cantidad de problemas, haciendo foco exclusivamente en su aplicación como soporte para la toma de decisiones en la gestión y/o administración de los riesgos y mencionadas las ventajas que justifican su gran aplicabilidad, se considera que resulta adecuado su uso como solución al problema planteado en el presente TFM.

Además, por su aplicabilidad como solución a la problemática planteada en el presente, dado el gran contenido con soporte científico que sustentan el método a través de modelos matemáticos, le dan al AHP el requisito necesario para cumplir uno de los objetivos planteado en el plan estratégico de la universidad que consiste en “la profundización de la reingeniería de los procesos administrativos para lograr la optimización de tiempos y recursos”. Es decir, la utilización del AHP como soporte a la toma de decisiones para la gestión el riesgo en los procesos administrativos dentro de la universidad representa un aporte innovador para la administración de universidades.

## **Capítulo 4**

### *Operadores OWA*

## **Resumen**

*En este capítulo se desarrollan las definiciones principales de los operadores de agregación más usados en los sistemas de apoyo a la decisión, haciendo una introducción con los fundamentos teóricos que justifican su uso, concepto de la familia de operadores de agregación organizados en los siguientes grupos de operadores clasificados de acuerdo a su posición de mínimo y máximo en menores o iguales que el mínimo, mayores o iguales que el máximo, comprendidos entre el mínimo y el máximo y los híbridos, describiendo con fundamentos matemáticos de los tipos de operadores que componen cada grupo.*

*Luego se hace una breve reseña de los operadores OWA, que son objeto del presente capítulo, donde se describe su origen, definición, fundamentos matemáticos y una descripción detallada de las propiedades de conmutatividad, monotonía e idempotencia que resultan las más relevantes de acuerdo a la literatura existente.*

### **1. Introducción**

Un problema que el ser humano debe afrontar muy habitualmente es el de tener que agregar, fundir o sintetizar información, esto es, combinar entre sí una serie de datos, procedentes de fuentes diversas, para llegar a una cierta conclusión o tomar una determinada decisión, esto supone el uso de uno o varios operadores de agregación capaces de proporcionar una relación de preferencia colectiva. Estos operadores se deben elegir según criterios específicos teniendo en cuenta las propiedades características de cada operador [37].

La familia de operadores de agregación más extendida en la actualidad son los operadores OWA. De la revisión sistemática de la literatura surgen innumerables trabajos de investigación en el área de las ciencias de la computación que tienen como objetivo el aporte de nuevos elementos que sirvan como mecanismos útiles a los sistemas de apoyo a la decisión y que introduzcan mejoras desde un punto de vista social a los resultados que se obtienen [5].

En este capítulo se hará una reseña de los operadores de agregación como soporte al proceso de toma de decisiones, y se estructurará de la siguiente manera: en la primera

sección se dará una visión general de las definiciones principales de los operadores de agregación, en la segunda sección se hará una breve reseña de la familia de operadores de agregación, en la tercera sección se detallarán las propiedades matemáticas de los operadores OWA, finalmente se concluirá con discusiones y comentarios.

## **2. Operadores de Agregación**

La agregación es la operación consistente en transformar un conjunto de elementos (conjuntos borrosos, opiniones individuales sobre un conjunto de alternativas expresadas cardinalmente o lingüísticamente, etc.) en un único elemento representativo del mismo. En el proceso de toma de decisión la agregación consiste en la combinación de las unidades de información individuales en unidades de información colectivas, es decir, la agregación se lleva a cabo a partir de las preferencias individuales de los expertos sobre el conjunto de alternativas para obtener una preferencia global, que es un resumen de sus propiedades [39].

Los procesos de agregación de información surgen en multitud de aplicaciones relacionadas con el desarrollo de sistemas inteligentes. Se aplican en redes neuronales, controladores basados en lógica borrosa, sistemas de visión, sistemas expertos, toma de decisión multicriterio, entre otros. En [15] se introduce la técnica de agregación basada en un promedio de pesos ordenados (OWA), que en pocos años se convierte en una de las familias de operadores más usada en la actualidad. Estos operadores son aplicados en problemas de toma de decisión, bases de datos, modelado de redes, sistemas borrosos y fusión de información entre otros [8].

La ventaja que los operadores OWA presentan radica principalmente en que ofrecen una agregación que se encuentra situada entre los operadores lógicos *or* y *and*, además aportan una definición general que engloba a los operadores de agregación más comunes, dando gran flexibilidad a la hora de elegir el tipo de reglas de agregación a usar en cada modelo de problema.

### **2.1 Familia de Operadores de Agregación**

Los operadores incluidos se han dividido, de acuerdo con su posición respecto a los operadores mínimo y máximo, en cuatro grandes grupos [40]:

- Menores o iguales que el mínimo: Son aquellos que exigen que todos los criterios agregados se satisfagan de forma simultánea, y por lo tanto el resultado de la agregación estará acotado superiormente por el menor de los distintos grados de satisfacción agregados. Esta clase, cuyos componentes se denominan habitualmente operadores de intersección, incluye a las conocidas normas triangulares.
- Mayores o iguales que el máximo: Son aquellos que generan un resultado que está acotado inferiormente por el mayor de los elementos agregados. Se denominan operadores de unión y su máximo exponente es la familia de las conormas triangulares.
- Comprendidos entre el mínimo y el máximo: Son aquellos que, al contrario que en los dos casos extremos anteriores, describen una actitud de compensación o promedio de valores, devolviendo un valor comprendido entre ambos extremos, y que se podrían denominar operadores de promedio.
- Híbridos: Son todos aquellos que presentan una actitud mixta y que por lo tanto no pertenecen a ninguno de los tres grupos anteriores.

#### 2.1.1 Operadores de Intersección ( $F \leq \min$ )

En este grupo se distinguen especialmente las normas triangulares (t-normas) [41].

##### 2.1.1.1 T-normas

El máximo exponente de los operadores de intersección lo constituyen las normas triangulares o t-normas.

Definición: Sea  $I = [0, 1]$ ; una norma triangular o t-norma es una función  $T: I \times I \rightarrow I$  que verifica las siguientes propiedades para cualesquiera  $x, y, z, t \in I$ :

- $T(x, y) = T(y, x)$  (conmutatividad).
- $T(x, T(y, z)) = T(T(x, y), z)$  (asociatividad).
- Si  $x \leq z$  e  $y \leq t$ ,  $T(x, y) \leq T(z, t)$  (monotonía).
- $T(x, 1) = x$  (elemento neutro 1).

##### 2.1.1.2 Operadores de Unión ( $F \geq \max$ )

En este grupo se distinguen especialmente las conormas triangulares (t-conormas) [41].

### 2.1.1.3 T-conorma

Definición: Sea  $I = [0, 1]$ ; una conorma triangular o *t-conorma* es una función  $S: I \times I \rightarrow I$  que verifica las siguientes propiedades para cualesquiera  $x, y, z, t \in I$ :

- $S(x, y) = S(y, x)$  (conmutatividad).
- $S(x, S(y, z)) = S(S(x, y), z)$  (asociatividad).
- Si  $x \leq z$  e  $y \leq t$ ,  $S(x, y) \leq S(z, t)$  (monotonía).
- $S(x, 0) = x$  (elemento neutro 0).

Las *t-conormas* se obtienen mediante dualidad a partir de las *t-normas*: una función  $S: I \times I \rightarrow I$  es una *t-conorma* si  $T(x, y) = 1 - S(1 - x, 1 - y)$  es una *t-norma*.

### 2.1.2 Operadores de Promedio ( $\min \leq F \leq \max$ )

Estos operadores aseguran la obtención de un resultado intermedio comprendido entre el mínimo y el máximo. Todos ellos tienen la propiedad de ser idempotentes. Las familias más importantes de operadores de este tipo son: las medias cuasi-lineales, los mínimos y máximos ponderados - introducidos en el marco de la teoría de la posibilidad -, las medias ponderadas ordenadas y las integrales borrosas [41].

#### 2.1.2.1 Medias cuasi-lineales

Definición: Una media cuasi-lineal es una función  $M_{f,w}: I_n \rightarrow I$  definida, para todo  $(x_1, \dots, x_n)$  de  $I_n$ , por (11):

$$M_{f,w}(x_1, \dots, x_n) = f^{-1} \left( \sum_{i=1}^n w_i f(x_i) \right) \quad (11)$$

siendo  $f: I \rightarrow R$  una función continua y estrictamente monótona denominada función generadora de la media y  $w^f = (w_1, \dots, w_n)$  un vector de pesos tal que  $w_i \in I$  y verificando que

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (12)$$

A continuación, se indican las principales sub-clases de esta familia de operadores.



### 2.1.2.2 Medias ponderadas

Las medias ponderadas constituyen un caso particular de medias cuasi-lineales construidas tomando como función generadora la función identidad,  $f(x) = x$ .

Definición: Una media ponderada es una función  $M_w: I_n \rightarrow I$  definida, para todo  $(x_1, \dots, x_n)$  de  $I_n$  por (13):

$$M_w(x_1, \dots, x_n) = \left( \sum_{i=1}^n w_i x_i \right) \quad (13)$$

siendo  $w^t = (w_1, \dots, w_n)$  un vector de pesos tal que  $w_i \in I$  y verificando que

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (14)$$

### 2.1.2.3 Medias cuasi-aritméticas

Las medias cuasi-aritméticas constituyen un caso particular de medias cuasi-lineales en las que el vector de pesos es tal que  $w_i = 1/n$  para todo  $i \in \{1, \dots, n\}$ .

Definición: Una media cuasi-aritmética es una función  $M_f: I_n \rightarrow I$  definida, para todo  $(x_1, \dots, x_n)$  de  $I_n$  por:

$$M_f(x_1, \dots, x_n) = f^{-1} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(x_i) \right) \quad (15)$$

siendo  $f: I \rightarrow R$  una función continua y estrictamente monótona denominada función generadora de la media.

### 2.1.2.4 Medias generalizadas

Un caso particular y muy común de medias cuasi-lineales lo constituyen las denominadas medias generalizadas, obtenidas cuando se toma como función generadora de la media una función del tipo  $f(x) = x^\alpha$  con  $\alpha \in R^*$ .

Definición: Una media generalizada es una función  $M_{\alpha,w}: I_n \rightarrow I$  definida, para todo  $(x_1, \dots, x_n)$  de  $I_n$  por:

$$M_{\alpha,w}(x_1, \dots, x_n) = \left( \sum_{i=1}^n w_i x_i^\alpha \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (16)$$

siendo  $\alpha$  un parámetro perteneciente a  $R^*$  y  $w^t = (w_1, \dots, w_n)$  un vector de pesos tal que  $w_i \in I$  y verificando que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (17)$$

De esta última familia se destacan los siguientes operadores, obtenidos al tomar el vector de pesos  $w_i = 1/n$  para todo  $i \in \{1, \dots, n\}$ .

Mínimo:  $M_{-\infty}(x_1, \dots, x_n) = \min(x_1, \dots, x_n)$ .

Media armónica:

$$M_{-1}(x_1, \dots, x_n) = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \dots + \frac{1}{x_n}} \quad (18)$$

Media geométrica:  $M_0(x_1, \dots, x_n) = (x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n)^{1/n}$ .

Media aritmética:

$$M_1(x_1, \dots, x_n) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \right) \quad (19)$$

Máximo:  $M_{+\infty}(x_1, \dots, x_n) = \max(x_1, \dots, x_n)$ .

### 2.1.3 Mínimos y máximos ponderados

Los mínimos y máximos ponderados fueron desarrollados como una generalización de los operadores *min* y *max* [40].

Definición: Se llama mínimo ponderado y máximo ponderado, respectivamente, a las funciones  $w_{-min}, w_{max}: I_n \rightarrow I$  definidas para todo  $(x_1, \dots, x_n)$  de  $I_n$  por:

$$w_{-min}(x_1, \dots, x_n) = \min(\max(x_i, 1-w_i)) \quad (i=1, \dots, n) \quad (20)$$

$$w_{-max}(x_1, \dots, x_n) = \max(\min(x_i, w_i)) \quad (i=1, \dots, n) \quad (21)$$

siendo  $w^f = (w_1, \dots, w_n)$  un vector de pesos normalizado tal que  $\max(w_i) = 1 (i = 1, \dots, n)$ .

El primer operador describe una medida de necesidad, mientras que el segundo describe una medida de posibilidad. Cuando todos los criterios a agregar tienen la misma importancia ( $w_i = 1$  para todo  $i$ ), se obtienen, respectivamente, los operadores mínimo y máximo.

## 2.2 Operadores OWA – Fundamentos Matemáticos

Las medias ponderadas ordenadas fueron introducida en [15] como un nuevo operador de compensación. Permiten la introducción de pesos, y son por lo tanto parecidas a las medias ponderadas. La diferencia fundamental entre estas últimas y el nuevo operador consiste en que, en este último caso, los pesos no afectan a un determinado criterio sino a la posición que cada criterio ocupa al ordenarlos: cada peso  $w_i$  se asocia con el  $i$ -ésimo elemento más grande, independientemente de cuál sea éste [41].

Un operador OWA se define como una función de dimensión  $n$  del tipo  $F: R^n \rightarrow R$  a la que se le asocia un vector  $W$  de longitud  $n$

$$W = [w_1, w_1, \dots, w_n]^T \quad (22)$$

donde:

1.  $w_i \in [0,1]$
2.  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

Además, se cumple que  $f(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j$  donde  $b_j$  es el  $j$ -ésimo valor mayor de las  $a_n$ .

Ejemplo. Supongamos  $W = [0.4 \ 0.3 \ 0.2 \ 0.1]^T$

Entonces  $f(0.5, 1, 0.2, 0.4) = (0.4)(1) + (0.3)(0.5) + (0.2)(0.4) + (0.1)(0.2) = 0.65$

Un aspecto fundamental de estos operadores es el reordenamiento de los elementos. Esto provoca que los elementos a agregar  $a_i$  no estén asociados con un peso  $w_i$ , mientras que un peso  $w_i$  sí estará asociado con una posición ordenada en la agregación.

Cuando consideramos los pesos como un vector columna, hay que notar que los pesos con menor índice se situarán en la zona alta del vector mientras que los pesos con los índices mayores estarán en la parte baja.

Hay que observar cómo los distintos tipos de operadores OWA se pueden clasificar según su función de ponderación. En [15] se destacan tres casos de especial relevancia en la agregación OWA:

1.  $F^*$ . En este caso  $W = W^* = [1, 0, \dots, 0]^T$
2.  $F_*$ . En este caso  $W = W_* = [0, 0, \dots, 1]^T$
3.  $F_{ave}$ . En este caso  $W = W_{ave} = \left[\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right]^T$

De donde se deduce que:

1.  $F^*(a_1, a_2, \dots, a_n) = \text{Max}(a_i)$
2.  $F_*(a_1, a_2, \dots, a_n) = \text{Min}(a_i)$
3.  $F_{ave}(a_1, a_2, \dots, a_n) = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n a_i$

El vector de pesos  $W$  se calcula, normalmente, haciendo uso de los cuantificadores lingüísticos. En este caso, un cuantificador se define como una función  $Q: [0,1] \rightarrow [0,1]$  donde  $Q(0) = 0, Q(1) = 1$  y  $Q(x) \geq Q(y)$  con  $x > y$ .

En [42] se define la función  $Q$  como sigue (24):

$$Q(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{si } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{si } b < x \end{cases} \quad (24)$$

con  $a, b, x \in [0, 1]$ .

Para un valor  $x \in [0,1]$ ,  $Q(x)$  representa el grado con que  $x$  satisface el concepto borroso representado por el cuantificador. Basado en esta función  $Q$ , el vector de pesos OWA se determina como sigue:

$$w_i = Q\left(\frac{i}{n}\right) - Q\left(\frac{i-1}{n}\right) \quad (25)$$

Estos pesos tienen la función de incrementar o disminuir la importancia de los diferentes componentes de la agregación de acuerdo con la semántica asociada con el operador desde  $Q$ , es decir, el cuantificador determina la estrategia de construcción del vector de pesos para conseguir una representación del concepto de mayoría borroso en la agregación de los argumentos [43].

En [15] se definen una serie de propiedades importantes para los operadores OWA. A continuación, se muestran las más relevantes:

*Propiedad 1.* Para todo operador OWA

$$F_* = (a_1, a_2, \dots, a_n) \leq F = (a_1, a_2, \dots, a_n) \leq F^* = (a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (26)$$

Lo que indica que los operadores OWA supra y sub estrella representan los límites superior e inferior respectivamente para cualquier operador OWA definido. De lo que se deduce fácilmente que para cualquier  $F$

$$\text{Min}(a_i) \leq F = (a_1, a_2, \dots, a_n) \leq \text{Max}(a_i) \quad (27)$$

*Propiedad 2.* (Commutatividad). Sea  $\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$  un conjunto de elementos a agregar y sea  $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$  una permutación del mismo. Para cualquier operador OWA definido se cumple que

$$F(a_1, a_2, \dots, a_n) = F(d_1, d_2, \dots, d_n) \quad (28)$$

*Propiedad 3.* (Monotonía). Sea  $a_i$  y  $c_i$  conjuntos a agregar, con  $i = 1, \dots, n$  tal que

para cada  $i$ ,  $c_i \leq a_i$ . Entonces

$$F(c_1, c_2, \dots, c_n) \leq F(a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (29)$$

*Propiedad 4.* (Idempotencia). Si  $a_i = a$  para todo  $i = 1, \dots, n$ ; entonces

$$F(a, a, \dots, a) = a \quad (30)$$

De todo lo anterior se comprueba cómo los operadores OWA satisfacen las propiedades básicas asociadas a los operadores de agregación.

Además, en [15] se define dos medidas de importancia asociadas a los operadores OWA. La primera de ellas se denomina dispersión (o entropía) de un vector de pesos y se define como:

$$Disp(W) = - \sum_{i=1}^n w_i * \ln(w_i) \quad (31)$$

Cuando se usa un operador OWA para calcular un promedio,  $Disp(W)$  aporta una medida del grado con el que se está agregando todos los elementos de igual forma.

Una segunda medida introducida en [15] es la denominada orness, definida como:

$$orness(W) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n ((n-1) * w_i) \quad (32)$$

Donde fácilmente se puede comprobar que:

1.  $orness(W^*) = 1$
2.  $orness(W_*) = 0$
3.  $orness(W_{ave}) = 0.5$

De esta forma se puede definir una medida de *andness* como en (33):

$$andness(W) = 1 - orness(W) \quad (33)$$

Generalmente se aprecia cómo un operador OWA que tiene la mayoría de sus pesos cercanos al extremo superior del vector será un operador del tipo *or* ( $orness(W) \geq 0.5$ ), mientras que, por el otro lado, cuando los pesos no nulos se sitúan en la zona inferior del vector columna, el operador será del tipo *and* ( $orness(W) \leq 0.5$ ).

### **3. Discusiones y Comentarios**

Descriptas las principales definiciones de la familia de operadores de agregación, su uso como soporte al proceso de toma de decisiones, su fundamento matemático y haciendo énfasis en los operadores OWA, como tema principal de este capítulo, describiendo su definición, propiedades y fundamentos matemáticos, resulta apropiado para su uso como

nexo en algunas de las etapas del AHP con la finalidad de optimizar el modelo de decisión propuesto en el presente TFM.

Los operadores OWA permiten agregar información obteniendo a partir de una serie de datos ordenados un único valor representativo de la misma que además es un valor agregado de acuerdo con unos parámetros de optimismo/pesimismo determinados desde el punto de vista del decisor, dicho esto desde un punto de vista matemático, los operadores OWA sirven para agregar la información dentro de unos límites delimitados por un máximo y un mínimo.

## **Capítulo 5**

### *Modelo de Decisión*



## **Resumen**

*En este capítulo se describe la metodología propuesta para gestionar los riesgos asociados a los controles de los procesos llevados a cabo en la DGLH de la UNNE mediante la aplicación de la técnica AHP mejorado con operadores de la familia OWA. Se detallarán cada una de las fases que componen la metodología describiendo los pasos a seguir para su ejecución.*

### **1. Metodología**

La metodología propuesta involucra tanto a los referentes expertos del área de la DGLH como a todo el personal administrativo y técnico de cada proceso evaluado. En la Fig. 4: Metodología de la página 81 se visualiza el esquema de la propuesta.

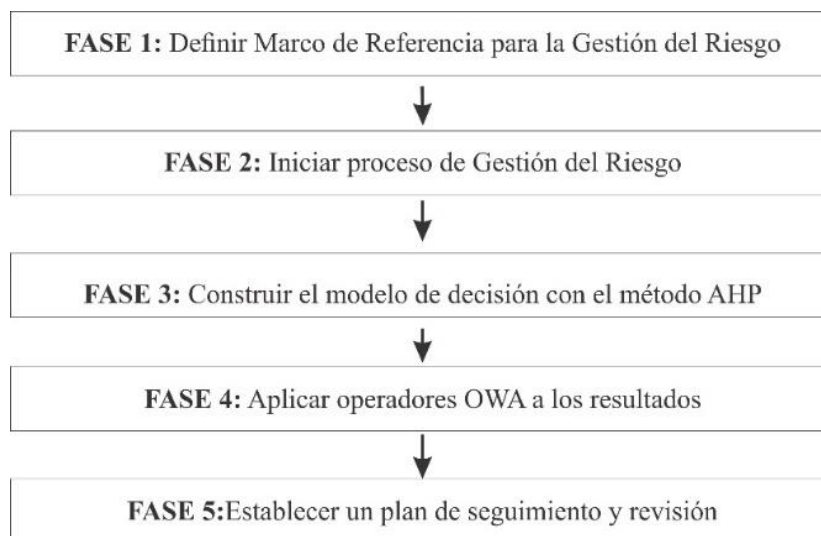


Fig. 4: Metodología

Las fases 1 y 2 de la metodología describen los procedimientos a seguir para la gestión de los riesgos en la DGLH basados en las directrices del estándar ISO 31000:2018, la fase 3 consiste en el desarrollo de un modelo de decisión que aplica la técnica AHP para la priorización de los riesgos críticos detectados, la fase 4 propone la utilización de operadores Neat OWA a los resultados obtenidos del modelo de decisión y, finalmente la fase 5 propone un plan de seguimiento y revisión de los riesgos tratados en todas las fases anteriores.

Seguidamente se describe en detalle cada una de las fases que componen la metodología propuesta:

### 1.1 Fase 1: Definir Marco de Referencia para la Gestión del Riesgo

Esta fase tiene como finalidad la de proponer acciones tendientes a integrar, diseñar, implementar, valorar y mejorar la gestión del riesgo en la universidad. Para ello se definen las siguientes acciones:

- Mencionar los antecedentes existentes que indican el liderazgo y el compromiso de la universidad con la gestión del riesgo.
- Describir la integración de las actividades de la gestión del riesgo en los procesos que se llevan a cabo en la universidad.
- Diseñar un plan de gestión del riesgo mediante:
  - Definición del contexto: construir el mapa de procesos del área evaluada.
  - Asignación de roles y recursos: construir una matriz de asignación de responsabilidades o RACI (por sus siglas en inglés Responsible, Accountable, Consulted and Informed) para cada proceso que compone el mapa de procesos.
  - Establecimiento de la comunicación y la consulta: indicar los canales de información disponibles para la comunicación y la consulta dentro del área y desde ésta hacia las demás áreas de la organización.
- Implementar el plan diseñado:
  - Establecer plazos y recursos disponibles para llevar a cabo el plan.
  - Identificar el/los procesos donde se ejecutará la gestión del riesgo.
  - Identificar personas y roles – Matriz RACI de cada proceso.
- Valoración del plan diseñado:
  - Establecer métricas e indicadores del cumplimiento del plan.
  - Revisar el cumplimiento del plan y su alineación con el logro de los objetivos institucionales.
  - Establecer un plan de mejora continua.

### 1.2 Fase 2: Iniciar proceso de Gestión del Riesgo

Implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicación y consulta, establecimiento del contexto y evaluación, tratamiento, seguimiento, revisión, registro e informe del riesgo. Para ello se identifican las siguientes acciones:

- Comunicación y consulta: identificar tres expertos que tendrán como tarea emitir juicios acerca de los riesgos, como ser: probabilidad de ocurrencia, impacto, planes de acción, tratamiento, seguimiento y revisión de los riesgos.
- Establecer el alcance, contexto y criterio de los riesgos:
  - Describir los procesos donde se gestionarán los riesgos.
  - Definir el tiempo en que se llevará a cabo el análisis, la ubicación, las inclusiones y las exclusiones.
  - Identificar las categorías o tipos de riesgo que se analizarán.
- Evaluación del riesgo:
  - Identificar los riesgos: para ello se utilizará un cuadro u hoja de información del riesgo. Se clasificarán según la categoría de riesgo y por proceso.
  - Análisis del riesgo: los expertos seleccionados describirán la probabilidad, el impacto y los efectos o consecuencias de cada riesgo.
  - Selección de riesgos: se seleccionará diez (10) riesgos de cada categoría y proceso teniendo en cuenta los efectos o consecuencias y se generará como resultado una matriz de probabilidad e impacto por cada categoría del riesgo y por cada proceso.
  - Valoración del riesgo: con los resultados del análisis los expertos decidirán en cada caso qué hacer con el riesgo, las opciones podrían ser: no hacer nada, mejorar los controles existentes, considerar otras opciones para su tratamiento, etc.
- Tratamiento del riesgo:
  - Establecer un plan de respuesta: evitar, transferir, aceptar, eliminar la fuente, etc.
- Seguimiento y revisión: establecer un plan de seguimiento y revisión de los riesgos determinando su periodicidad.
- Registro e informe: utilizar los canales de información establecidos para registrar e informar los resultados del análisis, tratamiento y seguimiento de los riesgos.
- Como resultado de esta fase se construirá una matriz de riesgos por cada categoría de riesgo, cada proceso analizado, por cada experto.

### 1.3 Fase 3: Construir el modelo de decisión con el método AHP

Aquí se definen los pasos a seguir para la construcción del modelo de decisión que se aplicará a las matrices resultantes de la gestión de riesgos de las fases 1 y 2. A continuación se describen los pasos para la construcción del modelo:

- Modelización: Construcción de la estructura Jerárquica del método AHP:
  - Establecimiento del objetivo.
  - Identificación de los criterios: aquí se detallan las categorías del riesgo establecidos por los expertos en la Fase 2.
  - Identificación de las alternativas: se considerarán los tres procesos principales que se llevan a cabo en el área.
  - En la Fig. 5 de la página 84 se visualiza la estructura jerárquica propuesta.

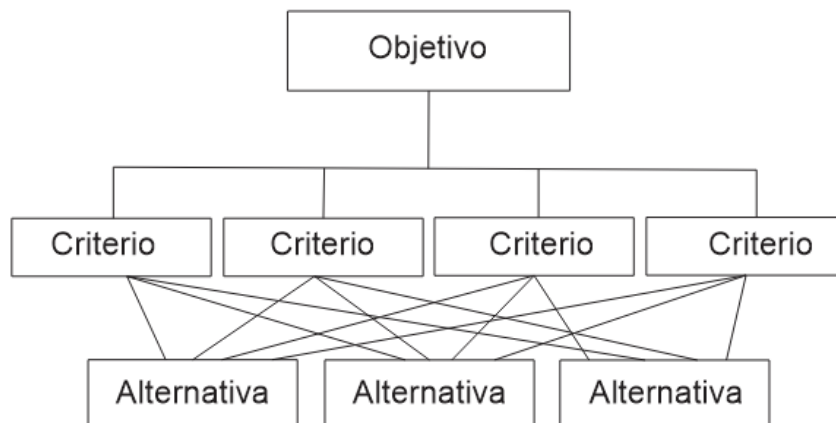


Fig. 5: Estructura Jerárquica

- Valorización: Jerarquizar los riesgos según su impacto y probabilidad de ocurrencia.
- Definición de la tabla de juicios de probabilidad e impacto del riesgo con la que se calcularán los pesos globales y locales de los criterios (categorías del riesgo) por cada proceso (alternativas). Ver la Tabla 3 de la página 85.
- Teniendo en cuenta las distintas categorías del riesgo y la incidencia de su materialización sobre los procesos que se llevan a cabo en el área se establece de acuerdo a la Tabla 3: Tabla de Juicios, el nivel de impacto y probabilidad de cada categoría de riesgo (criterio) respecto de los demás, estableciendo un nivel de preferencia de uno sobre otro respetando el axioma 1 del método AHP, resultando una matriz cuadrada como la que se visualiza en la Tabla 4: Comparación de Categorías

de Riesgos de la página **¡Error! Marcador no definido.** donde los elementos de la diagonal son iguales a 1 por definición del método.

**Tabla de Juicios**

Calif. Num.	Equivalencia verbal (Probabilidad/Impacto)	Significancia porcentual
1	Igual Probabilidad/Impacto	11.11%
2	De igual a moderado Probabilidad/Impacto	22.22%
3	Probabilidad/Impacto moderado	33.33%
4	Entre moderada y fuerte Probabilidad/Impacto	44.44%
5	Probabilidad/Impacto fuerte	55.55%
6	Entre fuerte y muy fuerte Probabilidad/Impacto	66.66%
7	Probabilidad/Impacto muy fuerte	77.77%
8	Entre muy fuerte y extrema Probabilidad/Impacto	88.88%
9	Extremo Probabilidad/Impacto	99.99%

Tabla 3: Tabla de Juicios

**Tabla de comparación de Categorías de Riesgos**

	Crit.1	Crit.2	Crit.3	Crit.4
Crit.1	1	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{14}$
Crit.2	$c_{21}$	1	$c_{23}$	$c_{24}$
Crit.3	$c_{31}$	$c_{32}$	1	$c_{34}$
Crit.4	$c_{41}$	$c_{42}$	$c_{43}$	1

Tabla 4: Comparación de Categorías de Riesgos

Donde:

- $c_{ij}$ : valores dados de acuerdo a la tabla de juicios verbales para la comparación entre las categorías del riesgo: Tecnológico, Calidad de Datos, Dirección y RRHH.
- Los valores  $c_{ij}$  de la matriz visualizada en la tabla Tabla 4 son normalizados a los efectos de conseguir la ponderación correspondiente a cada categoría del riesgo o criterio, resultando en esta instancia un vector de 4 elementos donde cada elemento corresponde a la ponderación dada a cada categoría del riesgo (criterio).

Normalización de la tabla de comparación de Categorías de Riesgos						
	Crit.1	Crit.2	Crit.3	Crit.4	Suma	Ponderación
Crit.1	$\frac{c11}{\sum_{i=1}^4 c_{i1}}$	$\frac{c12}{\sum_{i=1}^4 c_{i2}}$	$\frac{c13}{\sum_{i=1}^4 c_{i3}}$	$\frac{c14}{\sum_{i=1}^4 c_{i4}}$	$p1 = \sum_{j=1}^4 c_{1j}$	$P1 = p1/t$
Crit.2	$\frac{c21}{\sum_{i=1}^4 c_{i1}}$	$\frac{c2j}{\sum_{i=1}^4 c_{i2}}$	$\frac{c23}{\sum_{i=1}^4 c_{i3}}$	$\frac{c24}{\sum_{i=1}^4 c_{i4}}$	$p2 = \sum_{j=1}^4 c_{2j}$	$P2 = p2/t$
Crit.3	$\frac{c31}{\sum_{i=1}^4 c_{i1}}$	$\frac{c3j}{\sum_{i=1}^4 c_{i2}}$	$\frac{c33}{\sum_{i=1}^4 c_{i3}}$	$\frac{c34}{\sum_{i=1}^4 c_{i4}}$	$p3 = \sum_{j=1}^4 c_{3j}$	$P3 = p3/t$
Crit.4	$\frac{c41}{\sum_{i=1}^4 c_{i1}}$	$\frac{c4j}{\sum_{i=1}^4 c_{i2}}$	$\frac{c43}{\sum_{i=1}^4 c_{i3}}$	$\frac{c44}{\sum_{i=1}^4 c_{i4}}$	$p4 = \sum_{j=1}^4 c_{4j}$	$P4 = p4/t$
					$t = \sum_{i=1}^4 c_{i5}$	

Tabla 5: Normalización de la tabla de comparación de Categorías de Riesgos

Donde:

- $p_i$  = suma de los valores de la fila  $i$ .
  - $t$  = suma de los valores de la columna  $j$ .
  - $P_i$  = valor de ponderación de cada criterio.
- Por definición la consistencia en el modelo AHP refiere a que no debe existir contraindicaciones en la valoración realizada. La consistencia se obtiene mediante el índice de consistencia ( $CI$ ) donde  $\lambda_{max}$  es el máximo autovalor y  $n$  es la dimensión de la matriz de decisión. Un índice de consistencia igual a cero significa que la consistencia es completa. Una vez obtenido  $CI$ , se obtiene la proporción de consistencia ( $CR$ ) siendo aceptado siempre que no supere el valor 0.10, en caso de superar este valor se deben revisar las ponderaciones. La fórmula para el cálculo de consistencia es la siguiente:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (33)$$

- Una vez obtenido  $CI$ , se obtiene la proporción de consistencia (Consistency Ratio,  $CR$ ) siendo aceptado siempre que no supere los valores indicados en la Tabla 7 de la página 87. Si en una matriz se supera el  $CR$  máximo, hay que revisar las ponderaciones.

$$CR = \frac{CI}{IA} \quad (34)$$

Donde  $IA$  es el índice aleatorio, que indica la consistencia de una matriz aleatoria. Los valores se pueden reflejar en la Tabla 6 de la página 87.

**Consistencia de una Matriz Aleatoria**

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(IA)	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Tabla 6: Índice Aleatorio (RI)

**Ratios de Consistencia (CR)**

Tamaño de la matriz	Ratio de Consistencia
3	5 %
9	9 %
5 o mayor	10 %

Tabla 7: Porcentajes máximos de Ratio de Consistencia CR

- Obtenidos los valores globales se procede a la obtención de los valores locales mediante la comparación de las matrices de probabilidad e impacto, resultando las tablas de decisión por cada categoría de riesgo y por cada proceso como se describe a continuación:
- Dada la matriz de probabilidad e impacto de cada categoría de riesgos y cada proceso:

**Matriz de Probabilidad e Impacto**

Categoría:	<nom_categoría>		
Proceso:	<nom_proceso>		
	Impacto		
Probabilidad	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	<cant_riesgos>	<cant_riesgos>	<cant_riesgos>
MEDIO	<cant_riesgos>	<cant_riesgos>	<cant_riesgos>
ALTO	<cant_riesgos>	<cant_riesgos>	<cant_riesgos>

Tabla 8: Matriz de Probabilidad e Impacto

Donde:

- <nom\_categoría>: nombre de la categoría del riesgo: Tecnológico, RRHH, Dirección y Calidad de los Datos.
  - <nom\_proceso>: nombre de cada proceso evaluado: Novedades, Liquidación y Pospago.
  - <cant\_riesgos>: cantidad de riesgos con probabilidad e impacto (alto, medio o bajo).
- Se establece la calificación CA como la sumatoria de los riesgos con resultado de probabilidad e impacto igual a “Alto” de acuerdo a la Tabla 9: Tabla de

Calificación del Riesgo de la página 88, luego cada calificación tendrá su correspondiente valor de acuerdo a la Tabla 3: Tabla de Juicios de la página 85:

$$CA = A_{2,3} + A_{3,2} + A_{3,3}$$

Donde:

- $A_{2,3}$  = cantidad de riesgos con resultado de probabilidad Medio e impacto Alto.
- $A_{3,2}$  = cantidad de riesgos con resultado de probabilidad Alto e impacto Medio.
- $A_{3,3}$  = cantidad de riesgos con resultado de probabilidad Alto e impacto Alto.

<b>Calificación del Riesgo</b>	
Probabilidad * Impacto	Resultado
(Alto*Medio), (Medio*Alto) o (Alto*Alto)	ALTO
(Bajo*Alto), (Alto*Bajo) o (Medio*Medio)	MEDIO
(Medio*Bajo), (Bajo*Medio) o (Bajo*Bajo)	BAJO

Tabla 9: Tabla de Calificación del Riesgo

- o *Obtenidos todos los valores de las calificaciones CA se procede a armar las matrices de decisión para cada categoría del riesgo comparando los valores obtenidos en el punto anterior entre los procesos. Cada resultado de la comparación se determina analizando qué tan importante es un elemento frente a otro, en este caso se determina cuántos riesgos más con resultado “Alto” tiene cada proceso respecto a otro proceso. Como resultado se obtiene la matriz R como se puede observar en la Tabla 10 de la página 88.*

<b>Tabla de Decisión R</b>			
<catgoría>	<p1>	<p2>	<p3>
<p1>	1	<rap1>/<rap2>	<rap1>/<rap3>
<p2>	1/(<rap1>/<rap2>)	1	<rap2>/<rap3>
<p3>	1/(<rap1>/<rap3>)	1/(<rap2>/<rap3>)	1

Tabla 10: Matriz de Decisión R

Donde:

- <p1>= Proceso 1
- <p2>= Proceso 2



- $\langle p3 \rangle =$  Proceso 3
- rap1 = cantidad de riesgos con probabilidad e impacto alto del proceso 1.
- rap2 = cantidad de riesgos con probabilidad e impacto alto del proceso 2.
- rap3 = cantidad de riesgos con probabilidad e impacto alto del proceso 3.
- o Finalmente se realiza una sumatoria de las filas de la Matriz de decisión con la finalidad de obtener el valor  $S$  resultando así la Tabla 11 de la página 89.

**Matriz de Decisión R**

$\langle \text{categoría} \rangle$	$\langle p1 \rangle$	$\langle p2 \rangle$	$\langle p3 \rangle$	Suma de filas	%
$\langle p1 \rangle$	1	$\langle \text{rap1} \rangle /$ $\langle \text{rap2} \rangle$	$\langle \text{rap1} \rangle /$ $\langle \text{rap3} \rangle$	$s1 = \sum_{j=2}^4 R_{1j}$	$\frac{s1}{t}$
$\langle p2 \rangle$	$1 /$ $(\langle \text{rap1} \rangle /$ $\langle \text{rap2} \rangle)$	1	$\langle \text{rap2} \rangle /$ $\langle \text{rap3} \rangle$	$s2 = \sum_{j=2}^4 R_{2j}$	$\frac{s2}{t}$
$\langle p3 \rangle$	$1 /$ $(\langle \text{rap1} \rangle /$ $\langle \text{rap3} \rangle)$	$1 / (\langle \text{rap2} \rangle /$ $\langle \text{rap3} \rangle)$	1	$s3 = \sum_{j=2}^4 R_{3j}$	$\frac{s3}{t}$
				$t = \sum_{i=1}^3 s_{i4}$	1

Tabla 11: Matriz de Decisión R – AHP

- Como resultado del procedimiento anterior se obtienen 4 matrices por cada experto, una por cada criterio y dado que son 3 expertos quedan finalmente 12 matrices de decisión.
- Seguidamente se procede al cálculo del último paso de la técnica AHP mediante la confección de una matriz de priorización donde se visualizan los procesos y las categorías del riesgo analizadas por cada experto en los puntos anteriores. Como resultado se obtendrán tres tablas, una por cada experto, donde las filas 1 a 3 corresponden a cada proceso evaluado, las columnas 1 a la 4 corresponde a las categorías del riesgo o criterios, las celdas de intersección son los valores  $S$  obtenidos previamente, la fila 4 son las ponderaciones obtenidas anteriormente y la columna 5

es el resultado de la priorización dada por la sumatoria de los productos de los valores S por su ponderación correspondiente visualizada en la fila 4 de la Tabla 12: Priorización de Procesos y Categorías de Riesgos en la página 90.

<b>Tabla de Priorización de Procesos y Categorías de Riesgos de cada Experto</b>					
	Crit.1	Crit.2	Crit.3	Crit.4	Priorización
Proc.1	S <sub>11</sub>	S <sub>12</sub>	S <sub>13</sub>	S <sub>14</sub>	$\sum_{j=1}^4 (S1j * P1j)$
Proc.2	S <sub>21</sub>	S <sub>22</sub>	S <sub>23</sub>	S <sub>24</sub>	$\sum_{j=1}^4 (S2j * P2j)$
Proc.3	S <sub>31</sub>	S <sub>32</sub>	S <sub>33</sub>	S <sub>34</sub>	$\sum_{j=1}^4 (S3j * P3j)$
Pond.	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	

Tabla 12: Priorización de Procesos y Categorías de Riesgos

- Priorización y Síntesis:
  - Paralelamente y para el cálculo final se volcarán los datos obtenidos en el sistema informático Expert Choice para la construcción de las matrices de decisión y los vectores de resultado para cada experto.

Expert Choice es un software orientado a la toma de decisiones, que proporciona un apoyo a los decisores organizando la información relacionada a la complejidad de un problema de soluciones múltiples en un modelo jerárquico consistente de un objetivo, escenarios posibles, factores y alternativas. Su funcionamiento está basado en el Proceso Jerárquico Analítico.

Como resultado de esta fase se obtienen 3 tablas, una por cada experto, con los valores de priorización de cada proceso de acuerdo a la probabilidad e impacto de las categorías del riesgo. De esta manera se podrá determinar desde el punto de vista de cada experto qué proceso es mayormente afectado por las categorías del riesgo.

#### 1.4 Fase 4: Aplicar operadores OWA a los resultados

En esta fase se propone la utilización de los operadores NEAT-OWA sobre las tablas de resultado de la fase anterior. En este caso cada proceso se valora en función de su importancia para el experto, dentro de una serie de categorías de riesgo.

La valoración de cada proceso se realiza mediante la asignación de un puntaje o peso y la posterior suma ponderada de estos puntajes. Así, Neat-OWA permite una evaluación jerárquica de los procesos.

- En conjunto, el operador Neat-OWA permite una evaluación detallada y jerárquica de los procesos, considerando la importancia relativa que le da cada experto teniendo en cuenta la incidencia de las categorías del riesgo.
- Para llevar a cabo este procedimiento, se deben desarrollar las siguientes acciones:
  - Se define un vector de pesos  $w$  que indica la importancia relativa de la opinión del experto sobre la incidencia de las categorías del riesgo sobre el proceso en cuestión. Los valores de los pesos serán definidos arbitrariamente de acuerdo al nivel de conocimiento e importancia de la opinión de cada experto en el área de la DGLH.

$$w = (op1, op2, op3)$$

- Dadas las 3 tablas de resultado de la fase anterior, una por cada experto cuya última columna corresponde a la priorización de cada proceso evaluado se tiene el vector  $x$  de 3 elementos que corresponde a cada valor de esa columna:

$$x = (v_1, v_2, v_3)$$

- A continuación, se aplica los operadores de la familia Neat-OWA sobre el vector  $x$  y el vector de pesos  $w$ , para ello se multiplica cada elemento del vector  $x$  por su peso correspondiente en el vector  $w$ , luego se suman los valores obtenidos:

$$mpx = (v_1 * op1) + (v_2 * op2) + (v_3 * op3)$$

- Resultando así el valor  $mpx$  como la media ponderada del vector  $x$ .

Como resultado de esta fase se obtiene un valor relativo de acuerdo a la importancia que tenga la opinión de cada experto sobre la incidencia de las categorías del riesgo sobre cada proceso evaluado. Es decir, se podrá determinar qué proceso es más afectado por las distintas categorías del riesgo mediante una evaluación conjunta de las opiniones de los expertos, y, en consecuencia, se podrán definir en forma prioritaria las acciones a seguir para dar cumplimiento al tratamiento del riesgo.

### 1.5 Fase 5: Establecer un plan de seguimiento y revisión

Según el estándar ISO 31000:2018, el propósito del seguimiento y la revisión es asegurar y mejorar la calidad y la eficacia del diseño, la implementación y los resultados del proceso de la gestión del riesgo. Incluyen planificar, recopilar y analizar información, registrar resultados y proporcionar retroalimentación. Los resultados del seguimiento y la revisión deberían incorporarse a todas las actividades de la gestión del desempeño, de medición y de informe de la organización.

<b>Hoja de Información del Riesgo</b>	
Código:	RT1
Descripción:	<i>Descripción detallada del riesgo.</i>
Tipo o Categoría:	Tecnológico / Calidad de Datos / Dirección /RRHH
Causa:	Descripción detallada de las causales del riesgo.
Evaluación:	Probabilidad: Alto / Medio / Bajo Impacto: Alto / Medio / Bajo Resultado: Alto / Medio / Bajo
Opción de Tratamiento:	Reducir /Mitigar / Aceptar / Transferir / otro.
Plan de Acción:	<i>Detalle del plan de acción.</i>
Recursos:	Recursos tecnológicos o humanos disponibles para la ejecución del plan de acción
Responsable	Persona responsable del cumplimiento del plan de acción.
Tiempo Estimado de respuesta	Tiempo comprometido por el responsable para la ejecución del plan de acción. Por ejemplo: 1 semana, un mes, un año, etc.
Frecuencia de Revisión	Mensual / Semestral / Anual
Comentarios sobre la revisión	Descripción detallada del estado de ejecución del plan de acción verificado en la revisión del riesgo.
Resultado del plan de acción	Análisis de resultados del plan de acción ejecutado.

Tabla 13: Hoja de Información del Riesgo

En esta fase se elabora en primer lugar una hoja de información del riesgo, cuyo modelo se visualiza en la Tabla 13: Hoja de Información del Riesgo

de la página 92, una por cada riesgo analizado, luego se define una tabla de información que visualiza el estado de situación de los riesgos determinados como prioritarios luego

del análisis en las fases anteriores, dando así prioridad en el tratamiento de aquellos riesgos que tienen mayor incidencia en los procesos evaluados. Dicha tabla muestra la siguiente información: Código de identificación del riesgo, detalle del riesgo, tipo o categoría del riesgo, resultado de evaluación obtenido en el análisis de riesgos, tratamiento que se le va a dar al riesgo, plan de acción o respuesta, recursos disponibles para llevar a cabo el plan de acción, agente responsable de la ejecución del plan y tiempo estimado de resolución. La tabla Tabla 14 de la página 93 visualiza un modelo de plan de seguimiento y revisión.

#### **Plan de Seguimiento y Revisión**

<b>Cod.</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Eval.</b>	<b>Opción de Trat.</b>	<b>Plan de Acción</b>	<b>Recursos Disponibles</b>	<b>Respons.</b>	<b>Tiempo Estim.</b>
RT1	Accesos no autorizado al sistema	Tecnológico	ALTO	Reducir/Mitigar	Verificar periódicamente las tablas de usuario y logs de acceso a los sistemas.	Sistemas de alerta, registro de logs del sistema.	Responsable del área TIC.	1 semana

Tabla 14: Plan de Seguimiento y Revisión de Riesgos

## **2. Definición de Métricas**

En este apartado se definen una serie de métricas con el objeto de medir el éxito de la metodología propuesta. En primer lugar, se consideran aquellas que ayudarán a estimar el esfuerzo que demanda el tratamiento de los riesgos críticos, es decir aquellos que obtuvieron resultado de evaluación igual a “Alto” y que resultaron prioritarios según la metodología, teniendo en cuenta los recursos y el tiempo estimado de ejecución de los planes de acción. También es importante medir los resultados obtenidos con las diferentes técnicas aplicadas a los valores de la opinión de los expertos sobre los riesgos evaluados.

En tal sentido se definen las siguientes:

- Métricas relacionadas a la gestión del riesgo: tiene como fin, entre otras cosas, estimar el esfuerzo que demandará el tratamiento de los riesgos que resultaron prioritarios luego de la ejecución de la metodología. Se utilizarán las siguientes:
  - Promedio de horas necesarias para la ejecución del plan de acción de los riesgos prioritarios.

- Cantidad de riesgos con resultado de evaluación igual a “Alto” sobre el total de riesgos evaluados.
- Métrica orientada a los resultados de la metodología: tiene como objetivo medir los resultados obtenidos para cada experto considerando su valoración del proceso (AHP) respecto de la valoración final en conjunto (Neat-OWA):
  - Error cuadrático medio entre los resultados de la técnica AHP para cada experto y el resultado final mediante la aplicación de los operadores de agregación Neat-OWA sobre la opinión de todos los expertos en forma conjunta.

### **3. Discusiones y Comentarios**

Expuestas en detalle cada una de las fases que componen la metodología propuesta, se puede observar la inclusión de todos los conceptos mencionados en el marco teórico del presente trabajo, describiendo en cada etapa la manera de implementar paso a paso todo lo relacionado con la gestión del riesgo, tomando como base la norma ISO 31800, la técnica AHP, desarrollada analíticamente en forma manual y también mediante el uso del sistema Expert Choice, la aplicación de operadores Neat-OWA para obtener un resultado final ponderado por la importancia de la opinión de cada uno de los expertos y finalmente la confección de un plan de seguimiento y revisión que expone claramente, tanto los planes de acción como los recursos necesarios para su ejecución y el tiempo esperado de respuesta.

Asimismo, la definición de métricas permite realizar una estimación del esfuerzo necesario para combatir los riesgos y también el margen de desvío entre la opinión individual de cada experto y la opinión conjunta de todos ponderados por su conocimiento y responsabilidad.

Se destaca además, la completitud de la metodología que contempla el estado de situación de la universidad frente a la gestión del riesgo, el relevamiento de los mismos, su análisis, el valor del conocimiento de cada experto, el cálculo detallado de los métodos AHP y Neat-OWA y la elaboración del plan de seguimiento y revisión como propuesta de regularización del sistema de control interno mediante el tratamiento de riesgos priorizando a aquellos que afectan negativamente y en mayor medida a los procesos críticos que se llevan a cabo en el área de la DGLH.

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

## **Capítulo 6**

### *Análisis de Resultados*



## **Resumen**

*En este capítulo se describen los resultados obtenidos de la ejecución de la metodología propuesta para gestionar los riesgos asociados a los controles de los procesos llevados a cabo en la DGLH de la UNNE mediante la aplicación de la técnica AHP mejorado con operadores de la familia OWA. Se detallarán cada una de las fases que componen la metodología describiendo los pasos a seguir para su ejecución.*

### **1. Resultados Obtenidos**

Para la ejecución de la metodología propuesta se seleccionó el área de liquidación de haberes de la universidad, tomando los procesos principales y agentes referentes expertos, como también a todo el personal administrativo y técnico que desarrollan diariamente las tareas propias del área.

A continuación, se describen los pasos que componen la ejecución de cada fase de la metodología:

#### *1.1 Fase 1: Definir Marco de Referencia para la Gestión del Riesgo*

La UNNE reconoce la importancia y la necesidad de realización permanente de controles internos en todos sus procesos. Bajo esta perspectiva, promueve el mejoramiento continuo y la consolidación de una cultura de autorregulación fundamentada en prácticas de buen gobierno y un decidido compromiso institucional con la calidad y la excelencia. Focaliza sus esfuerzos para mejorar permanentemente los procesos de liquidación de haberes con miras a alcanzar niveles significativos de calidad en el desarrollo de sus funciones misionales y de apoyo.

El área de la DGLH tiene como misión liquidar los sueldos de los agentes de la UNNE según los tres escalafones: autoridad superior, docente y no docente. Es un área que se encuentra innovando constantemente sus procesos, tanto administrativos como técnicos, motivados por las necesidades a través del tiempo y en concordancia con los objetivos estratégicos de la universidad. La gestión del riesgo ha sido en los últimos años una de los temas más abordados y estudiados, tanto que se ha implementado un proceso de autoevaluación de controles que ha arrojado un estado de situación del área frente al control interno y ha permitido tomar decisiones al respecto.

A continuación, se definen los procesos del área que se pueden clasificar en procesos estratégicos, procesos claves/operativos y procesos de soporte/ayuda, los que componen luego el mapa de procesos que se puede ver en la Fig. 6 de la página 98.

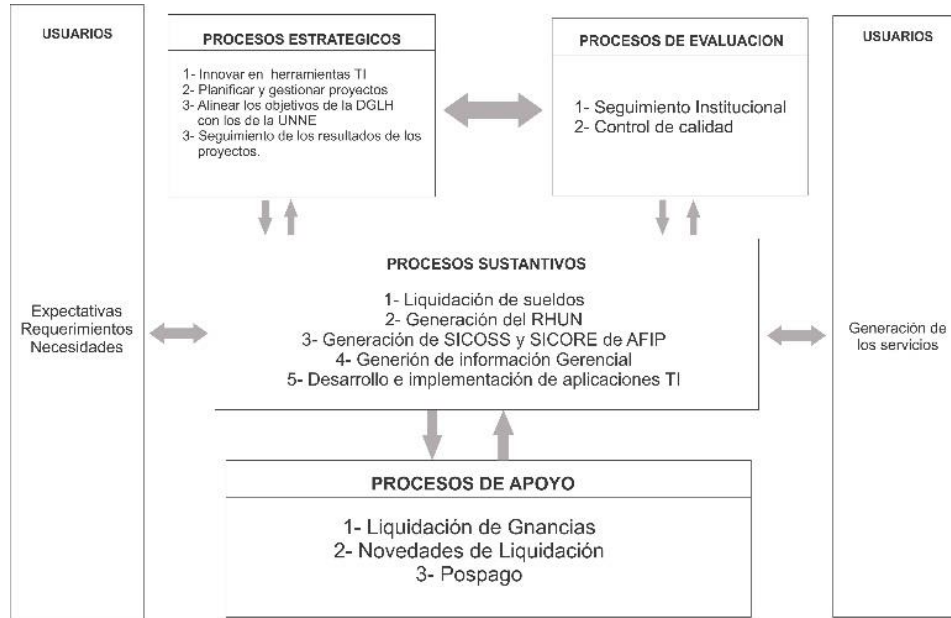


Fig. 6: Mapa de Procesos de la DGLH

Del mapa de procesos se seleccionan estratégicamente a los efectos del análisis los procesos Novedades, Liquidación y Pospago.

Seguidamente se construye la matriz de asignación de responsabilidades o RACI para cada proceso seleccionado. Ver tablas Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17 de las páginas 98, 99, 99 respectivamente. La tabla Tabla 18 de la página 99 visualiza las referencias explicativas de las matrices RACI.

**Matriz RACI – Proceso Novedades de Liquidación**

Tareas	Dir. Gral	Dir.	Téc.	Adm.
Configuración y Administración de los sistemas informáticos.	I	R/A		
Habilitación de Usuarios del Sistema.	I	C	C	R/A
Asesoramiento y Comunicación con las UA.	I	C		R/A
Recepción y Control de Reporte de Novedades - etapa 1.	I	C		R/A
Recepción, carga y control de novedades - etapa 2.	I	C		R/A
Control de muestreo del mes.	I/C	C		R/A

Tabla 15: Matriz RACI del Proceso Novedades de Liquidación

### **Matriz RACI – Proceso Liquidación**

Tareas	Dir. Gral	Dir.	Téc.	Adm.
Configuración y administración de los sistemas informáticos.	I	R/A		
Configuración y parametrización del Siu Mapuche para la liquidación.	R/I	R/A	C	
Configuración de conceptos de liquidación en el sistema	R/I	A	C	
Ejecución de la liquidación de haberes.	I	R/A	C	C
Generación de recibos.	I	R/A	C	
Cierre del mes.	R/I	A	R/C	C

Tabla 16: Matriz RACI del Proceso Liquidación

### **Matriz RACI – Proceso Pospago**

Tareas	Dir. Gral	Dir.	Téc.	Adm.
Elaboración de informes.	I	C		R/A
Inicio de Expedientes administrativos.	I	C		R/A
Confección de conciliaciones bancarias.	R/I	R/A	C	
Control de bajas definitivas.	I	C	C	R/A
Envío de archivos gerenciales.	R/I	R/A	C	
Elaboración de informes de embargos, mutuales, préstamos bancarios, obra social, etc.	I	C	C	R/A

Tabla 17: Matriz RACI del Proceso Pospago

### **Tabla de Referencias de la matriz RACI**

R	Encargado de realizar la tarea.
A	Responsable de la entrega correcta del trabajo.
C	Persona a quien se consulta para realizar el trabajo.
I	Persona a quien se debe informar.
Dir. Gral.	Dirección General de Liquidación de Haberes
Dir.	Director de Liquidación de Haberes
Tec.	Responsable del área TIC
Adm.	Agentes Administrativos

Tabla 18: Referencias de la Matriz RACI

Comunicación y Consulta: a los efectos de socializar los resultados de la implementación de la metodología se utiliza los medios digitales disponibles en la universidad, como ser: correo electrónico institucional, sitio web oficial de la UNNE, Boletín Oficial y expediente electrónico.

## 1.2 Fase 2: Iniciar proceso de Gestión del Riesgo

Para el desarrollo de la metodología se seleccionan tres expertos de la DGLH, cuyas funciones son: Director General, Director y Responsable del área TIC.

Las categorías o tipos de riesgo que se analizan son: riesgos Tecnológicos, de Calidad de Datos, de la Dirección y de Recursos Humanos.

Para el tratamiento del riesgo se determinan las siguientes posibles respuestas:

- Reducir/Mitigar: proponer planes para evitar o reducir el riesgo.
- Evitar: no ejecutar la tarea que genera el riesgo.
- Transferir: asignar la responsabilidad de ejecución de la tarea que genera el riesgo a otra oficina, área o entidad externa.
- Compartir: solicitar asesoramiento externo en la ejecución de una tarea a los efectos de evitar los riesgos.
- Aceptar: implementar un plan de seguridad ante contingencias para minimizar los efectos negativos de su materialización y tratar de disminuir la probabilidad de ocurrencia del riesgo.

Para la evaluación y análisis se toman 10 (diez) riesgos por categoría donde cada experto establece la probabilidad e impacto de acuerdo a su perspectiva, resultando así la Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, y Tabla 22 de las páginas 101, 101, 102 y 102 respectivamente.

### **Riesgos Tecnológicos**

Cod	Descripción del Riesgo
RT1	Problemas de autorización de acceso por falta de mantenimiento de las tablas de usuarios del sistema.
RT2	Acceso no autorizado al sistema SIU Mapuche por falta de concientización en el uso seguro de claves de acceso.
RT3	Falla del servidor de Producción – SIU Mapuche en periodos de carga de novedades o de liquidación de sueldos. Ralentización de los procesos.
RT4	Falla del servidor de repositorio de novedades que impide la digitalización en etapa de carga de novedades.
RT5	Usuarios habilitados con el perfil de carga de datos fuera del periodo de carga de novedades.
RT6	Errores derivados de actualizaciones o cambios de versiones del Siu Mapuche.
RT7	Pérdida de datos debido a fallos o errores del sistema.
RT8	Problemas de compatibilidad ocasionadas por la integración de sistemas con diferentes arquitecturas o plataformas.
RT9	Pérdida de información en caso de una falla de energía o falta de suministro eléctrico.
RT10	Interrupción del sistema debido a fallos en los servidores o la red durante el periodo de carga y recepción de novedades.

Tabla 19: Riesgos Tecnológicos

### **Riesgos de Calidad de Datos**

Cod.	Descripción del Riesgo
RC1	Documentos ilegibles, digitalizados en el sistema SIU Mapuche.
RC2	Falla de humanos durante la carga de novedades en Siu Mapuche que ocasiona datos erróneos, faltantes, campos vacíos, etc.
RC3	Incongruencias en los cálculos de impuestos y contribuciones, lo que puede llevar a multas e inconvenientes adicionales con organismos externos.
RC4	Errores de interpretación de resoluciones de designación o contratación que provocan la carga errónea en el sistema Siu Mapuche.
RC5	Errores en los datos de fechas de alta o baja de un cargo en el sistema Siu Mapuche.
RC6	Inadecuadas o insuficientes políticas de seguridad y protección de datos, lo que puede resultar en la pérdida o robo de información confidencial.
RC7	Fallos en la integración de software y aplicaciones que manejan datos de los agentes, lo que puede dificultar la integridad de los datos y generar errores.
RC8	Falta de un plan de resguardo de la información aprobado.
RC9	Problemas en la migración de datos a sistemas nuevos provocados por incompatibilidad en los formatos de archivos digitalizados.
RC10	Falta de integridad de la información provocado por la necesidad de cargar los mismos datos en diferentes sistemas.

Tabla 20: Riesgos de Calidad de Datos

### **Riesgos de la Dirección**

Cod.	Descripción del Riesgo
RD1	Cambios significativos en los procesos del área debido a nuevas directivas impartidas durante los cambios de gestión en la universidad.
RD2	Falta de seguimiento y control de los plazos y/o cumplimiento normativo en los procesos del área.
RD3	Fallas en la gestión y administración del conocimiento a cargo de la dirección.
RD4	Ausencia de normativas claras y actualizadas respecto a las tareas diarias del área.
RD5	Falta de procedimientos y circuitos administrativos aprobados.
RD6	Falta de recursos económicos y humanos para llevar a cabo tareas de mejoramiento e innovación tecnológica.
RD7	Falta o escaso control interno de la propia gestión y/o de la Unidad de Auditoría Interna de la universidad.
RD8	Falta de comunicación y coordinación con otras áreas de la universidad, en especial con aquellas que puedan afectar los procesos de liquidación de sueldos.
RD9	Ausencia de planes de capacitación orientados al mejoramiento de la tareas técnicas, administrativas y de gestión llevadas a cabo en las áreas de la universidad.
RD10	Fallos en la planificación estratégica que puede impactar en la inversión de los recursos destinados al área.

Tabla 21: Riesgos de la Dirección

### **Riesgos de Recursos Humanos (RRHH)**

Cod.	Descripción del Riesgo
RH1	No se cargan los documentos digitalizados al sistema SIU Mapuche por falta de personal y exceso en el cúmulo de trabajo diario.
RH2	Falta de capacitación de los agentes a cargo de las áreas de personal.
RH3	Falta de carga de documentación probatoria digitalizada al repositorio de novedades por retraso en la presentación por parte de los agentes.
RH4	Ausentismo recurrente o renunciadas de agentes clave en las áreas de personal.
RH5	Demora o no recepción de documentación necesaria para la liquidación de sueldos y carga de novedades.
RH6	Sobrecarga de trabajo que disminuya la productividad y aumente la probabilidad de errores.
RH7	Errores involuntarios de control en la revisión de carga de novedades mensuales.
RH8	Errores no detectados en el cálculo de ajustes retroactivos de reconocimiento de haberes.
RH9	Falta de interés de los empleados que influye en la productividad del área.
RH10	Conflictos laborales y/o sindicales que afecten el normal desarrollo de las tareas administrativas y de liquidación de sueldos.

Tabla 22: Riesgos de Recursos Humanos

Seguidamente se puede visualizar en las tablas Tabla 23 a Tabla 70 en las páginas 103 al 114 los resultados de la evaluación dada por cada experto sobre cada proceso y categoría del riesgo con su correspondiente matriz de probabilidad e impacto resultante del análisis de riesgos.

**Tabla de Evaluación de Riesgos Tecnológicos de la Dir. General**

Cod.	PROBABILIDAD			IMPACTO								
	Alto	Medio	Bajo	NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RT1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RT2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
RT3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
RT4	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
RT5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RT6	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
RT7	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RT8	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
RT9	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
RT10	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1

Tabla 23: Evaluación de Riesgos Tecnológicos de la Dir. General

**Matriz de Riesgos de la Directora General para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	5	1
MEDIO	1	1	2
ALTO	0	0	0

Tabla 24: Matriz de Riesgos del Proceso Novedades de la Dir. General

**Matriz de Riesgos de la Directora General para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	2	2	2
MEDIO	0	1	3
ALTO	0	0	0

Tabla 25: Matriz de Riesgos del Proceso Liquidación de la Dir. General

**Matriz de Riesgos de la Directora General para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	5	1	0
MEDIO	1	2	1
ALTO	0	0	0

Tabla 26: Matriz de Riesgos del Proceso Pospago de la Dir. General

**Tabla de Evaluación de Riesgos Tecnológicos de la Directora**

Cod.	PROBABILIDAD			IMPACTO									
	Alto	Medio	Bajo	NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO			
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
RT1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
RT2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RT3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
RT4	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RT5	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
RT6	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
RT7	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
RT8	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
RT9	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
RT10	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0

Tabla 27: Evaluación de Riesgos Tecnológicos de la Directora

**Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	4	2
MEDIO	1	0	2
ALTO	0	0	1

Tabla 28: Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	3	1	2
MEDIO	0	1	2
ALTO	0	0	1

Tabla 29: Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	3	2	1
MEDIO	0	3	0
ALTO	0	1	0

Tabla 30: Matriz de Riesgos de la Directora para el proceso Pospago



**Tabla de Evaluación de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC.**

Cod.	PROBABILIDAD			IMPACTO								
	Alto	Medio	Bajo	NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RT1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RT2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RT3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RT4	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RT5	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RT6	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
RT7	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RT8	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RT9	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RT10	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Tabla 31: Evaluación de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC.

**Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC para el proceso  
Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	2	0	4
MEDIO	1	1	2
ALTO	0	0	0

Tabla 32: Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC Para el proceso  
Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	0	5
MEDIO	0	1	3
ALTO	0	0	0

Tabla 33: Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC Para el proceso  
Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	0	5
MEDIO	1	1	2
ALTO	0	0	0

Tabla 34: Matriz de Riesgos Tecnológicos del Jefe del área TIC para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General**

Cod.	PROBABILIDAD						IMPACTO					
	NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RC1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
RC2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
RC3	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
RC4	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
RC5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RC6	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
RC7	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RC8	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RC9	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0
RC10	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0

Tabla 35: Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	3	1	2
MEDIO	1	2	1
ALTO	0	0	0

Tabla 36: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	2	3	1
MEDIO	1	2	1
ALTO	0	0	0

Tabla 37: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	2	2	2
MEDIO	1	2	1
ALTO	0	0	0

Tabla 38: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora General para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora**

Cod.	PROBABILIDAD			IMPACTO								
	Alto	Medio	Bajo	NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RC1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
RC2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RC3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
RC4	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RC5	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
RC6	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
RC7	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RC8	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RC9	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
RC10	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0

Tabla 39: Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	3	0
MEDIO	1	0	2
ALTO	0	1	2

Tabla 40: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	2	2
MEDIO	1	0	2
ALTO	1	2	0

Tabla 41: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	2	2	0
MEDIO	1	0	2
ALTO	1	2	0

Tabla 42: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos de la Directora para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC**

Cod.	PROBABILIDAD			IMPACTO								
	Alto	Medio	Bajo	NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
				Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RC1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RC2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RC3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RC4	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
RC5	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RC6	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RC7	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
RC8	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RC9	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
RC10	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

Tabla 43: Evaluación de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	3	1
MEDIO	1	1	2
ALTO	1	0	1

Tabla 44: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	2	2
MEDIO	0	1	3
ALTO	0	0	2

Tabla 45: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	2	2
MEDIO	0	1	3
ALTO	0	0	2

Tabla 46: Matriz de Riesgos de Calidad de Datos del Jefe del área TIC para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de Dirección de la Directora General**

Cod.	IMPACTO											
	PROBABILIDAD			NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RD1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RD2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RD3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RD4	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
RD5	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RD6	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
RD7	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RD8	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RD9	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RD10	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1

Tabla 47: Evaluación de Riesgos de Dirección de Datos de la Directora General

**Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora General para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	2	3
MEDIO	0	2	1
ALTO	0	0	1

Tabla 48: Matriz de Riesgos de Dirección de Datos de la Directora General para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora General para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	2	2	2
MEDIO	0	3	0
ALTO	0	1	0

Tabla 49: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora General para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora General para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	5	0	1
MEDIO	2	1	0
ALTO	0	1	0

Tabla 50: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora General para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de Dirección de la Directora**

Cod.	IMPACTO											
	PROBABILIDAD			NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RD1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RD2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RD3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RD4	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
RD5	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
RD6	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RD7	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
RD8	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RD9	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RD10	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1

Tabla 51: Evaluación de Riesgos de Dirección de la Directora

**Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	1	1
MEDIO	2	2	2
ALTO	0	1	0

Tabla 52: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	1	1
MEDIO	3	2	1
ALTO	1	0	0

Tabla 53: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	1	1
MEDIO	3	2	1
ALTO	1	0	0

Tabla 54: Matriz de Riesgos de Dirección de la Directora para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC**

Cod.	IMPACTO											
	PROBABILIDAD			NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RD1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RD2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RD3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RD4	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RD5	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RD6	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RD7	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RD8	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
RD9	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
RD10	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1

Tabla 55: Evaluación de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC

**Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	5	1	0
MEDIO	0	3	0
ALTO	0	1	0

Tabla 56: Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	5	1	0
MEDIO	1	2	0
ALTO	0	1	0

Tabla 57: Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	6	0	0
MEDIO	2	0	1
ALTO	1	0	0

Tabla 58: Matriz de Riesgos de Dirección del Jefe del área TIC para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de RRHH de la Directora General**

Cod.	IMPACTO											
	PROBABILIDAD			NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RH1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RH2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RH3	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
RH4	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RH5	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
RH6	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
RH7	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RH8	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
RH9	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
RH10	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1

Tabla 59: Evaluación de Riesgos de RRHH de la Directora General

**Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	1	1	0
MEDIO	0	0	5
ALTO	0	0	3

Tabla 60: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	1	1
MEDIO	0	1	4
ALTO	0	3	0

Tabla 61: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	2	0	0
MEDIO	1	3	1
ALTO	3	0	0

Tabla 62: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora General para el proceso Pospago



**Tabla de Evaluación de Riesgos de RRHH de la Directora**

Cod.	IMPACTO											
	PROBABILIDAD			NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RH1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RH2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
RH3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
RH4	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
RH5	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
RH6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
RH7	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RH8	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
RH9	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
RH10	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0

Tabla 63: Evaluación de Riesgos de RRHH de la Directora

**Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	1	0
MEDIO	0	1	4
ALTO	0	3	1

Tabla 64: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	0	1
MEDIO	1	2	2
ALTO	1	1	2

Tabla 65: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	0	1
MEDIO	2	2	1
ALTO	1	2	1

Tabla 66: Matriz de Riesgos de RRHH de la Directora para el proceso Pospago

**Tabla de Evaluación de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC**

Cod.	IMPACTO											
	PROBABILIDAD			NOVEDADES			LIQUIDACION			POSPAGO		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
RH1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RH2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
RH3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
RH4	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RH5	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
RH6	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
RH7	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
RH8	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
RH9	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
RH10	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1

Tabla 67: Evaluación de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC

**Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Novedades**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	3	2	1
MEDIO	1	0	3
ALTO	0	0	0

Tabla 68: Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Novedades

**Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	5	1	0
MEDIO	3	0	1
ALTO	0	0	0

Tabla 69: Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Liquidación

**Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Pospago**

PROBABILIDAD	IMPACTO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	6	0	0
MEDIO	3	0	1
ALTO	0	0	0

Tabla 70: Matriz de Riesgos de RRHH del Jefe del área TIC para el proceso Pospago

Para el seguimiento y revisión se determina un periodo no mayor a los 3 meses, estableciendo prioridades de acuerdo a la probabilidad e impacto.

Los canales de información establecidos en la fase anterior –Comunicación y Consulta– se utilizan para registrar e informar los resultados del análisis, tratamiento y seguimiento de los riesgos.

### 1.3 Fase 3: Construir el modelo de decisión con el método AHP

Para la construcción del modelo de decisión se toman los datos arrojados por las matrices de probabilidad e impacto resultantes de la gestión de riesgos de las fases 1 y 2.

Para ello se siguen los siguientes pasos para la construcción del modelo:

- Construcción de la estructura Jerárquica del método AHP, aquí se define:
  - Objetivo: “Ordenar los procesos de la DGLH de acuerdo al impacto de las categorías de riesgos asociados a sus controles”.
  - Criterios: se utilizan las categorías del riesgo: Tecnológicos, Calidad de los Datos, Dirección y RRHH.
  - Alternativas: se consideran los tres procesos principales que se llevan a cabo en la DGLH: Novedades, Liquidación y Pospago.
  - En la Fig. 7 de la página 115 se visualiza la estructura jerárquica propuesta.

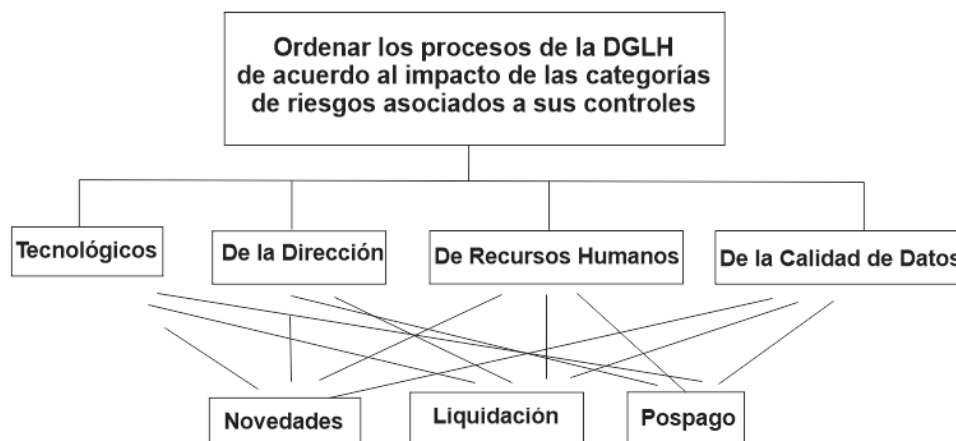


Fig. 7: Estructura Jerárquica AHP

A los fines de jerarquizar los riesgos según su impacto y probabilidad de ocurrencia se utiliza la Tabla 3: Tabla de Juicios en la página 85 para determinar el nivel de incidencia de cada categoría respecto de las demás. Como resultado del análisis se obtiene la Tabla 71: Resultado de comparación de Categorías de Riesgos de la página 116. Seguidamente

los valores de la tabla son normalizados para obtener la ponderación correspondiente a cada categoría del riesgo cuyo resultado se visualiza en la Tabla 72: Valores Normalizados de la Tabla 71 de la página 116.

**Tabla Resultado de comparación de Categorías de Riesgos**

	TEC.	CAL. DATOS	DIR.	RRHH
TEC.	1	0,33	4,00	2,00
CAL. DATOS	3,00	1	6,00	4,00
DIR.	0,25	0,17	1	0,25
RRHH	0,50	0,25	4,00	1

Tabla 71: Resultado de comparación de Categorías de Riesgos

**Tabla Normalizada de la Tabla 71**

	TEC.	C. DATOS	DIR.	RRHH	VALORES NORMALIZADOS				SUMA	PONDERACION
TEC	1	0,33	4,00	2,00	0,21	0,19	0,27	0,28	0,94	0,24
C. DATOS	3,00	1	6,00	4,00	0,63	0,57	0,40	0,55	2,15	0,54
DIR.	0,25	0,17	1	0,25	0,05	0,10	0,07	0,03	0,25	0,06
RRHH	0,50	0,25	4,00	1	0,11	0,14	0,27	0,14	0,65	0,16
Totales	4.75	1.75	15	7.25					t=3.99	1

Tabla 72: Valores Normalizados de la Tabla 71

Donde:

- *SUMA* = suma de los valores normalizados de cada fila.
- *t* = suma de todos los valores de la columna SUMA.
- *PONDERACIÓN* = cociente entre cada valor de S y el valor t.

Para el cálculo de la consistencia, en primer lugar, se multiplica la matriz de decisión con los valores de ponderación, es decir que cada fila de la matriz de decisión se multiplica escalarmente por el vector de ponderación obteniéndose un valor por cada fila de la matriz, luego se suman dichos valores y se obtiene el valor  $\lambda_{max}$  para finalmente aplicar la fórmula del método AHP para el cálculo de consistencia.

$$CI = (4.18 - 4) / 3 = 0.06 \text{ (índice de consistencia)}$$

$$IA = 0.9 \text{ (índice de consistencia aleatorio según Tabla 6)}$$

$$CR = 0.06 / 0.9 = 0.066 \text{ (ratio de consistencia)}$$

Como resultado dio el valor 0.06 para el ratio de consistencia *CR*, por lo que se considera que los juicios son razonables.

A continuación, mediante la comparación de las matrices de probabilidad e impacto elaboradas en la fase anterior se confeccionan las tablas de decisión por cada categoría de riesgo, por cada proceso y por cada experto como se muestra en las tablas Tabla 73 a Tabla 84 de las páginas 117 a la 119:

**Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos Tecnológicos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	0,67	2,00	3,67	0,33
LIQUIDACION	1,50	1,00	3,00	5,5	0,50
POSPAGO	0,50	0,33	1,00	1,83	0,17
				11,00	1,00

Tabla 73: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos Tecnológicos

**Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos Tecnológicos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	1,00	3,00	5,00	0,43
LIQUIDACION	1,00	1,00	3,00	5,00	0,43
POSPAGO	0,33	0,33	1,00	1,67	0,14
				11,67	1,00

Tabla 74: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos Tecnológicos

**Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos Tecnológicos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	0,67	1,00	2,67	0,29
LIQUIDACION	1,50	1,00	1,50	4,00	0,43
POSPAGO	1,00	0,67	1,00	2,67	0,29
				9,33	1,00

Tabla 75: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos Tecnológicos

**Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de Calidad de Datos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33
LIQUIDACION	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33
POSPAGO	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33
				9,00	1,00

Tabla 76: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de Calidad de Datos

**Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de Calidad de Datos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	1,25	1,25	3,50	0,38
LIQUIDACION	0,80	1,00	1,00	2,80	0,31
POSPAGO	0,80	1,00	1,00	2,80	0,31
				9,10	1,00

Tabla 77: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de Calidad de Datos

**Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de Calidad de Datos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	0,60	0,60	2,20	0,23
LIQUIDACION	1,67	1,00	1,00	3,67	0,38
POSPAGO	1,67	1,00	1,00	3,67	0,38
				9,53	1,00

Tabla 78: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de Calidad de Datos

**Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de Dirección**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	2,00	2,00	5,00	0,50
LIQUIDACION	0,50	1,00	1,00	2,50	0,25
POSPAGO	0,50	1,00	1,00	2,50	0,25
				10,00	1,00

Tabla 79: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de Dirección

**Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de Dirección**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	3,00	3,00	7,00	0,60
LIQUIDACION	0,33	1,00	1,00	2,33	0,20
POSPAGO	0,33	1,00	1,00	2,33	0,20
				11,67	1,00

Tabla 80: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de Dirección

**Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de Dirección**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33
LIQUIDACION	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33
POSPAGO	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33
				9,00	1,00

Tabla 81: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de Dirección

**Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de RRHH**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	1,14	8,00	10,14	0,50
LIQUIDACION	0,88	1,00	7,00	8,88	0,44
POSPAGO	0,13	0,14	1,00	1,27	0,06
				20,29	1,00

Tabla 82: Tabla de Decisión de la Directora General para los riesgos de RRHH

**Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de RRHH**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	1,60	2,00	4,60	0,47
LIQUIDACION	0,63	1,00	1,25	2,88	0,29
POSPAGO	0,50	0,80	1,00	2,30	0,24
				9,78	1,00

Tabla 83: Tabla de Decisión de la Directora para los riesgos de RRHH

**Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de RRHH**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO	SUMA	%
NOVEDADES	1,00	3,00	3,00	7,00	0,60
LIQUIDACION	0,33	1,00	1,00	2,33	0,20
POSPAGO	0,33	1,00	1,00	2,33	0,20
				11,67	1,00

Tabla 84: Tabla de Decisión del Jefe del área TIC para los riesgos de RRHH

Seguidamente, con los valores obtenidos se procede a la confección de la matriz de priorización donde se plasman los procesos y las categorías del riesgo a los fines de obtener el orden por prioridad de cada proceso según el análisis de cada experto. Se obtiene como resultado la Tabla 85, Tabla 86 y Tabla 87 de las páginas 119, 119 y 119.

**Tabla Priorización de Procesos de la Directora General**

	TECNOLOGICO	CAL. DATOS	DIRECCIO N	RRH H	PRIORIZACIO N
NOVEDADES	0,33	0,33	0,5	0,50	0,37
LIQUIDACION	0,50	0,33	0,25	0,44	0,38
POSPAGO	0,17	0,33	0,25	0,06	0,24
PONDERACIO N	0,24	0,54	0,06	0,16	

Tabla 85: Priorización de Procesos de la Directora General

**Tabla Priorización de Procesos de la Directora**

	TECNOLOGICO	CAL. DATOS	DIRECCION	RRHH	PRIORIZACION
NOVEDADES	0,43	0,38	0,6	0,47	0,42
LIQUIDACION	0,43	0,31	0,2	0,29	0,33
POSPAGO	0,14	0,31	0,2	0,24	0,25
PONDERACION	0,24	0,54	0,06	0,16	

Tabla 86: Priorización de Procesos de la Directora

**Tabla Priorización de Procesos del Jefe del Área TIC**

	TECNOLOGICO	CAL. DATOS	DIRECCION	RRHH	PRIORIZACION
NOVEDADES	0,29	0,23	0,33	0,6	0,31
LIQUIDACION	0,43	0,38	0,33	0,2	0,36
POSPAGO	0,29	0,38	0,33	0,2	0,33
PONDERACION	0,24	0,54	0,06	0,16	

Tabla 87: Priorización de Procesos del Jefe del Área TIC

Donde:

- *PONDERACION* = valor de ponderación obtenido por cada categoría del riesgo en la Tabla 71 de la página 116.
- *PRIORIZACION* = sumatoria por fila de los productos de cada celda por su ponderación.

Seguidamente se vuelcan los datos obtenidos en el sistema informático Expert Choice como se observa a continuación:

- Se crea un nuevo modelo y se carga el objetivo, los criterios (categorías de riesgo) y las alternativas (procesos). Luego se agregan los tres expertos desde la opción “Añadir Participante”. Este paso se puede visualizar en la Fig. 8: Modelo creado en el sistema Expert Choice de la página 120.

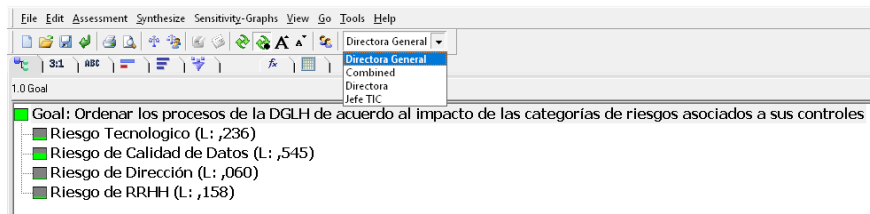


Fig. 8: Modelo creado en el sistema Expert Choice

- Se cargan los valores de las comparaciones entre criterios que se corresponden los valores de la Tabla 71: Resultado de comparación de Categorías de Riesgos de la página 116, quedando como se visualiza en la Fig. 9 de la página 120.

	Riesgo Tecnológico	Riesgo de Calidad de Datos	Riesgo de Dirección	Riesgo de RRHH
Riesgo Tecnológico				
Riesgo de Calidad de Datos		3,0	4,0	2,0
Riesgo de Dirección			6,0	4,0
Riesgo de RRHH				4,0
Incon: 0,05				

Fig. 9: Comparación de Criterios (Categorías de Riesgo)

- Luego se cargan los valores de comparación de cada criterio respecto de cada alternativa hecha por cada uno de los expertos. Dichos valores corresponden a las tablas Tabla 73 a Tabla 84 expuestas en las páginas 117 a 119. Las Fig. 10, Fig. 11 y Fig. 12 muestran la carga en el sistema.

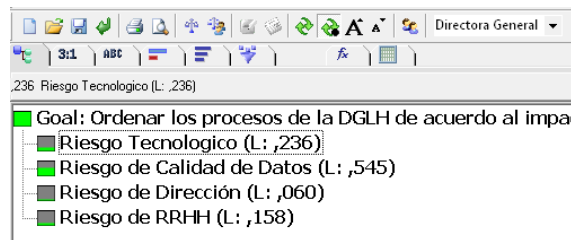


Fig. 10: Valores de Comparación de la Directora General



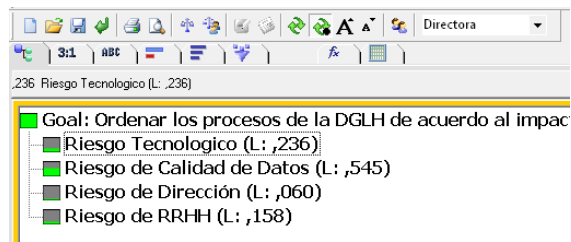


Fig. 11: Valores de Comparación de la Directora

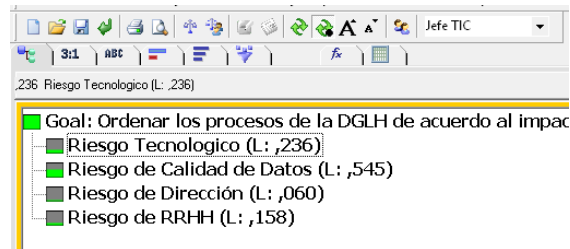


Fig. 12: Valores de Comparación del Jefe del Área TIC

- Finalmente se puede observar los resultados de priorización arrojados por el sistema Expert Choice por cada experto en la Fig. 13 (página 121), Fig. 14 (página 121) y Fig. 15 (página 122).

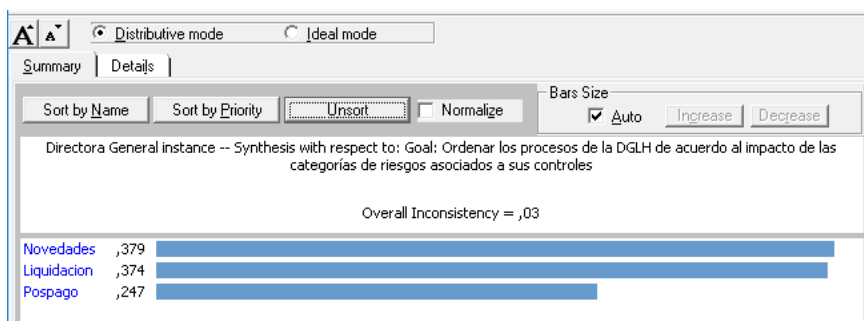


Fig. 13: Resultados de la Directora General

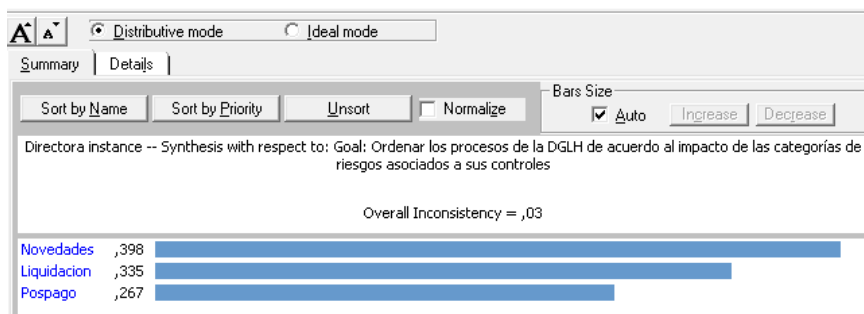


Fig. 14: Resultados de la Directora

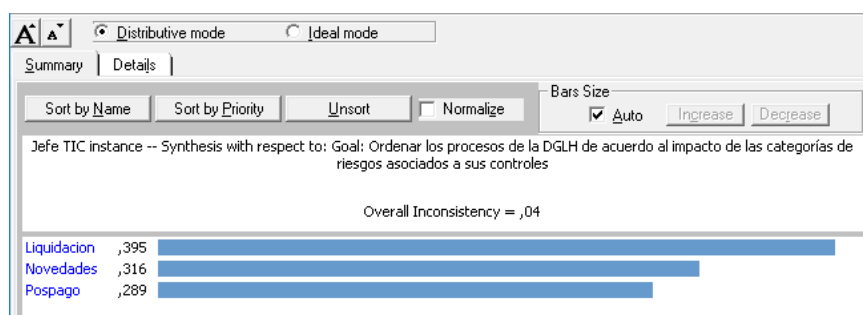


Fig. 15: Resultados del Jefe del Área TIC

Como resultado de esta fase se puede observar, de acuerdo con el análisis de riesgos de cada experto, cuál es el proceso más afectado por las diferentes categorías del riesgo mediante la aplicación del método AHP en forma manual y mediante la utilización del sistema Expert Choice.

Como se puede observar en la Tabla 88: Tabla de Resultados de la página 122 donde se comparan los resultados de ambos métodos utilizados para el cálculo, los valores numéricos no son exactamente iguales, dado que el sistema utiliza el método de los autovalores y el cálculo manual se realizó mediante el producto escalar, pero el resultado de prioridad de cada proceso para cada experto finalmente resulta ser el mismo, tanto para el método manual como para el Expert Choice.

**Tabla Comparativa de Resultados**

	DIRECTORA GENERAL		DIRECTORA		JEFE DEL AREA TIC	
	Manual	Expert Choice	Manual	Expert Choice	Manual	Expert Choice
NOVEDADES	0,37	0,37	<b>0,42</b>	<b>0,39</b>	0,31	0,31
LIQUIDACION	<b>0,38</b>	<b>0,37</b>	0,33	0,33	<b>0,36</b>	<b>0,39</b>
POSPAGO	0,24	0,24	0,25	0,26	0,33	0,28

Tabla 88: Tabla de Resultados

#### 1.4 Fase 4: Aplicar operadores OWA a los resultados

En esta fase se aplican los operadores NEAT-OWA sobre la Tabla 85, Tabla 86 y Tabla 87 de las páginas 119, 119 y 119, que son el resultado de la fase anterior. Para ello cada proceso se valora en función de su importancia para el experto, dentro de una serie de categorías de riesgo.

En primer lugar, se define la tabla Tabla 89: Valores de pesos asignados a los Expertos

de la página 123 con pesos asignados a cada proceso respecto de la importancia que tiene la opinión de cada experto, estos valores se definen en forma arbitraria de acuerdo al nivel de conocimiento e importancia de su opinión en el área de la DGLH.

**Tabla de pesos asignados a los Expertos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO
DIRECTORA GENERAL	0,3	0,6	0,5
DIRECTORA	0,6	0,3	0,3
JEFE DEL AREA TIC	0,1	0,1	0,2

Tabla 89: Valores de pesos asignados a los Expertos

Luego se confecciona la Tabla 90: Resultados del método AHP para la Priorización de los Procesos más adelante con los resultados obtenidos en la Fase 3 mediante la aplicación del método AHP.

**Tabla de Resultados del método AHP para la Priorización de los Procesos**

	NOVEDADES	LIQUIDACION	POSPAGO
DIRECTORA GENERAL	0,37	0,38	0,24
DIRECTORA	0,42	0,33	0,25
JEFE DEL AREA TIC	0,31	0,36	0,33

Tabla 90: Resultados del método AHP para la Priorización de los Procesos

A continuación, se aplica los operadores de la familia Neat-OWA sobre los datos, resultando la siguiente tabla Tabla 91 de la página 123.

**Tabla de Resultados de NEAT-OWA**

	Cálculo de NEAT-OWA	Resultado
NOVEDADES	$(0,3*0.37)+(0,6*0,42)+(0,1*0.31)$	0,39
LIQUIDACION	$(0,6*0.38)+(0,3*0.33)+(0,1*0.36)$	0,36
POSPAGO	$(0,5*0.24)+(0,3*0.25)+(0,2*0.33)$	0,26

Tabla 91: Resultados de NEAT-OWA

Como resultado del análisis mediante la aplicación de Operadores Neat-OWA es posible determinar, mediante la aplicación de pesos dados a la importancia de la opinión de cada experto de acuerdo con su nivel de conocimiento y grado de responsabilidad, se puede observar que los procesos más afectados por las diferentes categorías del riesgo son Novedades con 0,39 y Liquidación con 0,36, mientras que el proceso menos afectado con 0.26 es el de Pospago.

Este resultado refleja la relación y dependencia que existe entre los procesos más críticos del área donde la performance del proceso de Liquidación depende en gran medida de la

calidad de los datos cargados en las etapas del proceso de Novedades, y en tal sentido el impacto de los riesgos afecta casi en igual medida a ambos, tanto en los resultados individuales dados por el AHP como en el resultado de Neat-OWA para la evaluación en forma conjunta, por lo que resulta necesario dar mayor prioridad al tratamiento de los riesgos que los afectan.

Para el caso del proceso de Pospago se verifica el tratamiento de los riesgos tiene menor prioridad y esto se debe a que el impacto de los mismos es menor dado su poca incidencia en el objetivo principal de la DGLH que es la liquidación y pago de los haberes del personal de la universidad.

#### 1.5 Fase 5: Establecer un plan de seguimiento y revisión

En base a los resultados obtenidos en la fase anterior se puede observar que los procesos Novedades y Liquidación son los más afectados por todos los tipos de riesgos, y en consecuencia se debe dar prioridad al tratamiento de los mismos, por lo que se tendrá en cuenta lo siguiente para la elaboración del plan de seguimiento:

- Se incluye los 40 riesgos seleccionados en la fase 1.
- Se seleccionan las matrices de probabilidad e impacto de ambos procesos, Novedades y Liquidación.
- Para la valoración de los riesgos, se tiene en cuenta el peso asignado a la decisión de cada experto sobre cada proceso según la Tabla 89: Valores de pesos asignados a los Expertos de la página 123 del método Neat-OWA, entonces se toma la evaluación de la Directora para el proceso Novedades y de la Directora General para el proceso Liquidación.
- Finalmente, el orden de los tipos de riesgos está dado por la Tabla 71: Resultado de comparación de Categorías de Riesgos de la página 116 del modelo AHP.

Como resultado se visualiza más adelante el plan de seguimiento y revisión confeccionado en base a las hojas de información de cada riesgo:

**Tabla de Plan de Seguimiento y Revisión de los Riesgos**

Cod.	Tipo	Ev.	Trat.	Plan de Acción	Recursos Disponibles	Respons.	Tiempo Estim.
RC10	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Profundizar los controles de validación de datos entre sistemas que no se encuentren totalmente integrados y compartan la misma información.	Personal técnico capacitado.	Responsable de Novedades	1 mes. (140hs.)
RC4	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Capacitar al personal encargado de la carga de novedades de liquidación.	Videokonferencias, Workshops, cursos, videos explicativos, etc.	Responsable de Novedades	2 sem. (70 hs.)
RC2	Calidad de Datos	BAJO	Reducir/Mitigar	Implementar cursos de capacitación a todos los agentes involucrados en las tareas de carga de novedades.	Videokonferencias, Workshops, cursos, videos explicativos, etc.	Responsable de Novedades	1 sem. (35 hs.)
RC9	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Implementar políticas de digitalización de documentos aplicables a todos los usuarios de los sistemas de la DGLH.	Personal técnico capacitado y herramientas TIC.	Responsable del área TIC y Director	1 mes. (140hs.)
RC7	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Desarrollar sistemas automatizados que realicen validaciones extra de datos entre sistemas que no se encuentren totalmente integrados.	Personal técnico capacitado.	Responsable del área TIC	2 sem. (70hs.)
RC8	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Elaborar un plan de respaldo y recuperación de datos.	Personal técnico capacitado.	Responsable del área TIC	1 mes. (140hs.)
RC10	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Profundizar los controles de validación de datos entre sistemas que no se encuentren totalmente integrados y compartan la misma información.	Personal técnico capacitado.	Responsable de Novedades	1 mes. (140hs.)
RC6	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Elaborar las políticas de seguridad de la información alineadas con las políticas de seguridad de la universidad.	Personal capacitado en el tema.	Responsable del área TIC	1 mes. (140 hs.)
RC3	Calidad de Datos	BAJO	Reducir/Mitigar	Implementar controles y validaciones de datos exhaustivos previo a la liquidación final.	Equipos informáticos. Personal Capacitado.	Director General, Director y área Impositiva	2 sem. (70 hs.)
RC5	Calidad de Datos	ALTO	Reducir/Mitigar	Implementar controles automáticos y manuales que permitan detectar los errores de fechas previo a la liquidación final.	Herramientas TIC y personal capacitado.	Responsable de Novedades	2 días (14 hs)
RT1	Tecnológico	ALTO	Reducir/Mitigar	Verificar periódicamente las tablas de usuario para mantener actualizados los perfiles de acceso.	Sistemas de alerta, registro de logs del sistema.	Responsable del área TIC.	1 sem. (35 hs.)

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

RT2	Tecnológico	ALTO	Reducir/Mitigar	Dictar charlas de concientización acerca del uso seguro de usuarios y contraseñas.	Videokonferencias, Workshops, cursos, videos explicativos, etc.	Responsable del área TIC.	1 sem (35 hs.)
RT4	Tecnológico	ALTO	Reducir/Mitigar	Impulsar la aprobación de políticas de seguridad de la información	Actos administrativos y receptividad de las autoridades	Responsable del área TIC	1 sem (35 hs.)
RT9	Tecnológico	MEDIO	Reducir/Mitigar	Establecer un plan de resguardo de los datos y plan de recuperación.	Equipos dedicados al almacenamiento de datos.	Responsable del área TIC.	1 sem. (35 hs.)
RT8	Tecnológico	MEDIO	Reducir/Mitigar	Impulsar el trabajo en equipo y colaborativo mediante la planificación de proyecto que incluya a varias áreas de tecnología y el SIU	Capital humano	Directora General	1 sem. (35 hs.)
RT6	Tecnológico	ALTO	Comparar	Solicitar asesoramiento al SIU mediante el sistema de GDS.	Sistema GDS. Canales de comunicación con los referentes del SIU.	Responsable del área TIC.	1 día. (7 hs.)
RT10	Tecnológico	BAJO	Reducir/Mitigar	Implementar un plan de contingencia que asegure la continuidad de las tareas ante fallas.	Equipo de soporte y monitoreo.	Responsable del área TIC.	1 mes. (140hs.)
RT5	Tecnológico	MEDIO	Reducir/Mitigar	Reforzar los sistemas de control de la asignación de roles.	Capital humano dedicado a la tarea de control	Directora	1 sem. (35 hs.)
RT3	Tecnológico	ALTO	Reducir/Mitigar	Establecer un plan de mantenimiento eficiente de los servidores.	Infraestructura de hardware moderno, escalable y capacidad de almacenamiento	Responsable del área TIC.	1 sem. (35 hs.)
RT7	Tecnológico	MEDIO	Mitigar	Establecer un plan de resguardo de los datos y plan de recuperación.	Capacidad de almacenamiento de datos	Responsable del área TIC	1 sem. (35 hs.)
RH1	RRHH	ALTO	Reducir/Mitigar	Proponer estrategias para fomentar la digitalización de documentos en SIU Mapuche	Receptividad de las autoridades y Capital humano	Directora General	1 sem (35 hs.)
RH2	RRHH	ALTO	Reducir/Mitigar	Elaborar planes de capacitación para el personal de facultades	Herramientas TIC, Zoom, videoconferencia, meet, entre otros.	Directora General	2 sem. (70 hs.)

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

RH3	RRHH	BAJO	Reducir/Mitigar	Realizar controles de cumplimiento y concientizar a las áreas de personal sobre la importancia de contar con la documentación digitalizada en el repositorio de novedades.	Sistemas de alerta, Herramientas TIC, meet, zoom, WhatsApp, etc	Responsable de Novedades	1 mes. (140hs.)
RH4	RRHH	ALTO	Reducir/Mitigar	Implementar planes de capacitación periódicas para todo el personal con el fin de mejorar la gestión del conocimiento y minimizar el impacto de la pérdida de un personal.	Videoconferencias, workshops, videos interactivos, etc.	Director	3 sem. (105hs.)
RH5	RRHH	MEDIO	Reducir/Mitigar	Implementar un procedimiento de altas eficiente que contemple premios y castigos por incumplimiento	Actos administrativos y receptividad de las autoridades.	Director	2 sem. (70 hs.)
RH6	RRHH	ALTO	Reducir/Mitigar	Transmitir a la autoridad las necesidades de recursos humanos para evitar la sobrecarga de trabajo.	Comunicación fluida con las autoridades.	Director General	1 sem. (35hs.)
RH7	RRHH	ALTO	Reducir/Mitigar	Intensificar los controles en la revisión de carga de novedades implementando por ejemplo el control cruzado.	Herramientas TIC.	Responsable de Novedades	2 sem. (70hs.)
RH8	RRHH	ALTO	Reducir/Mitigar	Intensificar los controles en la revisión de carga de novedades implementando por ejemplo el control cruzado.	Sistemas de alertas, herramientas TIC.	Responsable de Novedades	2 sem. (70hs.)
RH9	RRHH	ALTO	Reducir/Mitigar	Implementar planes de motivación orientado a los empleados.	Reportes de cumplimiento, de reconocimiento laboral, Cursos motivacionales, etc.	Director General	1 mes. (140hs.)
RH10	RRHH	MEDIO	Aceptar	Mantener la neutralidad para minimizar los conflictos laborales y establecer nuevos canales de comunicación más fluida con los empleados.	Canales de comunicación fluida con el personal.	Director General	1 mes. (140hs.)
RD1	Dirección	BAJO	Reducir/Mitigar	Elaborar manuales de procedimientos y circuitos internos y elevar la propuesta a las autoridades para su aprobación.	Personal capacitado	Director General	1 meses. (140 hs.)

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

RD6	Dirección	ALTO	Reducir/Mitigar	Concientizar a las autoridades en cuanto a la importancia de contar con recursos económicos y humanos para llevar a cabo las tareas del área.	Reportes gerenciales de cumplimiento, de carga de tareas, de trabajo realizado, estadísticas y tiempo.	Director General	1 mes. (140hs.)
RD9	Dirección	MEDIO	Reducir/Mitigar	Elaborar, proponer e implementar planes de capacitación para el personal técnico y administrativo del área.	Videoconferencias, workshops, videos interactivos, etc.	Director General	1 mes. (140hs.)
RD2	Dirección	BAJO	Reducir/Mitigar	Profundizar los controles en el cumplimiento de plazos normativos, por ejemplo implementando herramientas como Trello.	Herramientas TIC.	Director General	1 mes. (140hs.)
RD4	Dirección	ALTO	Reducir/Mitigar	Elaborar y proponer la aprobación de manuales de procedimientos y circuitos.	Personal capacitado en el tema.	Director General	2 sem. (70 hs.)
RD5	Dirección	MEDIO	Reducir/Mitigar	Elaborar procedimientos internos y proponer su aprobación por parte de las autoridades.	Personal capacitado en el tema.	Director General	2 meses. (280 hs.)
RD7	Dirección	MEDIO	Reducir/Mitigar	Implementar cursos de capacitación en control interno para concientizar e implementar nuevos controles.	Videoconferencias, workshops, videos interactivos, etc.	Director General	1 mes. (140hs.)
RD8	Dirección	BAJO	Reducir/Mitigar	Implementar mecanismos de comunicación más flexibles y amigables con otras áreas de la universidad que faciliten el diálogo y la consulta.	Herramientas TIC, meet, zoom, WhatsApp, etc.	Director General	1 mes. (140hs.)
RD3	Dirección	MEDIO	Reducir	Capacitación de las autoridades en liderazgo y gestión del conocimiento.	Planes de capacitación	Director General	1 mes (140 hs.)
RD10	Dirección	BAJO	Reducir/Mitigar	Revisión periódica de los objetivos estratégicos propuestos para asegurar su alineación a los objetivos institucionales y evitar los desvíos.	Personal capacitado	Director General	3 meses. (420hs.)

Tabla 92: Plan de Seguimiento y Revisión



## 2. Cálculo de Métricas

### 2.1 Métricas de la Gestión del riesgo

- Promedio de horas necesarias para la ejecución del plan de acción de los riesgos prioritarios entre la cantidad de personas responsables de su ejecución. Para este cálculo se consideran 7 horas por día laboral, 20 días laborales por mes.

Cantidad de Horas= 3.871 hs.

Cantidad de Personas= 8 personas.

Resultado:  $3871/8 = 483,8$  hs. por persona. Si cada persona destina 1/3 de su tiempo diario al cumplimiento del plan, el mismo se ejecutaría en su totalidad al término de 3 meses y medio aproximadamente.

- Porcentaje de riesgos con resultado de evaluación igual a “Alto” sobre el total de riesgos.

Cantidad de riesgos con resultado “Alto” = 21.

Cantidad total de riesgos = 40.

Resultado=  $21/40 = 0,525 \rightarrow 52,5\%$ .

### 2.2 Métricas de la Metodología

- Error cuadrático medio (ECM) obtenido para cada experto considerando su valoración para cada proceso (AHP) respecto de la valoración final en conjunto (Neat-OWA).

**Tabla de Métrica orientada al resultado de la Metodología**

	Dir. Gral	AHP Director	Jefe TIC	Neat-OWA
<b>Novedades</b>	0.37	0.42	0.31	0.39
<b>Liquidación</b>	0.38	0.33	0.36	0.36
<b>Pospago</b>	0.24	0.25	0.33	0.26
<b>ECM</b>	0.0004	0.000633	0.003766	

Tabla 93: Resultados de ECM

## 3. Prototipo

En este apartado se propone la implementación de un sistema Web que automatice la ejecución de la metodología y facilite el cálculo de las métricas asociadas.

El prototipo consta de 5 módulos principales:

- Área: en este módulo se gestionará las altas, bajas y modificaciones de las áreas de la organización.

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

- Proceso: en este módulo se gestionará las altas, bajas y modificaciones de los procesos que componen el mapa de procesos de cada área.
- Expertos: en este módulo se gestionará las altas, bajas y modificaciones de los expertos que pertenecen a cada área.
- Riesgos: este módulo permitirá la gestión de riesgos desde la carga de la hoja de información del riesgo hasta el seguimiento y revisión.
- Metodología: este módulo se encarga de la ejecución de las 5 fases de la metodología propuesta.

A continuación, se visualizan las pantallas principales del prototipo.

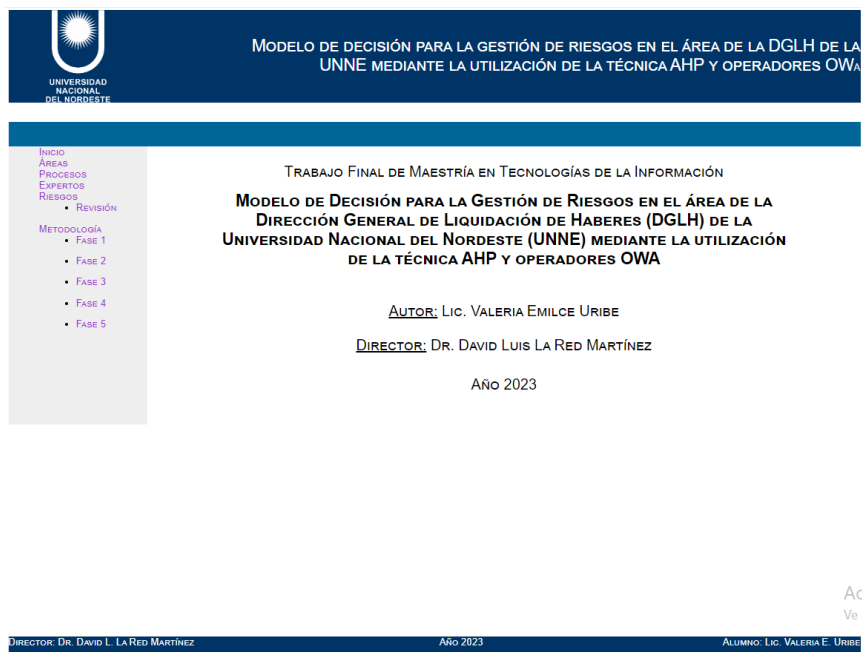


Fig. 16: Página Inicial

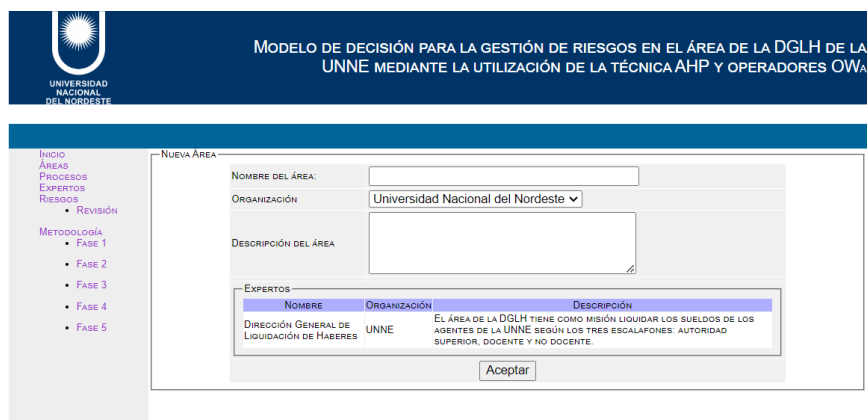


Fig. 17: Módulo Áreas

Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE

MODELO DE DECISIÓN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE LA DGLH DE LA UNNE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA AHP Y OPERADORES OWA

INICIO  
ÁREAS  
PROCESOS  
EXPERTOS  
RIESGOS  
• Revisión

METODOLOGÍA  
• FASE 1  
• FASE 2  
• FASE 3  
• FASE 4  
• FASE 5

NUEVO PROCESO

NOMBRE DEL PROCESO:

ÁREA:

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

Aceptar

NOMBRE	ÁREA	DESCRIPCIÓN
NOVEDADES	DIRECCIÓN GENERAL DE LIQUIDACIÓN DE HABERES	PROCESO DE GESTIÓN Y CONTROL DE CARGA DE NOVEDADES MENSUALES AL SISTEMA SIU MAPUCHE.
LIQUIDACIÓN	DIRECCIÓN GENERAL DE LIQUIDACIÓN DE HABERES	PROCESO DE LIQUIDAR LOS HABERES DE LOS AGENTES A TRAVÉS DEL SIU MAPUCHE
POSPAGO	DIRECCIÓN GENERAL DE LIQUIDACIÓN DE HABERES	PROCESO ADMINISTRATIVO PARA INFORMAR A LAS DIFERENTES ÁREAS ACERCA DE LA LIQUIDACIÓN EJECUTADA.

Fig. 18: Módulo Procesos

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE

MODELO DE DECISIÓN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE LA DGLH DE LA UNNE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA AHP Y OPERADORES OWA

INICIO  
ÁREAS  
PROCESOS  
EXPERTOS  
RIESGOS  
• Revisión

METODOLOGÍA  
• FASE 1  
• FASE 2  
• FASE 3  
• FASE 4  
• FASE 5

NUEVO EXPERTO

NOMBRE Y APELLIDO:

ÁREA DE DESEMPEÑO:

FUNCIÓN/CARGO:

Aceptar

FUNCIÓN/CARGO	NOMBRE Y APELLIDO	ÁREA DE DESEMPEÑO
DIRECTOR GENERAL	HEBE TERESITA BÓZZOLA	DIRECCIÓN GENERAL DE LIQUIDACIÓN DE HABERES
DIRECTOR	MARÍA ELIZABETH SANCHEZ	DIRECCIÓN GENERAL DE LIQUIDACIÓN DE HABERES
JEFE TIC	ÁNGEL ALEJANDRO SOLER	DIRECCIÓN GENERAL DE LIQUIDACIÓN DE HABERES

Fig. 19: Módulo Expertos

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NOROESTE

MODELO DE DECISIÓN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE LA DGLH DE LA UNNE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA AHP Y OPERADORES OWA

INICIO  
ÁREAS  
PROCESOS  
EXPERTOS  
RIESGOS  
• Revisión

METODOLOGÍA  
• FASE 1  
• FASE 2  
• FASE 3  
• FASE 4  
• FASE 5

NUEVO RIESGO

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO:

TIPO O CATEGORÍA:

CAUSA DEL RIESGO:

PROCESO:

Aceptar

COD.	RIESGO	TIPO/CATEG.	CAUSA	PROCESO
RT1	FALTA DE MANTENIMIENTO DE LAS TABLAS DE USUARIO.	TECNOLÓGICO	FALTA DE MANTENIMIENTO DE LAS TABLAS DE USUARIO.	NOVEDADES
RC1	DOCUMENTOS DIGITALES ILEGIBLES	CALIDAD DE DATOS	FALTA DE PROTOCOLO DE DIGITALIZACIÓN	NOVEDADES

Fig. 20: Módulo Riesgos

Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA

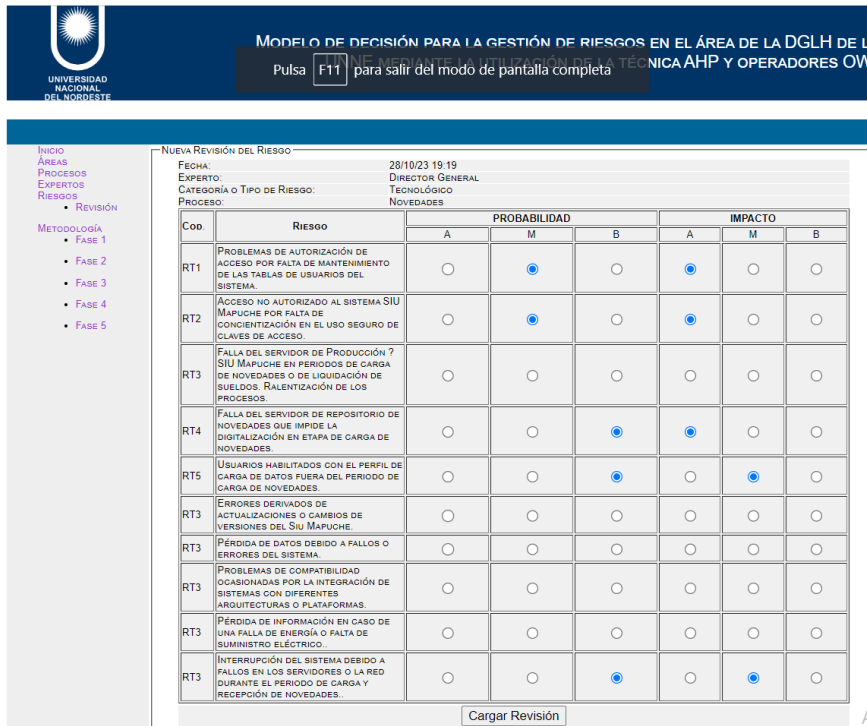


Fig. 21: Sección de Evaluación de Riesgos

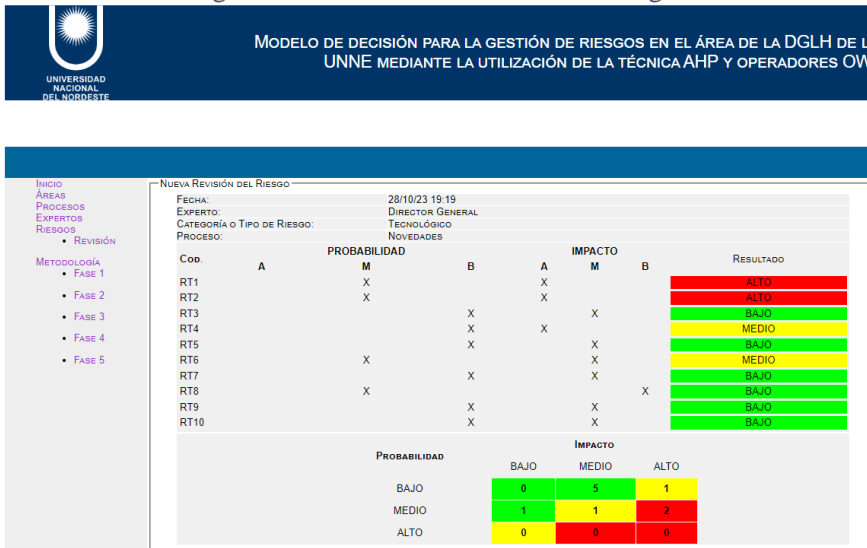


Fig. 22: Sección Resultado de Evaluación de Riesgo

Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA

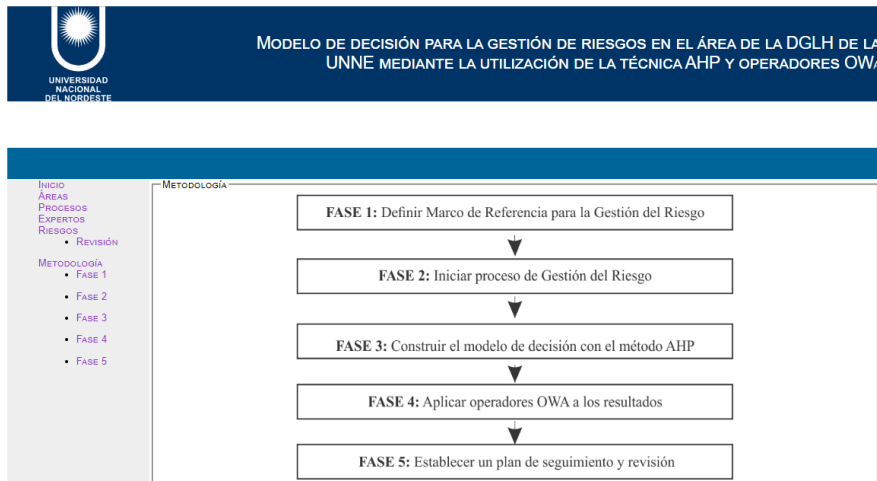


Fig. 23: Pagina Inicial del Módulo Metodología

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

MODELO DE DECISIÓN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE LA DGLH DE LA UNNE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA AHP Y OPERADORES OWA

INICIO  
ÁREAS  
PROCESOS  
EXPERTOS  
RIESGOS  
• REVISIÓN

METODOLOGÍA  
• FASE 1  
• FASE 2  
• FASE 3  
• FASE 4  
• FASE 5

FASE 1

ANTECEDENTES: La UNNE reconoce la importancia y la necesidad de realización permanente de controles internos en todos sus procesos. Bajo esta perspectiva, promueve el mejoramiento continuo y la consolidación de una cultura de autorregulación fundamentada

INTEGRACIÓN: La DGLH se encuentra innovando constantemente sus procesos, tanto administrativos como técnicos, motivados por las necesidades a través del tiempo y en concordancia con los objetivos estratégicos de la universidad. La gestión del

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

CONTEXTO / MAPA DE PROCESOS

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

RACI: Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

COMUNICACIÓN Y CONSULTA: A los fines de socializar los resultados de la implementación de la metodología se utiliza los medios digitales disponibles en la universidad, como ser: correo electrónico institucional, sitio web oficial de la UNNE, Boletín Oficial

IMPLEMENTACIÓN

PLAZO: 30 (CANTIDAD)  Días  MESES  AÑOS

RECURSOS: Personal del área y pasantes. Equipos informáticos disponibles en el área.

PROCESOS:  NOVEDADES  LIQUIDACIÓN  POSPAGO

Continuar

Fig. 24: Pagina Fase 1 de la Metodología

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

MODELO DE DECISIÓN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE LA DGLH DE LA UNNE MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA AHP Y OPERADORES OWA

INICIO  
ÁREAS  
PROCESOS  
EXPERTOS  
RIESGOS  
• REVISIÓN

METODOLOGÍA  
• FASE 1  
• FASE 2  
• FASE 3  
• FASE 4  
• FASE 5

FASE 2

SELECCIONAR EXPERTOS:  DIRECTOR GENERAL  DIRECTOR  JEFE DEL ÁREA TIC  JEFE DE NOVEDADES  ADMINISTRATIVO

SELECCIONAR CATEG. DEL RIESGO:  TECNOLÓGICO  CALIDAD DE DATOS  DIRECCIÓN  RECURSOS HUMANOS (RRHH)

Continuar

Fig. 25: Pagina Fase 2 de la Metodología

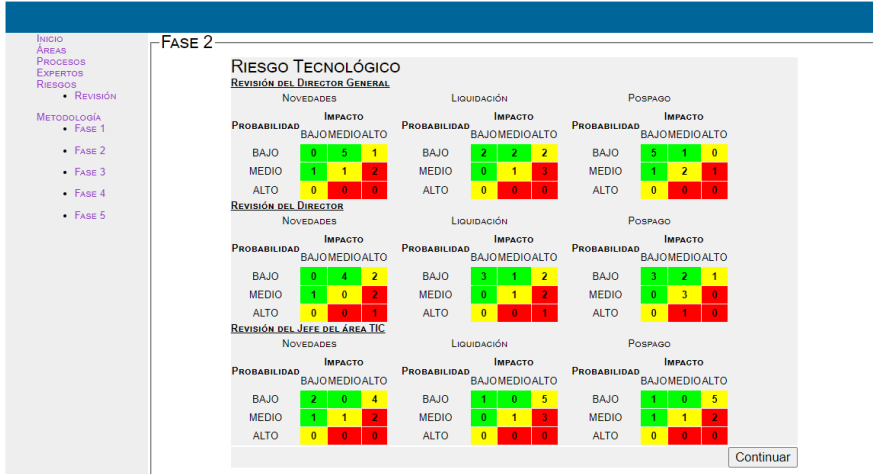


Fig. 26: Pagina de Análisis de Riesgos Tecnológico.

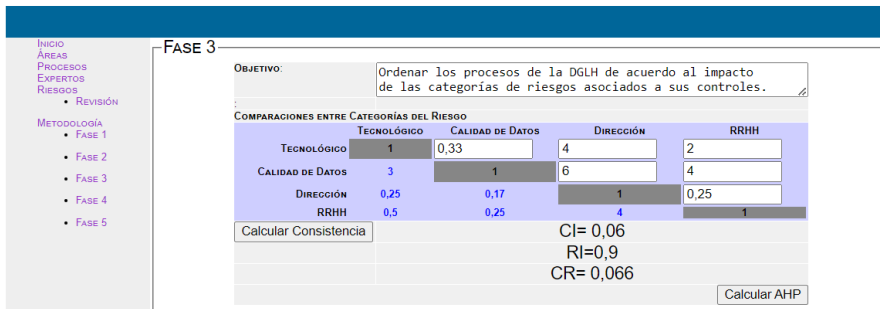


Fig. 27: Página Fase 3 de la Metodología

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

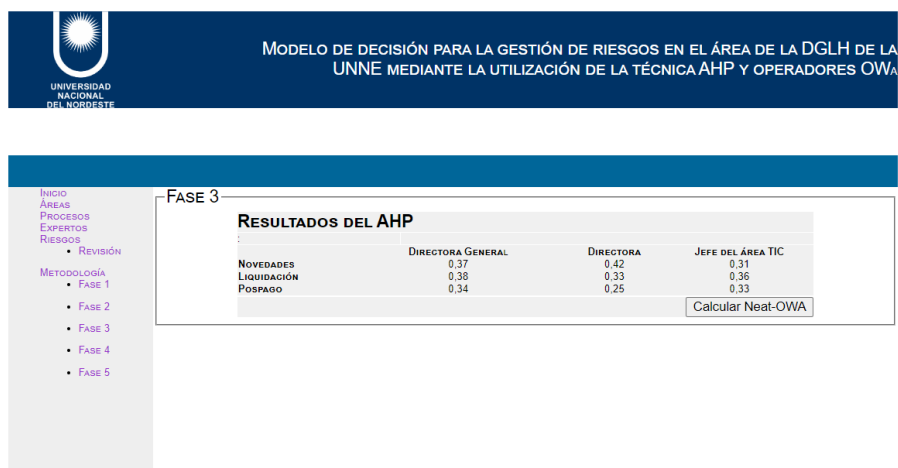


Fig. 28: Página de Resultados AHP

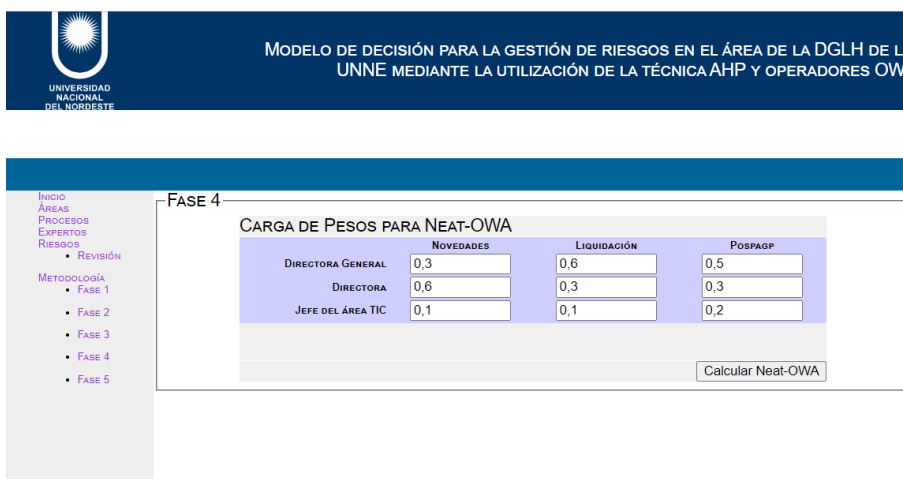


Fig. 29: Página Fase 4 de la Metodología

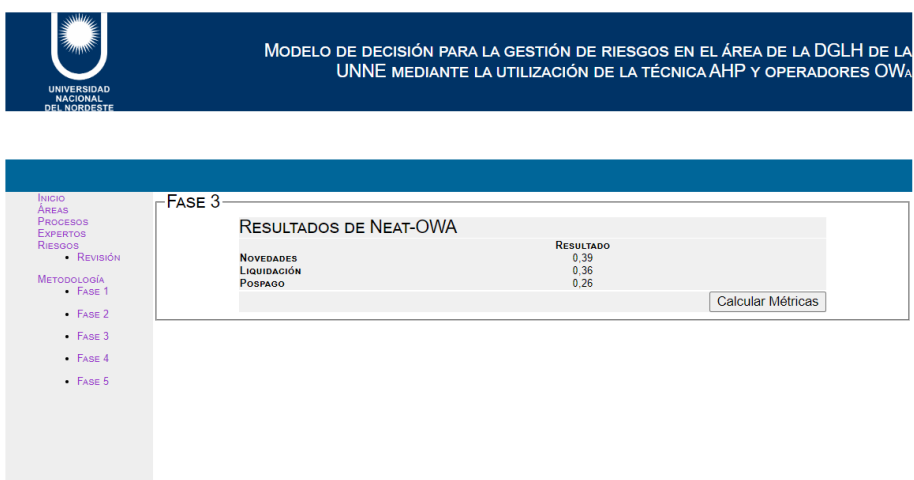


Fig. 30: Página de Resultados Neat-OWA

*Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA*

PROCESO	MÉTRICAS DE LA METODOLOGÍA			
	Dir. Gral.	AHP DIRECTOR	JEFE TIC	NEAT-OWA
NOVEDADES	0.37	0.42	0.31	0.39
LIQUIDACIÓN	0.38	0.33	0.36	0.36
POSPAGO	0.24	0.25	0.33	0.26
<b>ECM</b>	<b>0.0004</b>	<b>0.000633</b>	<b>0.003766</b>	

Fig. 31: Métrica de la Metodología

**FASE 5**

SEGUIMIENTO Y REVISIÓN DEL RIESGO EN ORDEN DE PRIORIDAD SEGUN RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA

ORDEN DE PRIORIDAD: #1

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO: PROBLEMAS DE AUTORIZACIÓN DE ACCESO POR FALTA DE MANTENIMIENTO DE LAS TABLAS DE USUARIOS DEL SISTEMA.

TIPO O CATEGORÍA: TECNOLÓGICO

CAUSA DEL RIESGO: FALTA DE MANTENIMIENTO DE DE LAS TABLAS DE USUARIO DEL SISTEMA.

OPCIÓN DE TRATAMIENTO:  MITIGAR,  REDUCIR,  ACEPTAR,  TRANSFERIR

PLAN DE ACCIÓN: Verificar periódicamente las tablas de usuario para mantener actualizados los perfiles de acceso.

RECURSOS NECESARIOS: Sistemas de alerta, registro de logs del sistema.

RESPONSABLE: Responsable del área TIC

TIEMPO DE RESPUESTA: 1 (CANTIDAD),  DÍAS,  SEMANAS,  MESES,  AÑOS, 35 HS.

FRECUENCIA DE REVISIÓN:  MENSUAL,  TRIMESTRAL,  SEMESTRAL,  ANUAL

Fig. 32: Página Fase 5 de la Metodología



Modelo de decisión para la gestión de riesgos en el área de la Dirección General de Liquidación de Haberes (DGLH) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA

**FASE 5**

**Plan de Seguimiento y Revisión**

COD.	TIPO	EVALUACIÓN	TRATAMIENTO	PLAN DE ACCIÓN	RECURSOS	RESPONSABLE	TIEMPO
RT1	TECNOLÓGICO	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	VERIFICAR PERIÓDICAMENTE LAS TABLAS DE USUARIO PARA MANTENER ACTUALIZADOS LOS PERFILES DE ACCESO.	SISTEMAS DE ALERTA, REGISTRO DE LOGS DEL SISTEMA.	RESPONSABLE DEL ÁREA TIC.	1 SEM. (35 HS.)
RT2	TECNOLÓGICO	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	DICTAR CHARLAS DE CONCIENTIZACIÓN ACERCA DEL USO SEGURO DE USUARIOS Y CONTRASEÑAS.	VIDEOCONFERENCIAS, WORKSHOPS, CURSOS, VIDEOS EXPLICATIVOS, ETC.	RESPONSABLE DEL ÁREA TIC.	2 SEM (70 HS.)
RT6	TECNOLÓGICO	ALTO	COMPARTIR	SOLICITAR ASESORAMIENTO AL SIU MEDIANTE EL SISTEMA DE GDS.	SISTEMA GDS. CANALES DE COMUNICACIÓN CON LOS REFERENTES DEL SIU.	RESPONSABLE DEL ÁREA TIC.	1 DÍA (7 HS.)
RC4	CALIDAD DE DATOS	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	CAPACITAR AL PERSONAL ENCARGADO DE LA CARGA DE NOVEDADES DE LIQUIDACIÓN.	VIDEOCONFERENCIAS, WORKSHOPS, CURSOS, VIDEOS EXPLICATIVOS, ETC.	RESPONSABLE DE NOVEDADES	2 SEM. (70 HS.)
RC5	CALIDAD DE DATOS	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	IMPLEMENTAR CONTROLES AUTOMATIZADOS Y MANUALES QUE PERMITAN DETECTAR LOS ERRORES DE FECHAS PREVIO A LA LIQUIDACIÓN FINAL.	HERRAMIENTAS TIC Y PERSONAL CAPACITADO.	RESPONSABLE DE NOVEDADES	2 DÍAS(14 HS)
RC6	CALIDAD DE DATOS	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	ELABORAR LAS POLÍTICAS DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN ALINEADAS CON LAS POLÍTICAS DE SEGURIDAD DE LA UNIVERSIDAD.	PERSONAL CAPACITADO EN EL TEMA.	RESPONSABLE DEL ÁREA TIC	1 MES. (140 HS.)
RC7	CALIDAD DE DATOS	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	DESARROLLAR SISTEMAS DE VALIDACIONES EXTRA DE DATOS ENTRE SISTEMAS QUE NO SE ENCUENTREN TOTALMENTE INTEGRADOS.	PERSONAL TÉCNICO CAPACITADO.	RESPONSABLE DEL ÁREA TIC	2 SEM. (70HS.)
RC8	CALIDAD DE DATOS	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	ELABORAR UN PLAN DE RESPALDO Y RECUPERACIÓN DE DATOS.	PERSONAL TÉCNICO CAPACITADO.	RESPONSABLE DEL ÁREA TIC	1 MES. (140HS.)
RC9	CALIDAD DE DATOS	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	IMPLEMENTAR POLÍTICAS DE DIGITALIZACIÓN DE DOCUMENTOS APLICABLES A TODOS LOS USUARIOS DE LOS SISTEMAS DE LA DGLH.	PERSONAL TÉCNICO CAPACITADO Y HERRAMIENTAS TIC.	RESPONSABLE DEL ÁREA TIC Y DIRECTOR	1 MES. (140HS.)
RC10	CALIDAD DE DATOS	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	PROFUNDIZAR LOS CONTROLES DE VALIDACIÓN DE DATOS ENTRE SISTEMAS QUE NO SE ENCUENTREN TOTALMENTE INTEGRADOS Y COMPARTIR LA MISMA INFORMACIÓN.	PERSONAL TÉCNICO CAPACITADO.	RESPONSABLE DE NOVEDADES	1 MES. (140HS.)
RD4	DIRECCIÓN	ALTO	REDUCIR/MITIGAR	ELABORAR Y PROPONER LA APROBACIÓN DE MANUALES DE PROCEDIMIENTOS Y CIRCUITOS.	PERSONAL CAPACITADO EN EL TEMA.	DIRECTOR GENERAL	5 SEM. (175HS.)

Fig. 33: Página Plan de Seguimiento y Revisión

**MÉTRICAS DE GESTIÓN DE RIESGOS**

MÉTRICA	CANT. HS.	CANT. PERSONAS	CÁLCULO	RESULTADO
PROMEDIO DE HORAS POR PERSONA NECESARIAS PARA EL PLAN DE ACCIÓN.	3.871	8	3871/8	483,8 HS.

MÉTRICA	CANT. RIESGOS "ALTO"	CANT. RIESGOS PRIORITARIOS	CÁLCULO	RESULTADO
PORCENTAJE DE RIESGOS CON RESULTADO "ALTO".	21	40	21/40	0,525

Fig. 34: Métrica de la Gestión del Riesgo

#### 4. Discusiones y comentarios

Como resultado de la aplicación de la metodología fue posible determinar en orden de prioridad la incidencia que tienen las distintas categorías del riesgo sobre los procesos, así los procesos de Liquidación y Novedades resultaron ser los más afectados por los riesgos, seguido por el de Pospago.

El resultado obtenido demuestra la relación estricta que existe entre los dos procesos más críticos de la DGLH y por lo tanto el tratamiento propuesto en el plan de seguimiento y revisión para cada riesgo apunta a dichos procesos mediante un plan de acción que abarca a ambos e involucra a sus agentes como responsables de su implementación.

Dado que el plan de seguimiento es elaborado teniendo en cuenta los resultados arrojados por la metodología será posible en el futuro disminuir la brecha en la incidencia de los riesgos sobre los distintos procesos, minimizando el impacto negativo de los mismos sobre los procesos más críticos en forma inmediata y prioritaria, al mismo tiempo que la toma de decisiones por parte de las autoridades serán respaldadas por un modelo de decisión que contempla la opinión conjunta de todos los expertos y responsables del área.

## **Capítulo 7**

### *Conclusiones*

## **Resumen**

*En este capítulo se describen las principales conclusiones abordadas desde los resultados de la aplicación de la metodología propuesta para gestionar los riesgos asociados a los controles de los procesos llevados a cabo en la DGLH de la UNNE mediante la aplicación de la técnica AHP mejorado con operadores de la familia Neat OWA. También se exponen las conclusiones acerca de las herramientas y técnicas utilizadas para el cálculo.*

### **1. Conclusiones**

Mediante la aplicación de la metodología propuesta fue posible obtener resultados numéricos que permiten identificar a los riesgos que afectan en mayor medida a los procesos críticos del área, teniendo en cuenta la opinión individual y conjunta de los expertos, facilitando así la toma de decisiones.

Considerando la flexibilidad de la metodología es factible su aplicación a cualquier área de la universidad abarcando todos los tipos de riesgos y procesos.

También, gracias a la aplicación adicional de operadores Neat-OWA fue posible agregar un nivel más de precisión para la toma de decisiones mediante la asignación de pesos a la opinión de cada experto contemplando su nivel de conocimiento y grado de responsabilidad sobre el proceso, obteniendo así un resultado definitivo que representa la opinión conjunta de todos los expertos, por lo que resultó ser un muy buen complemento al método AHP.

Asimismo, la utilización del sistema Expert Choice facilita la validación del modelo en forma rápida mediante el cálculo de consistencia, que asegura la razonabilidad de los juicios hechos sobre la importancia de cada categoría del riesgo frente a las demás.

Además, mediante el nivel de detalle que ofrece la metodología es posible evaluar cada opinión de los expertos sobre los riesgos en forma individual como también en forma conjunta, ya que es posible, mediante los operadores Neat-OWA asignarle un peso a cada opinión teniendo en cuenta cualquier factor o característica del experto, dando de esta manera un amplio espectro de posibilidades para la toma de decisiones.

Finalmente, mediante la utilización de métricas asociadas es posible estimar el esfuerzo que implicará dar cumplimiento al plan de seguimiento y revisión de los riesgos y también el error cuadrático medio entre la opinión de cada experto y la opinión en forma conjunta de todos.

## **2. Líneas futuras de acción**

Se proponen las siguientes líneas de acción a futuro a los fines de mejorar, innovar y fomentar la utilización de la metodología:

- Implementar la metodología en otras áreas de la universidad dada su flexibilidad.
- Utilizar herramientas TIC para el relevamiento de los riesgos poniendo a disposición de todos los agentes, mediante su acceso, por ejemplo, desde el portal principal de la universidad.
- Elaborar informes gerenciales sobre el avance en la ejecución de los planes de acción sobre los riesgos resaltando su evolución a través del tiempo.
- Difundir a través de los canales oficiales los resultados de la metodología y su incidencia sobre el cumplimiento de los objetivos institucionales.

## **Referencias**

- [1] Dirección de Planificación y Gestión de Calidad, “Plan Estratégico Institucional 2018-2021,” *Universidad Nacional del Nordeste*, 2018.
- [2] Dirección General de Planeamiento, "Plan Estratégico de Desarrollo Institucional," *Universidad Nacional del Nordeste*, 2020.
- [3] M. García-Soldado and M. Chica-Olmo, “Comparación de los métodos de evaluación multicriterio AHP y OWA para el análisis de la vulnerabilidad de un acuífero detrítico,” *XV Congr. Nac. Tecnol. Inf. Geogr.*, pp. 19–21, 2012.
- [4] H. T. Bózzola, “Trabajo Final de Maestría en Tecnologías de la Información Creación e implementación de una metodología de autoevaluación de controles en la Dirección General de Liquidación de haberes ( DGLH ) de la UNNE," M.S. thesis. *Universidad Nacional del Nordeste*. Director : Dr . Horacio Kuna,” 2021.
- [5] IRM, “A Risk Practitioners Guide to ISO 31000 : 2018,” *Inst. Risk Manag.*, 2018.
- [6] C. D. Ocampo, J. Tamayo, and H. M. Castaño, “Gestión del Riesgo en la Implementación de Sistemas Fotovoltaicos en Proyectos de Extracción de Oro en Colombia a partir del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP),” *Información tecnológica*, Vol. 30(3), 127-136, doi:10.4067/s0718-07642019000300127, 2019.
- [7] A. A. Flügge, “Algorithmic decision making in public administration: A CSCW-perspective,” *Group '20: Companion Proceedings of the 2020 ACM International Conference on Supporting Group Work*, pp. 15-24, 2020.
- [8] J. M. Doña, “Modelado de los procesos de toma de decisión en entornos sociales mediante operadores de agregación OWA,” Ph.D. dissertation, Universidad de Málaga, Málaga, España, 2008.
- [9] F. X. Alarcón Espinosa and M. de los Á. Torres Paredes, “Evaluación de control interno y gestión del riesgo aplicando el informe coso i, ii, iii; en los procesos administrativos y financieros de las entidades públicas,” *Rev. Publicando*, vol. 4, 11 (2), pp. 32-48, ISSN 1390-9304, 2017.
- [10] R. Abella Rubio, “COSO II y la gestión integral de riesgos del negocio,” *Estrategia Financiera*, Vol. 225, 2006.
- [11] V. M. Fernández and V. M. Fernández, “Modelo para el análisis de riesgos en Líneas de Productos de Software,” *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, Vol. 8 no.1, ISSN 2227-1899, La Habana, 2014.

- [12] P. Pahlavani, F. Ghaderi, and B. Bigdeli, “Modelado de diferentes estrategias de decisión en una planificación de ruta multimodal con tablas de tiempo integrando los operadores OWA guiados por cuantificador, método de ponderación AHP difuso y TOPSIS,” *International Journal of Transportation Engineering*, Vol. 7, no. 1, pp. 35–56, 2018.
- [13] M. S. Razavi, J. Karami, and R. Molkaraei, “Parking Structure Site Selection Through Integration of Ahp and Owa and Seven-Risk Maps ( Case Study : District 6 in Region 3 of Tehran ),” *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* ISSN: 2231– 6345, Vol. 4, pp. 1367–1380, 2014.
- [14] I. I. Karayalcin, “The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 9 (1), pp. 97-98, doi:10.1016/0377-2217 (B2) 90022-4, 1982.
- [15] R. R. Yager, “On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators in Multicriteria Decisionmaking,”*IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 18, no. 1, pp. 183-190, doi: 10.1109/21.87068., 1988.
- [16] Y. Wang and Y. Deng, “OWA aggregation of multi-criteria with mixed uncertain fuzzy satisfactions,” *arXiv*, pp. 1–16, 2019.
- [17] SIGEN, “Normas generales de control interno para el sector publico nacional,” *Sindicatura General de la Nación*, pp. 1–57, 2014.
- [18] SIGEN, “Manual de Control Interno Gubernamental,” *Sindicatura General de la Nación*, Noviembre 2010.
- [19] ISOTools Excelence, “Norma ISO 31000. El Valor de la Gestión de Riesgos en las Organizaciones,” *ISOTools Excellence*, 2018.
- [20] PMBOK, PMBOK Guide, *Foundational Standards*, 6th Edition. 2017.
- [21] S. A. Mantilla, “Control Interno: Informe Coso,”*Ecoe Ediciones*, 2009.
- [22] ISO/IEC, “ISO/IEC 27000:2016(E) Information technology — Security techniques — Information security management systems — Overview and vocabulary,”2016. [Online]. Available:www.iso.org.
- [23] L. Greiner, “ITIL: the international repository of IT wisdom,” *netWorker*, Vol.11, Issue 4, pp 9–11, 2007.
- [24] International Organization for Standardization, “ISO/IEC 31010:2019 Risk management - Risk assessment techniques,” 2019. [Online]. Available:

- <https://www.iso.org/standard/72140.html>.
- [25] ISO, “Norma ISO 31000,” 2018. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>
- [26] ISO IEC, “Norma internacional ISO 31000:2009. Gestión de Riesgos. Principios y directrices.” *ISOTools Excellence*, 2009.
- [27] J. Osorio Gómez and J. Orejuela Cabrera, “El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación.” *Sci. Tech.*, vol. XIV, no. 39, pp. 247–252, 2008.
- [28] T. L. Saaty, “Decision making with the Analytic Hierarchy Process,” *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1, pp. 83-98, 2008.
- [29] M. D. S. García-Cascales and M. T. L. Jiménez, “Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y Soft Computing,” Tesis Doctoral, Dep. Electrónica, Technol. Comput. y Proy., Universidad Politécnica de Cartagena, Directora: Ma. Teresa Lamata Jiménez, 2009.
- [30] P. K. Dey, “Decision support system for risk management: A case study,” *MCB University Press. ISSN:0025-1747. Management Decisions*, Vol. 39(8), 634-649. doi: 10.1108/00251740110399558., 2001.
- [31] Y. Wind and T. L. Saaty, “Marketing Applications Of The Analytic Hierarchy Process.” *Management Science*, 26(7):641-658., 1980.
- [32] K. M. A. S. Al-Harbi, “Application of the AHP in project management,” *International journal of project management*, ISSN 0263-7863, Vol. 19, N° 1, pp. 19-27, 2001.
- [34] S. Shokouhyar, F. Panahifar, A. Karimisefat, and M. Nezafatbakhsh, “An information system risk assessment model: A case study in online banking system,” *Int. J. Electron. Secur. Digit. Forensics*, Vol.10, pp. 39-60, 2018.
- [35] F. Martinelli, C. Michailidou, P. Mori, and A. Saracino, “Too long, did not enforce: A qualitative hierarchical risk-aware data usage control model for complex policies in distributed environments,” in *CPSS 2018 - Proceedings of the 4th ACM Workshop on Cyber-Physical System Security, Co-located with ASIA CCS 2018*, 2018.
- [36] Y. Hao, N. S. Kedir, N. Gerami Seresht, W. Pedrycz, and A. R. Fayek, “Consensus



- Building in Group Decision-Making for the Risk Assessment of Wind Farm Projects,” *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 2019.
- [37] A. Rodríguez, F. Ortega, and R. Concepción, “An intuitionistic method for the selection of a risk management approach to information technology projects,” *Information Sciences*, Vol. 375, pp. 202-218, ISSN 0020-0255, 2017.
- [38] C. Ponsard et al., “A two-phased risk management framework targeting SMEs project portfolios,” *SIMULTECH 2019 - Proceedings of the 9th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications*, 2019.
- [39] J. I. Pelaez, D. J. M. Mesas and D. L. La Red Martínez, “Majority Semantic in ordered Weighting Operators. *XIII Congreso Español Sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy*. ISBN: 84-689-9547-9. 2006.
- [40] D. Dubois and H. Prade, “A review of fuzzy set aggregation connectives,” *Information Sciences*, Vol. 36, Issues 1–2, pp. 85-121, ISSN 0020-0255, 1985.
- [41] D. L. La Red Martínez and J. C. Acosta, “Revisión de Operadores de Agregación,” *Campus Virtuales*, 2014.
- [42] L. A. Zadeh, “A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages,” *Computational Linguistics*, 1983.
- [43] J. Kacprzyk, “Group decision making with a fuzzy linguistic majority,” *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 18, Issue 2, pp. 105-118, ISSN 0165-0114, 1986.

## **Anexos**

## **Anexo I. Publicaciones**

1. V.E. Uribe and D. L. La Red Martínez (2023). Modelo de Decisión para la Gestión de Riesgos en el área de la DGLH de la UNNE mediante la utilización de la técnica AHP y operadores OWA. Publicación Categoría Póster, VIII Encuentro de Investigadores 2023. Asunción Paraguay. Trabajo aceptado, defendido y evaluado.
2. V.E. Uribe and D. L. La Red Martínez (2023). Metodología Inteligente para Priorización de Riesgos con el Método AHP y el Operador Neat-OWA. Publicación, Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires. Buenos Aires Argentina. Trabajo presentado y en etapa de evaluación.