



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Matemáticas

Escuela Profesional de Investigación Operativa

Método AHP, para seleccionar y asignar nuevos seminarios de alta especialización, dirigido a técnicos e ingenieros del rubro HVAC-R

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa

AUTOR

Jaime Carlomagno BRIONES CARI

ASESOR

Dr. Carlos ORTEGA MUÑOZ

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Briones, J. (2022). *Método AHP, para seleccionar y asignar nuevos seminarios de alta especialización, dirigido a técnicos e ingenieros del rubro HVAC-R*. [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jaime Carlomagno Briones Cari
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44592678
URL de ORCID	-
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Dr. Carlos Ortega Muñoz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10196265
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8663-4095
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Dra. Esther Berger Vidal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08766040
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Mg. José Carlos Oré Luján
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06119405
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.3.3.3. Toma de decisiones

Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	JULIO 2022
URL de disciplinas OCDE	<p>Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

DECANATO

Foja. 11

Anexo 6

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2022-I)

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 17:40 horas del sábado 23 de julio del año 2022, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional:

Dra. Esther Berger Vidal (Presidenta)
Mg. José Carlos Oré Luján (Miembro)
Dr. Carlos Ortega Muñoz (Miembro-Asesor)

Para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulada: MÉTODO AHP, PARA SELECCIONAR Y ASIGNAR NUEVOS SEMINARIOS DE ALTA ESPECIALIZACIÓN, DIRIGIDO A TÉCNICOS E INGENIEROS DEL RUBRO HVAC-R, presentada por el señor Bachiller Briones Cari, Jaime Carlomagno, para obtener el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, la Presidenta invitó al expositor a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del jurado, el expositor mereció la aprobación **Buena** con un calificativo promedio de: **Quince (15)**.

A continuación, los miembros del jurado dan manifiesto que el participante señor Bachiller Briones Cari, Jaime Carlomagno, en virtud de haber aprobado la sustentación de su Trabajo de Suficiencia Profesional, será propuesto para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Siendo las 18:20 horas, se levantó la Sesión, firmando para constancia la presente Acta en tres (3) copias originales o archivo PDF.

PRESIDENTA
Dra. Esther Berger Vidal

MIEMBRO
Mg. José Carlos Oré Luján

MIEMBRO-ASESOR
Dr. Carlos Ortega Muñoz



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La Directora de la Escuela Profesional de Investigación Operativa, Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino, informa lo siguiente:

1. Operador del programa informático de similitudes: Dr. Paulo Cesar Olivares Taipe
2. Documento evaluado:
Método AHP, para seleccionar y asignar nuevos seminarios de alta especialización, dirigido a técnicos e ingenieros del rubro HVAC - R
3. Autor de la tsp: Jaime Carlomagno Briones Cari
4. Fecha de recepción de la tesis: 11/05
5. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 11/05
 - Software utilizado: Turnitin
6. Configuración del programa detector de similitudes:
 - Excluye textos entrecomillados
 - Excluye bibliografía
 - Excluye cadenas menores a 40 palabras
7. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes:
8. Fuentes originales de las similitudes encontradas: 10%
Fuentes de internet: 10%
Publicaciones: 3%
9. Calificación de originalidad:
 - El documento mencionado cumple criterios de originalidad, sin observaciones

Lima, 11 de mayo 2023



Firmado digitalmente por
VELASQUEZ PINO Carmela Catalina
FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.05.2023 13:10:46 -05:00

Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino
Directora

FICHA CATALOGRÁFICA

JAIME CARLOMAGNO BRIONES CARI

MÉTODO AHP, PARA SELECCIONAR Y ASIGNAR NUEVOS SEMINARIOS DE ALTA ESPECIALIZACIÓN, DIRIGIDO A TÉCNICOS E INGENIEROS DEL RUBRO HVAC-R

Lima 2022.

Vi, 5 p., 85 p., 29.7 cm (UNMSM, Licenciado, Investigación Operativa, 2022).

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Facultad de Ciencias Matemáticas

Escuela Profesional de Investigación Operativa

UNMSM / FCM

Dedico este documento a mis padres por el gran apoyo desmedido a lo largo de mi vida. Amigos y familiares que también formaron parte clave de mi desarrollo profesional.

Resumen

MÉTODO AHP, PARA SELECCIONAR Y ASIGNAR NUEVOS SEMINARIOS DE ALTA ESPECIALIZACIÓN, DIRIGIDO A TÉCNICOS E INGENIEROS DEL RUBRO HVAC-R

JAIME CARLOMAGNO BRIONES CARI

JULIO 2022

Título obtenido : Licenciado en Investigación Operativa

Se presenta un estudio que muestra la utilidad del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) para seleccionar y asignar seminarios a técnicos e ingenieros del rubro HVAC-R.

Este estudio inicia con recolección de datos de las preferencias y necesidades de técnicos e ingenieros que, debido a las constantes necesidades del mercado, se ven obligados a obtener una capacitación constante en temas específicos y acorde a sus necesidades. A base de la experiencia de otros profesionales dedicados también al rubro HVAC-R que dictan seminarios en HVAC-R.

Este estudio a su vez, desarrolló una gestión de las prioridades que los técnicos e ingenieros tienen para la elección de un seminario de alta especialización.

Finalmente se realizó un juicio de preferencias con suficiente sustento de datos, que mostró una guía ideal para gestionar los criterios de una selección y asignación correcta, con las condiciones necesarias que un técnico o ingeniero necesita para participar de un seminario.

El propósito del presente trabajo es establecer las características mínimas para la selección y asignación de seminarios, a técnicos e ingenieros con la necesidad de capacitarse, utilizando recursos existentes y de fácil acceso, que serán de gran ayuda al momento de seleccionar y asignar los seminarios.

Palabras clave: Criterios, subcriterios, índice de consistencia, multicriterio, seminarios de alta especialización.

Abstract

AHP METHOD FOR SELECTING AND ASSIGNING NEW HIGHLY SPECIALIZED SEMINARS FOR TECHNICIANS AND ENGINEERS IN THE HVAC-R SECTOR

JAIME CARLOMAGNO BRIONES CARI

JULY 2022

Academic degree : Bachelor in Operational Research

A study is presented that shows the usefulness of the Hierarchical Analysis Process (AHP) to select and assign seminars to technicians and engineers of the HVAC-R category.

This study begins with data collection of preferences and needs of technicians and engineers who, due to the constant needs of the market, are forced to obtain constant training in specific topics and according to their needs. Based on the experience of other professionals also dedicated to the HVAC-R category who give seminars in HVAC-R.

This study, in turn, developed a management of the priorities that technicians and engineers have for choosing a seminar of high specialization.

Finally, a judgment of preferences was made with sufficient data support, which showed an ideal guide to manage the criteria of a correct selection and allocation, with the necessary conditions that a technician or engineer needs to participate in a seminar.

The purpose of this paper is to establish the minimum characteristics for the selection and allocation of seminars, technicians and engineers with the need to train, using existing resources and easy access, which will be of great help when selecting and assigning seminars.

Keywords: Criteria, subcriteria, consistency index, multicriteria, highly specialized seminars.

INDICE.

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD.	2
III.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	5
IV.	CONCLUSIONES.....	74
V.	RECOMENDACIONES.....	79
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	80
VII.	ANEXOS / ILUSTRACIONES.....	81

I. INTRODUCCIÓN.

Objetivo principal:

Seleccionar y asignar mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), los seminarios de alta especialización en HVAC-R, a los técnicos e ingenieros con la necesidad de capacitarse.

Objetivos específicos:

1. Identificar mediante factores críticos (criterios), un seminario de alta especialización en HVAC-R.
2. Priorizar mediante la selección, los seminarios de alta especialización en HVAC-R y asignarlos correctamente a los técnicos e ingenieros.

La estructura de este informe, se compone de cinco capítulos importantes, cuyo contenido se resume brevemente a continuación:

CAPITULO I, se describe el problema que es objeto de estudio de este trabajo, definiendo los elementos que lo conforman y estableciendo como se abordará la naturaleza multicriterio del problema.

CAPITULO II, se propone el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como una propuesta para solucionar el problema de seleccionar y asignar. La propuesta contará con fases y la relación entre los criterios y subcriterios que deben formar parte de la solución.

CAPITULO III, se presentan los procedimientos de la herramienta AHP, con el propósito de verificar los aspectos factibles de la solución del problema de selección y asignación.

CAPITULO IV, se presentan los resultados obtenidos al aplicar la herramienta AHP propuesta en el CAPITULO II, analizando la eficiencia de la solución. Se explicará como este método logra ser funcional en relación a criterios de carácter cualitativo y cuantitativo.

CAPITULO V, se presentan las conclusiones y recomendaciones propias del estudio como aportaciones para futuras investigaciones relacionadas.

II. INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD.

Este estudio tuvo lugar en La Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), que es una entidad educativa que nace con el objetivo de capacitar integralmente a jóvenes en la especialidad de mecánica de refrigeración, ventilación y aire acondicionado (HVAC-R).

Los cursos son dictados por el más selecto equipo de profesionales en temas de refrigeración, ventilación y aire acondicionado.

La duración de este estudio tuvo un periodo de 120 días, desde el 01 de diciembre del 2021 hasta el 31 de marzo del 2022.

Objetivo

La Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), tiene como objetivo preparar a los alumnos para que puedan brindar un servicio superior; para lograrlo les proporcionan conocimientos de refrigeración, ventilación y aire acondicionado, así mismo, fundamentos del marketing de servicios y experiencia de comercialización de refrigeración en el mercado peruano.

Misión

Capacitar en forma integral a las personas en la especialidad de mecánica de refrigeración, ventilación y aire acondicionado, contribuyendo a mejorar su calidad de vida y al desarrollo de la especialidad en el país.

Visión

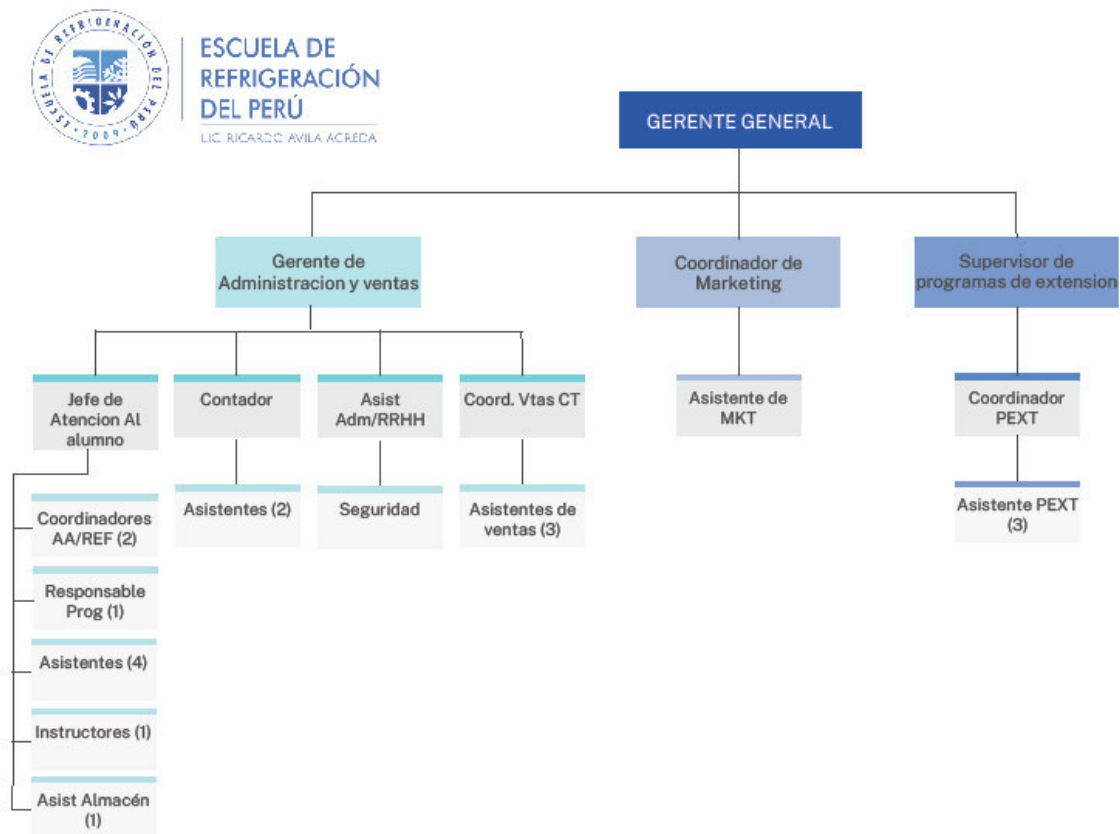
Ser el centro de capacitación líder en la especialidad de refrigeración, ventilación y aire acondicionado en sus diferentes sub-divisiones y niveles profesionales.

ESCUELA DE REFRIGERACION DEL PERU S.A.C.

AV. ARGENTINA NRO. 460 INT. LE03 (2DO PISO - CC MALVITEC) LIMA - LIMA - LIMA

JAIME.BRIONES@ESCUELADEREFRIGERACION.EDU.PE

Organigrama de la ERP



Identificación de la problemática

El Ingeniero Camilo Botero (2020), Ingeniero consultor en HVAC, comenta que, en esta época, en la que el cambio climático y el impacto generado sobre el medio ambiente, son muy evidentes y a la vez dramáticos. Sostiene que, es una obligación del gremio de la climatización (HVAC-R), lograr que sus proyectos logren ser “ideales” y que a su vez, se haga un esfuerzo mancomunado de los profesionales de la climatización, para lograr que los proyectos alcancen un Balance de Energía Cero, esto quiere decir, que el consumo de energía utilizada compense la generada en el lugar, con diferentes energías alternativas (*La mala praxis de ingeniería ; ACR Latinoamérica, 2020*).

Pero esta realidad es otra, puesto que, lamentablemente existen una gran variedad de proyectos que acarrearán múltiples fallas en su origen, con energía desperdiciada, con el poco cuidado en la calidad del aire interior, la calidad de instalación, la estética, y todo esto unido a la operación y mantenimiento de los sistemas, por personal que no está calificado o que es inexperto (Camilo Botero ;*La mala praxis de ingeniería ; ACR Latinoamérica, 2020*).

Tanto es así que, se denota que son muchos los comportamientos profesionales que se deben mejorar dentro de la industria de la climatización (HVAC-R), si la finalidad es pretender posicionar a la región Latinoamérica como un fuerte competidor. Y la clave para esta mejora, estaría en la capacitación y la actualización del gremio de la climatización, teniéndose por supuesto, la obligación de modernizar la enseñanza, iniciando desde el nivel de técnicos especialistas hasta llegar a los ingenieros diseñadores, pasando primero por los ingenieros de montaje, ingenieros de mantenimiento e ingenieros de ventas (Camilo Botero ;*Retos de la climatización en Latinoamérica ; ACR Latinoamérica, 2020*).

Ahora bien, todo esto amerita hacer especializaciones, como existen en Europa y, además, paralelamente mediante una mejora sustancial de la capacitación y formación de ingenieros y técnicos de la climatización.

Debiendo darse también, la certificación, para así garantizar que estos profesionales, han logrado las competencias y conocimientos que se requieren para ejercer adecuadamente la profesión, pero, sobre todo, para que sean gestores en la modernización de su profesión en esta industria (HVAC-R).

III. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

El presente trabajo forma parte de un estudio que está enfocado hacia la selección y asignación de seminarios de alta especialización en La Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), en la cual se observa una focalización de profesionales de la Climatización, que buscan capacitarse en las diferentes ramas que este gremio HVAC-R ofrece. Siendo que, los diferentes formatos de seminarios que se presentan, son un extracto de los aspectos más relevantes del sector HVAC-R, con un enfoque importante.

El objetivo principal es visualizar la problemática del proceso de selección y asignación de estos seminarios de alta especialización, que enfrenta la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), al seleccionar y asignar estos seminarios, con el propósito de establecer un servicio educativo de calidad y que ofrezcan también, resultados positivos tanto al consumidor como a la propia industria de la climatización (HVAC-R).

Situación problemática

Situación deseada, Seleccionar y asignar seminarios de alta especialización para los profesionales técnicos e ingenieros acorde a sus requerimientos, y donde estos se sientan identificados en la necesidad de capacitarse, brindándoles productos y servicios deseados al considerar características clave que lo diferencien de otros servicios, y con el logro preferente, de un costo-beneficio óptimo.

Situación real, Se seleccionan y asignan seminarios de alta especialización, tomando en cuenta factores como, preferencias de los profesionales, que muchas veces no son posibles de desarrollar, debido a la prematura decisión de estos por aprender, y al tratar de brindar un servicio, que convenza al consumidor, considerando su experiencia laboral en la industria de la Climatización.

CAPITULO I

En la actualidad, se puede percibir un aumento relacionado a productos y servicios dirigidos a la Climatización, con un marcado énfasis en los últimos cinco años. A esto se suma el crecimiento del consumidor de productos HVAC-R, que a su vez aumenta la necesidad de generar nuevos seminarios de alta especialización, que deben satisfacer esta demanda. Siendo parte importante, que estos se adapten al crecimiento constante de profesionales técnicos e ingenieros, que se ven en la necesidad de ajustarse a una realidad comercial de oferta y demanda en el HVAC-R.

Esta mala logística e inadecuada infraestructura, ocasiona que los centros de capacitación en HVAC-R, se sientan obligados a seguir patrones de crecimiento y desarrollo impuestos por una mala gestión, originando sobrecostos o pérdida de clientes, que afectan el crecimiento de los mismos centros de capacitación HVAC-R.

Formulación del problema

Forma declarativa

Determinación de la selección y asignación de seminarios que cumplan con los requerimientos de los profesionales en Climatización.

Forma interrogativa

¿Cuál es la selección y asignación que cumple con los requerimientos de los profesionales en Climatización?

Luego de analizar la problemática se plantean las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta principal

- a. ¿Cómo es que va a mejorar esta realidad la propuesta de solución?

Preguntas específicas

- b. ¿Cuál es mi propósito fundamental?
- c. ¿Cuál es mi punto de vista, y el de los autores consultados?
- d. ¿Qué suposiciones uso en mi razonamiento?

CAPITULO II

Presentación del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP).

Toma de Decisiones

Para José Moreno, La Toma de Decisiones es una de las actividades en la cual, se aprecia mejor el nivel de organización y evolución, en la que decidir es uno de los conceptos en el que la humanidad se ha ocupado para su manera de actuar, desde puntos de vista como los psicológicos, económicos, sociológicos, filosóficos, entre otros muchos más. Y que, a su vez, refleja el conocimiento, procedimiento y grado de libertad (Moreno, 2002).

Siendo que, los problemas altamente complejos, como la incertidumbre y el dinamismo (prontitud), así como también, de la existencia de múltiples escenarios, cuyos criterios por lo general se encuentran en disconformidad, parten principalmente, de la existencia de una necesidad de incorporar en la toma de decisiones, la opinión en base a la realidad de los diferentes actores para la solución del problema, que obliga a plantearse metodologías más aproximadas, abiertas,

flexibles y efectivas. Las cuales sean mucho más realistas, al de un enfoque tradicional (Moreno, 2002).

En lo siguiente, se entenderá por la Decisión Multicriterio (Moreno, 1996), al conjunto de métodos, modelos, técnicas, aproximaciones y herramientas dirigidas a mejorar la calidad total de los procesos de decisión, seguidamente de los sistemas e individuos, para mejorar la eficiencia, efectividad y eficacia de estos procesos de toma de decisión, y también, para incrementar el conocimiento de los mismos (valor añadido al conocimiento). Para que, de esta manera, las Técnicas de Decisión Multicriterio, nos permitan, una resolución más efectiva y realista para el problema (Moreno, 2002).

Fundamentos para el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

Una vez que se establezca el marco referente (modelo de la lógica multicriterio) en el que se presenta el Proceso Analítico Jerárquico (The Analytic Hierarchy Process), en lo consiguiente, se van a proponer, los fundamentos teóricos que fueron base para inspirar la propuesta del profesor Thomas L. Saaty (Saaty, 1980).

Por otra parte, cuando se quieren alcanzar las prioridades en las que un individuo asigna un conjunto de elementos a partir de las valoraciones que se asignan a estos mismos, según los juicios y preferencias que tengan, es de suma importancia, establecer un conjunto de los procedimientos y las herramientas que les permitan aprovechar el propio poder de la mente, para conectar las experiencias e intuiciones con los objetivos establecidos (Moreno, 2002).

Así también, como lo señala Saaty (1994), debemos considerar que, los valores y juicios, varían de un individuo a otro, por lo que es necesario un nuevo conocimiento de las prioridades y juicios que posibiliten alcanzar la totalidad y objetividad. Siendo que, de esa forma se podrá comprender y actuar más adecuadamente.

Los problemas implican atributos, físicos y psicológicos. Y al hablar de físicos, se entiende como lo tangible, siendo estos una clase de objetividad, fuera de una conducta de medición individual. Y en contraste, lo psicológico correspondería a la categoría de lo intangible, incluidos los sentimientos, creencias, e ideas subjetivas de la sociedad. El cuestionamiento entonces sería, ¿existirá en esta coyuntura una teoría lo suficientemente coherente frente a estas dos realidades (objetiva y subjetiva) sin arriesgar a alguna? (Saaty, 1994).

Finalmente, denotamos que, el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una conjetura (opinión) en general de los juicios y valores, que se basa en una escala numérica, y que nos permite combinar lo lógico y lo científico, con lo no tangible (subjetivo) y así, ayudar a simplificar la condición humana, con las propias experiencias aprehendidas en base a la ciencia (Moreno, 2002).

Base matemática para el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

“El AHP trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función de un atributo o criterio común, representado en la jerarquía de decisión. Considerando, que este es el método natural (pero refinado) que la gente siguió al tomar decisiones mucho antes que se desarrollaran funciones de utilidad, y antes que se desarrollara formalmente el AHP” (Saaty, 1998).

“El AHP hace posible la toma de decisiones grupal mediante el agregado de opiniones, de tal manera que satisfaga la relación recíproca al comparar dos elementos. Luego, toma el promedio geométrico de las opiniones. Y cuando el grupo consiste en expertos, cada uno elabora su propia jerarquía, y el AHP combina los resultados por el promedio geométrico” (Saaty, 1998).

Por otro lado, cuando se trabaja con problemas de gran tamaño en los que es preciso incluir un número elevado de juicios en las matrices de comparaciones pareadas, lo que hace bastante tedioso el procedimiento de valoración (emisión de juicios),

o cuando no se dispone de todos los juicios considerados inicialmente en las comparaciones pareadas, se suele recurrir a procedimientos aproximados para obtener las prioridades locales (Saaty, 1998).

La escala fundamental, utilizada para representar las magnitudes de los juicios es:

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Misma importancia.	Los dos elementos contribuyen igualmente al criterio.
3	Moderadamente un elemento más importante que el otro.	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento que al otro.
5	Fuertemente un elemento más importante que el otro.	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento que al otro.
7	Mucho más importante un elemento que el otro.	Un elemento domina fuertemente al otro.
9	Importancia extrema de un elemento que el otro.	Un elemento domina al otro con el mayor magnitud.

Teniendo en cuenta que los valores 2, 4, 6 y 8 de la escala numérica, suelen emplearse en situaciones intermedias, y en el caso de las cifras con decimales, en estudios que requieren una mayor precisión.

La escala fundamental propuesta por Saaty, tiene origen “psicológico” y este se encuentra en los estudios realizados por Weber y Fechner. De los cuales, los se tiene que los coeficientes 1, 2, 3, ... surgen de la ley de Weber-Fechner, entre las sensaciones y los estímulos. Más aún, al parecer, la respuesta del cerebro humano al activar las neuronas para poder evaluar la intensidad y la calidad entre las alternativas (la frecuencia y la amplitud), es similar a la de los aspectos tangibles como intangibles.

Todas las prioridades de los elementos que atribuyen de un modo en común (prioridades locales), están medidas en escalas, a razón de las magnitudes relativas, y que son obtenidas, a partir de la matriz recíproca de las comparaciones pareadas.

El proceso matemático a seguir para su obtención, es el método del autovector principal por la derecha (Saaty, 1980). Este método está basado en el teorema de Perron-Frobenius, y nos proporciona las prioridades locales, obtenidas al resolver el sistema de ecuaciones.

Y un segundo método de priorización (Moreno, 2000), que es muy utilizado recientemente, por sus propiedades psicológicas y calculistas, es la normalización. Donde este valor coincide con el valor obtenido por el método de Saaty (autovector principal por la derecha).

Otros métodos usados ocasionalmente y que son elementales, para una solución aproximada, son los siguientes:

El método del promedio por filas, de los elementos normalizados de cada columna de la matriz y la normalización, de la suma de los elementos de cada fila. Ahora bien, una forma sencilla de obtener el máximo valor propio λ_{\max} es, si se conoce la matriz recíproca de comparaciones pareadas, es sumar las columnas de la matriz y multiplicar el vector resultante por el vector de prioridades.

En general, utilizando el teorema de Perron-Frobenius, se puede probar que el máximo valor propio λ_{\max} es mayor o igual al orden de la matriz para el método de Saaty (Saaty, 1980).

Ventajas del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

- Una de las mayores ventajas al utilizar el AHP, es que nos permite acomodar las hipótesis muy restrictivas que nos exigía el enfoque tradicional en una decisión (escuela utilitarista), en tanto que, no exige la transitividad en las preferencias.
- Además, en el AHP se permite evaluar el grado de consistencia para el decisor, a la hora de incorporar los juicios dentro de las matrices recíprocas de comparaciones pareadas.

Consistencia del Decisor, al introducir juicios de valor

En el AHP se dice que el decisor, o la persona que introduzca los juicios de valor, es consistente, si la matriz de comparaciones pareadas lo es. Y para evaluar esta consistencia del decisor, se debe calcular la denominada razón de consistencia (RC), que, en su propuesta inicial, es un índice no estadístico, que se logra obtener del cociente entre el índice de consistencia (IC) y el índice de consistencia aleatorio (IA), esto es: $RC = IC/IA$.

A continuación, se presentan los valores del IC (índice de consistencia), para los diferentes órdenes de matrices; estos valores, fueron obtenidos mediante la simulación de 100,000 matrices (Moreno, 2001):

Orden	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452	1,484

Aplicaciones del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP), es una de las técnicas multicriterio con mayor implantación práctica en casi todos los ámbitos que involucren la toma de decisiones, mencionando a continuación, algunas de las ideas que sugirieron el uso de su metodología (propuestas):

- La gran flexibilidad que tiene la técnica.
- La adaptación a numerosas situaciones reales.
- La gran facilidad de uso.
- La posibilidad de poder aplicarla en una decisión individual o grupal.
- La existencia de un software para su aplicación (Expert Choice).
- El uso práctico del Excel para implementar el AHP.

La gran bibliografía existente sobre las aplicaciones del AHP, y en la toma de decisiones, nos hace mencionar sólo algunos de los temas tratados mediante este método AHP. Por ejemplo:

- Selección de personal en sistemas de telecomunicaciones (Tam y Tummala, 2001).
- Toma de Decisiones Descentralizadas (Bolloju, 2001).
- Evaluación de Software (Ossadnik y Lange, 1999).
- Gestión Universitaria (Gkwak y Changwon, 1998).
- Desarrollo de software (Lee y otros, 1999).

CAPITULO III – MÉTODO

Tipo de estudio.

En el presente estudio, se tiene un carácter descriptivo (detallado y específico), puesto que busca analizar las diferentes alternativas para seleccionar y asignar seminarios de alta especialización en la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP).

Siendo que, el objetivo principal, es analizar los diferentes seminarios donde sea posible satisfacer los requerimientos de los técnicos e ingenieros, y la necesidad de estos profesionales, por capacitarse. Este estudio también, tiene un carácter aplicativo (de implementación), puesto que se busca establecer los seminarios que ofrezcan los mayores beneficios y los mejores costos; es decir, en donde se pueda obtener la máxima ganancia (el fin de todo negocio).

Diseño metodológico.

Para realizar el presente estudio, se elaboró un plan de trabajo con una descripción de pasos a seguir (actividades) en base a los objetivos pre establecidos:

- Recopilación de bases de datos del mercado de la climatización y su situación de mayor impacto comercial a nivel local.
- Análisis de los datos de los atributos y preferencias de los usuarios de estos seminarios, para establecer los criterios y subcriterios necesarios.
- Determinar si los seminarios deseados y requeridos, son adecuados y compatibles para los usuarios y así posibilitar su asignación.
- Nivel de satisfacción y ventajas competitivas con características similares, para establecer las relaciones entre criterios.
- Construir un modelo multicriterio, utilizando las condiciones y restricciones propias del método AHP.
- Analizar los resultados del modelo para verificar su versatilidad e implementación.

Técnicas de recolección de datos.

Para la recopilación de esta información, fue necesario realizar un “Análisis Documental”, recolectando datos de fuentes primarias y teniendo en cuenta una lista de verificación sobre la data disponible que poseía la institución (La ERP), además de “Una entrevista a un experto”, para recolectar datos de una fuente primaria (Docentes de la ERP). Sólo se consideraron datos con menor antigüedad (hasta el 2018), de un registro de información, relevantes y con fines informativos, para la evaluación de los posibles criterios y subcriterios para la selección y asignación.

Descripción de las variables.

Entidad: Selección y asignación de seminarios de alta especialización.

Variable	Definición para esta investigación	Indicador
Costo	Es el valor económico que cuesta seleccionar y asignar el seminario.	Desarrollo
Visibilidad	Representa la capacidad de hacerse notar en el mercado, así como generar la captación de potenciales clientes	Posicionamiento
Reputación	Representa la opinión o concepto que tienen los seminarios de alta especialización.	Planificación

Entidad: Clientes de los seminarios de alta especialización.

Variable	Definición para esta investigación	Indicador
Preferencias	Consiste en obtener información sobre opiniones, actitudes o sugerencias de los clientes.	Fidelidad

Procedimiento de recolección de información.

Instrumentos para la recolección de datos:

Para: Preferencias de los clientes.

Generar una estrategia, mediante selección y asignación, involucra tener información relevante del estado actual de los datos relacionados al estudio. Esto se logra verificando una investigación, para poder seleccionar la mejor metodología para evaluar y mejorar la calidad de los datos a utilizar. Basado en el juicio de dos expertos en calidad de datos para el diseño de la estructura jerárquica compuesta por un objetivo, por dimensiones de calidad de datos y por alternativas (Ordóñez & Zabala, s. f.), que corresponden a marcos para evaluar y mejorar la calidad de los datos.

Objetivo	Determinar el tipo de servicio que los clientes solicitan a partir de la visibilidad, reputación, costo de servicio, etc.
Tipo	Entrevista
Fuente	Investigación sobre la selección de una metodología para evaluar y mejorar la calidad de datos utilizando AHP y TOPSIS
Variables	Preferencia de los clientes

Para: Documentación fiable.

Priorizar puntos determinantes para los seminarios esperados. Involucra tener información relevante del estado actual de los usuarios de estos seminarios de alta especialización, que consiste en obtener respuestas de la propia data del centro de capacitación, sobre el problema en estudio. Esto se logra con el Sistema de Información propio de la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), verificando la referencia de los seminarios existentes con su actual difusión.

Objetivo	Determinar los usos comerciales, para el ajuste de la posibilidad de selección.
Tipo	Data
Fuente	SG5 Software de Gestión
Variables	Disponibilidad de seminarios

Para: Posibilidad de seminarios.

Consiste en analizar documentación técnica requerida y de gestión, para el funcionamiento del negocio. Para esto se utiliza la data proporcionada por la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP).

Objetivo	Determinar si los seminarios deseados y requeridos, son adecuados y compatibles para ofrecerlos al mercado.
Tipo	Registro de datos
Fuente	SG5
Variables	Factibilidad de los seminarios

Técnicas para el análisis y procesamiento de la información.

El Tratamiento de datos será elaborado en “Tablas Dinámicas de Excel” con la información procesada de las fuentes primarias consultadas, preparando la información para facilitar su análisis posterior en las fases de codificación y almacenamiento de datos respectivamente, y para su posterior evaluación y restricción.

El procesamiento de datos se iniciará ingresado todos los datos relevantes que se obtuvieron, para codificarlos en cuyo caso, de ser necesario renombraremos a nuestras variables para usos prácticos. Para luego poder cuantificar estos datos, mediante las tablas dinámicas de Excel, la cual es una herramienta muy útil, para tabular toda la información relevante en este trabajo de investigación.

Procesamiento de datos.

Al realizar una investigación se deben organizar los elementos obtenidos durante el trabajo indagador (de búsqueda).

Y con la existencia de limitaciones propias de comunicar e interpretar información con los instrumentos para la recolección y procesamiento de los datos, con los que se pretende proporcionar información veraz tomada de documentación de una fuente directa, pasando antes por la formulación de una entrevista a un experto.

Los datos de la presente investigación, se han recopilado por medio del método de observación (entrevista o cuestionario), y a través del método de experimentación, en cuyo caso, es necesario tabular y sintetizar convenientemente los datos.

El procesamiento de los datos se puede llevar a cabo mediante los métodos de tabulación, de medición y de síntesis (datos dispersos que fueron organizados y relacionados).

Tabulación de datos.

Este proceso, se entiende como la concentración de los datos propios de la investigación de campo (recopilación de la información), en tablas de Excel, diseñadas para este fin.

El Excel posee hojas de cálculo, que están compuestas por filas (identificadas con números) y columnas (identificadas con letras), formando celdas (identificadas con la combinación de una fila y una columna) en las que se permite el ingreso datos y formularios. Y el conjunto de hojas de cálculo, están contenidas, en un libro de trabajo de Excel.

Codificación de datos.

Esta actividad se basa en la clasificación de los datos en conformidad con los indicadores que fueron establecidos (consideraciones teóricas) del trabajo de investigación. Explicando el fenómeno de estudio y las alternativas de elección.

La codificación de datos muestra respuestas específicas, puesto que estos datos provienen de entrevistas estandarizadas y de cuestionarios cerrados, con respuestas muy concretas, definiendo correctamente las variables que participan. En este caso el problema se reduce a verificar que todos los datos coincidan con todos los indicadores establecidos.

Indicador de posicionamiento: mediante la variable visibilidad.

¿Cómo la visibilidad permite la selección y asignación de seminarios de alta especialización?

Indicador planificación: mediante la variable reputación.

¿Cómo la reputación permite la selección y asignación de seminarios de alta especialización?

Indicador desarrollo: mediante la variable costo.

¿Cómo el costo permite la selección y asignación de seminarios de alta especialización?

Medición de datos.

En esta investigación, la cuantificación de datos se refiere a la apreciación de las diferencias en este estudio, que muestran la interpretación de manera objetiva, sobre la información que fue obtenida.

En la investigación, se muestran diferencias entre los datos observados, debido a que la observación es controlada, siendo muy notoria, las diversas formas de operación del presente estudio, lo cual nos conduce a resultados diferentes (propio de la realización de cálculos). Lo que, a su vez, genera la necesidad de apreciar cuantitativamente estas diferencias.

Escala de medición.

Es un instrumento, con el cual los datos que han sido adquiridos de las diferentes bases (fuentes), según la posición que ocupen, en la investigación tratada en este estudio. Y, además, teniendo en cuenta tres escalas de medición.

Escala nominal.

En la cual, se debe asignar un número o categoría en la que no exista una relación de jerarquía, orden o proporción entre los diferentes elementos dentro de la escala.

En el caso del presente estudio, esto lo constituye una relación de los posibles seminarios que estarían permitidos, para asignar al actual mercado de usuarios de la Climatización. Los cuales conforman un total de 16 seminarios, que se enlistan en categorías independientes.

Escala ordinal.

Se debe asignar un valor diferente a cada elemento, considerando el orden que ocupe para el estudio en mención.

En el caso del presente estudio, esto está representado por el uso: Aire Acondicionado, Ventilación, Refrigeración y calefacción (HVAC-R). Los cuales cuentan con características diferentes.

Escala de intervalos.

Se establecen valores equidistantes en forma continua.

En el caso del presente estudio, esto lo constituye la numeración de los diferentes seminarios dirigidos a ingenieros, técnicos y técnicos / ingenieros.

Procedimiento de medición.

En el presente estudio de investigación, independientemente de las escalas adoptadas para medir los datos, es necesario, aplicar el procedimiento para cuantificar los datos.

- Diseñando un libro de Excel con hojas de cálculo, para el conteo de datos, con los requerimientos de este estudio.
- Haciendo uso de tablas, determinando el número de categorías que existen en relación a cada uno de los seminarios, proporcionados a la investigación.
- Utilizando herramientas y funciones, de la herramienta Excel.

Validez de la medición.

Una correcta cuantificación de los datos, necesita que la validez y confiabilidad coexistan. Siendo que, una medición sea válida, cuando se aprecia cuantitativamente las características propias de la data en la presente investigación. En este caso, la toma de decisiones, se enfrenta a la problemática de la validez, al determinar cuáles de los seminarios deben de considerarse como ideales para seleccionar y asignar.

La confiabilidad de medición, consistirá en la posibilidad de que la medición ejercida sobre los atributos del presente estudio de selección y asignación de seminarios, permanezca constante en el tiempo; y que, todo aquel que desee su cuantificación, obtenga el mismo resultado. Relacionado a esto y respecto a la problemática de la selección y asignación de seminarios; nos vemos relacionados, con lo siguiente:

En el problema de selección y asignación de seminarios del presente estudio, se debe tener en cuenta a los seminarios de alta especialización existentes, y que operan dentro del ámbito HVAC-R, formando parte del análisis de datos, para la realización de ajustes convenientes en las evaluaciones de nuevas selecciones y asignaciones,

generando la confiabilidad en donde los estados actuales de los seminarios existentes, sirvan para ajustar los datos analizados para seleccionar y asignar los seminarios deseados.

Puesto que, es común que, en este tipo de estudios, considerar las características de los seminarios existentes, hace que los datos puedan ser comparados, lo que es un indicativo de que la data obtenida es compatible con nuestro caso de estudio.

Síntesis de datos.

Los datos deben proporcionar una presentación ordenada y resumida de todos los elementos recopilados durante la investigación.

Por esta razón la información que se ha captado y percibido en la entrevista a los expertos y a los datos proporcionados por los mismos, al igual que la información obtenida del sistema de gestión de la Escuela de Refrigeración del Perú, implica que en el manejo de la data sea necesario sintetizar la información fuente, reuniendo, clasificando y organizando la información en cuadros estadísticos, gráficos y en relaciones de datos, con el fin de facilitar el análisis e interpretación de los mismos.

Modelos para la presentación de datos.

Para la presentación gráfica de datos en esta investigación, se aplica el modelo de: Tabla dinámica.

Tabla dinámica.

Constituida por un cuadro numérico generado en una hoja de Excel, que muestra los eventos detectados en este trabajo de investigación.

Y que contendrá los siguientes elementos:

El nombre de la tabla, y el nombre de la categoría.

Reglas, para la construcción de tablas.

Para una correcta síntesis de los datos tratados en este estudio, se registran las siguientes reglas:

- Los elementos necesarios para identificar la naturaleza de los datos, deben ser expresados y registrados convenientemente, para su posterior entendimiento.
- Se deben expresar conjuntamente las cifras absolutas y relativas, para una mayor precisión y orientación, al lector de la información.
- Ser claro y conciso, con la formulación de datos a estudiar.
- Revisión de los cálculos finales, en cada tabla dinámica empleada.

Procedimiento, para el procesamiento de datos.

Para el procesamiento de datos en este trabajo de investigación, se deben entender, el conjunto de métodos empleados en la tabulación, medición y síntesis de los datos propios de esta investigación, en el que los procedimientos para el procesamiento de datos, pueden ser por medio de un procedimiento electrónico (Haciendo uso de un computador) para el procesamiento.

Procedimiento electrónico.

Este procedimiento es notoriamente el más avanzado, en el cual, se emplea una computadora para el procesamiento de datos. Siendo de gran utilidad, puesto que, el interés del presente estudio radica, en construir archivos de información para su posterior exploración, y acorde también, a posteriores nuevos requerimientos de estudios. En este sentido, al seleccionar este procedimiento, deben ser tomadas en consideración previsiones como el costo de procesamiento de datos, así como del número que conformará el equipo de trabajo. Siendo también necesario que el

investigador tenga conocimientos previos para poder definir y cumplir con el registro de los datos.

Manejo de la estadística.

Como apoyo en la tarea de procesar los datos en esta investigación, el método estadístico, nos ofrece un mayor margen de validez y confiabilidad. Ahora bien, la estadística y el procesamiento electrónico de los datos, en la actualidad, nos ofrecen programas esenciales y diseñados para el desarrollo de actividades referidas a la investigación, siendo el programa Excel de Microsoft, un paquete potente y que tiene especial significado dentro de la trata de datos estadísticos, de libre acceso y con una presentación muy interactiva y agradable para el usuario.

Fuente de información:

La Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), ACR Latinoamérica, ASHRAE Perú y Entrevista a expertos en climatización, realizada en la ERP.

Descripción del modelo utilizado.

Como toda gran idea científica, el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) puede considerarse, según el enfoque que se le dé, de maneras muy variadas. Puesto que, contribuye en los niveles estratégicos, tácticos y operativos, siendo útil para la mejora de la eficiencia del sistema y principalmente para su efectividad (Moreno, 2002).

Construcción del Excel como herramienta informática.

El Excel es una hoja de cálculo (herramienta de Microsoft Office), que nos permite manipular una serie de datos numéricos y de texto también, mediante el empleo de tablas conformadas por la unión de filas y columnas (Celdas).

CAPITULO IV – RESULTADOS

Análisis.

Seminarios validados para HVAC-R

A continuación, se presentan tablas extraídas de la data proporcionada por la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), en la cual se aprecian las descripciones de 16 seminarios validados, para la capacitación de técnicos e ingenieros del rubro de la Climatización (HVAC-R).

Estos datos son de acceso público a solicitud de una persona natural o jurídica dirigida a la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP), indicando los motivos (el interés en conocer el seminario) y el uso (dirigido a técnicos o ingenieros) que los interesados tienen sobre los seminarios de alta especialización que brinda la ERP.

TABLA 1: Uso y finalidad del seminario.

En la tabla 1 se representan los seminarios validados en la ERP, de los cuales, en la actualidad 11 tienen un uso dirigido al Aire Acondicionado y 2 a la Refrigeración, esta información ayudará a definir la finalidad comercial que tendrán los seminarios de alta especialización, el cual según muestra la tabla deben ser, seminarios dedicados a técnicos e ingenieros de HVAC-R. Además, la línea de especialización de estos seminarios, ayudará a definir la importancia de la selección y asignación en función a la referencia de las preferencias en las que actualmente se encuentran estos seminarios.

N°	USO	FINALIDAD
1	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
2	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado

3	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
4	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
5	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
6	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
7	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
8	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
9	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado
10	Ingenieros	Aire Acondicionado
11	Técnicos	Aire Acondicionado
12	Técnicos e Ingenieros	Refrigeración
13	Ingenieros	Refrigeración

TABLA 2: Uso y horas de aprendizaje.

En la tabla 2 se representan las horas de aprendizaje, de los seminarios dedicados a la capacitación de estos profesionales en su mayoría, información que ayudará a definir el tamaño promedio de horas de los seminarios de alta especialización, el cual según muestra la tabla debe ser en promedio un seminario con un número de horas aproximado de 24 horas de aprendizaje, teniendo en cuenta que el mínimo y máximo de horas está entre 12 horas y 42 horas respectivamente, considerando en estas últimas horas, únicamente los 10 seminarios dedicados a la capacitación de técnicos e ingenieros.

N°	USO	HORAS
1	Técnicos e Ingenieros	18
2	Técnicos e Ingenieros	18
3	Técnicos e Ingenieros	18
4	Técnicos e Ingenieros	30
5	Técnicos e Ingenieros	42
6	Ingenieros	10
7	Ingenieros	18

8	Ingenieros	20
9	Técnicos	12
10	Técnicos	24

TABLA 3: Horario y frecuencia del seminario.

En la tabla 3 se representa el horario y frecuencia de los seminarios de alta especialización, que ayudará a definir las características de preferencia que tendrá el seminario. Así mismo contribuirá para visualizar el impacto, características y condiciones requeridas de los 10 seminarios dedicados a la capacitación de profesionales del HVAC-R.

N°	HORARIO	FRECUENCIA
1	Noche	Día de semana
2	Noche	Día de semana
3	Noche	Día de semana
4	Noche	Día de semana
5	Noche	Día de semana

6	Noche	Día de semana
7	Noche	Día de semana
8	Mañana	Fin de semana
9	Mañana	Fin de semana
10	Mañana	Fin de semana

TABLA 4: Modalidad Presencial o Virtual.

En la tabla 4 se representan los seminarios y la modalidad en que está dictada la capacitación de técnicos e ingenieros, información que ayudará a definir las condiciones estructurales necesarias para los seminarios de alta especialización, el cual según muestra la tabla, debe poseer modalidad presencial o virtual para una adecuada difusión de los temas a tratar en estos seminarios.

N°	MODALIDAD	USO
1	Virtual	Técnicos e Ingenieros
2	Virtual	Técnicos e Ingenieros

3	Virtual	Técnicos e Ingenieros
4	Virtual	Técnicos e Ingenieros
5	Virtual	Técnicos e Ingenieros
6	Virtual	Técnicos e Ingenieros
7	Virtual	Técnicos e Ingenieros
8	Virtual	Técnicos e Ingenieros
9	Virtual	Técnicos e Ingenieros
10	Presencial	Técnicos

TABLA 5: Vacantes y modalidad.

En la tabla 5 se representan las vacantes y modalidad de los seminarios, información que ayudará a definir si las capacitaciones serán con aforo limitado o no, esto será de mucha importancia para establecer el impacto que generará el seminario dentro y fuera de las instalaciones de la ERP, Además de la tendencia exacta del seminario, validada gracias a la recurrencia, que ayudará para la verificación visual del aforo registrado en la data existente.

N°	VACANTES	MODALIDAD
1	Limitadas	Presencial
2	No Limitadas	Virtual
3	No Limitadas	Virtual
4	No Limitadas	Virtual
5	No Limitadas	Virtual
6	No Limitadas	Virtual
7	No Limitadas	Virtual
8	No Limitadas	Virtual
9	No Limitadas	Virtual
10	No Limitadas	Virtual

Seminarios facultados para el aprendizaje del HVAC-R

Al igual que la data correspondiente a los seminarios en la modalidad de presencial o virtual, existen actualmente 18 seminarios facultados para la enseñanza de técnicos o ingenieros, de los cuales sólo 12 seminarios cumplen con un uso y horas de aprendizaje de entre 10 horas y 42 horas. Características propias de las expectativas de los técnicos o ingenieros dedicados a la climatización, según la data registrada por la Escuela de Refrigeración del Perú.

TABLA 6: Lista de 12 seminarios que cumplen con las horas mínimas y máximas.

En la tabla 6 se presentan los 12 seminarios cuyas horas totales de aprendizaje, están dentro del mínimo y máximo requeridos por los usuarios de seminarios HVAC-R, en base a las características de las horas de enseñanza de los seminarios dedicados a la capacitación de técnicos e ingenieros. Además de las vacantes que poseen los seminarios actualmente.

N°	OBSERVACION	HORAS	VACANTES
1	SEMINARIO 1	10	NO LIMITADAS
2	SEMINARIO 2	10	NO LIMITADAS
3	SEMINARIO 3	18	NO LIMITADAS
4	SEMINARIO 4	18	NO LIMITADAS
5	SEMINARIO 5	10	NO LIMITADAS
6	SEMINARIO 6	10	NO LIMITADAS
7	SEMINARIO 7	18	LIMITADAS
8	SEMINARIO 8	30	NO LIMITADAS
9	SEMINARIO 9	20	NO LIMITADAS
10	SEMINARIO 10	18	NO LIMITADAS
11	SEMINARIO 11	24	LIMITADAS
12	SEMINARIO 12	42	NO LIMITADAS

TABLA 7: Lista de 13 seminarios que cumplen con el número de sesiones esperadas.

En la tabla 7 se presentan 13 seminarios que cumplen con el número de sesiones esperadas por parte de los prospectos interesados en los seminarios de especialización, el cual en base a la tabla 4, deben poseer modalidad presencial o virtual para para una adecuada difusión de los temas a tratar en estos seminarios. Además, se incluyeron también aquellos seminarios que poseen modalidad semipresencial.

N°	OBSERVACION	SESIONES	VACANTES
1	SEMINARIO 1	4	NO LIMITADAS
2	SEMINARIO 2	4	NO LIMITADAS
3	SEMINARIO 3	6	NO LIMITADAS
4	SEMINARIO 4	6	LIMITADAS
5	SEMINARIO 5	4	NO LIMITADAS
6	SEMINARIO 6	4	NO LIMITADAS
7	SEMINARIO 7	6	NO LIMITADAS
8	SEMINARIO 8	6	LIMITADAS
9	SEMINARIO 9	10	NO LIMITADAS
10	SEMINARIO 10	8	NO LIMITADAS
11	SEMINARIO 11	6	NO LIMITADAS
12	SEMINARIO 12	8	LIMITADAS
13	SEMINARIO 13	14	NO LIMITADAS

Luego de evaluar las características más apropiadas para la selección y asignación de un seminario de alta especialización en la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP).

A continuación, se muestra una tabla con las descripciones de 7 seminarios HVAC-R facultados para funcionar como seminarios de especialización, los cuales cumplen con los requerimientos necesarios, para establecer los criterios de decisión en el presente estudio de selección y asignación.

TABLA 8: Lista de 7 seminarios que cumplen con las horas y las sesiones necesarias.

En la tabla 8 se presentan 7 seminarios que cumplen con las condiciones de las tablas 6 y 7 respectivamente, las cuales comprenden las horas y las sesiones requeridas, para la selección y asignación de seminarios en la ERP.

N°	OBSERVACION	HORAS	SESIONES	VACANTES
1	SEMINARIO 1	42	14	NO LIMITADAS
2	SEMINARIO 2	10	4	NO LIMITADAS
3	SEMINARIO 3	18	6	NO LIMITADAS
4	SEMINARIO 4	20	8	NO LIMITADAS
5	SEMINARIO 5	18	6	NO LIMITADAS
6	SEMINARIO 6	30	10	NO LIMITADAS
7	SEMINARIO 7	10	4	NO LIMITADAS

TABLA 9: Definición de los criterios para la selección y asignación de seminarios de especialización en HVAC-R.

En la tabla 9 los seminarios validados para las capacitaciones y las horas facultadas para la enseñanza, establecieron 7 criterios de decisión, por medio de los cuales, se construirá un árbol de jerarquías con el objetivo principal, los criterios y alternativas que serán utilizadas para la construcción del modelo AHP del presente estudio.

Criterios	Codificación	Definición
Horas	HT	Capacidad medible de las horas existentes del seminario que cumpla con las necesidades específicas requeridas por los usuarios.
Frecuencia	FT	Capacidad medible para visualizar el impacto del seminario, para poder ser utilizado o modificado.
Número de sesiones	NS	Capacidad para proveer una estructura adecuada, para la implementación de un seminario.
Técnicos o Ingenieros	TO	Capacidad que posee el seminario actualmente, para los distintos usos comerciales específicos en HVAC-R.
Modalidad virtual o presencial	VP	Capacidad para establecer el rendimiento, productividad o intensidad, de un seminario de especialización.

Aire acondicionado o refrigeración	AR	Capacidad para definir si el seminario es atractivo y visible, para establecer si no tiene impedimentos para ser elegido por los técnicos o ingenieros.
Costo	CT	Capacidad medible, para establecer la perspectiva del valor del seminario en función a las horas o sesiones que pueda tener.

TABLA 10: Escala ordinal para la comparación de los criterios.

En la tabla 10, se presenta la escala de Saaty, para las comparaciones relativas de los criterios de la Tabla 9.

Escala verbal	Igual importancia	Moderadamente más importante que el otro	Fuertemente más importante que el otro	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro	Importancia extrema de un elemento frente al otro
Explicación	Dos actividades por igual contribuyen al mismo objetivo	El juicio y la experiencia de un elemento están a favor sobre otro elemento	Es fuertemente favorecido Un elemento sobre otro	Un elemento es muy dominante sobre el otro elemento	Un elemento es favorecido sobre otro, en al menos un orden de magnitud
La escala numérica	1	3	5	7	9
El Recíproco	1	1/3	1/5	1/7	1/9

Modelamiento (Aplicación de la herramienta).

El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), aplicado a la selección y asignación de seminarios de especialización en La Escuela de Refrigeración del Perú.

El análisis para la propuesta jerárquica, se realizará a través de las siguientes etapas:

Etapa I: Se inicia con la elaboración de una matriz de decisión.

En base a los 7 criterios establecidos en la Tabla 9, para la selección y asignación de seminarios y la escala de Saaty establecida en la Tabla 10. Siendo que se realizó un análisis por pares, con lo cual se pudo comparar la importancia de cada criterio, par a par, de manera tal, que los criterios verticalmente establecidos contra los criterios horizontalmente establecidos, fueron de la siguiente manera:

TABLA 11: Tabla comparativa para el grupo de criterios, para valorar la selección y asignación.

En la tabla 11, se presenta la comparativa de los criterios de la Tabla 9, para evaluar la selección y asignación de seminarios de especialización.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
HT	1	7	9	5	9	3	1
FT	1/7	1	1	2	1	1	1/7
NS	1/9	1	1	1	1	3	1/2
TO	1/5	1/2	1	1	1	1	1/7
VP	1/9	1	1	1	1	2	1/7
AR	1/3	1	1/3	1	1/2	1	1/3
CT	1	7	2	7	7	3	1

En el presente trabajo se consideró que la frecuencia (FT), número de sesiones (NS), modalidad virtual o presencial (VP), aire acondicionado o refrigeración (AR), tienen la misma importancia con un valor igual a 1 para la selección y asignación de seminarios de especialización. En tanto que; se consideró también, que las horas (HT) es igual de importante que el costo del seminario (CT) con un valor intermedio igual a 1. También se observa que las horas (HT) es mucho más importante que la frecuencia (FT) con un

valor igual a 7, siendo que, las horas (HT) también tienen una mayor importancia que el número de sesiones (NS) con un valor igual a 9. Igualmente, se decidió que el costo (CT) es más importante que el uso por técnicos o ingenieros (TO) con un valor igual a 7 y que el costo del seminario (CT) tiene mayor importancia que la modalidad virtual o presencial (VP) con un valor igual a 7.

En la tabla 11, el valor de 1 indica que dos criterios comparados tienen la misma preferencia para los pares. Y los valores de $1/9$, $1/7$, $1/5$, $1/3$, $1/2$ corresponden a los inversos de los valores 9, 7, 5, 3, 2 respectivamente, esto quiere decir, que la comparación de criterios funciona en dos sentidos.

Etapla II: Se continúa con normalizar las decisiones.

Luego de realizada la comparación de los 7 criterios de la tabla 11, las valoraciones obtenidas, ahora deben ser tratadas matemáticamente, en una matriz, por lo cual se tienen que sumar cada uno de los valores obtenidos de las columnas de estas matrices, para obtener la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

TABLA 12: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones, asignadas a los criterios.

En la tabla 12, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
HT	1	7	9	5	9	3	1
FT	$1/7$	1	1	2	1	1	$1/7$
NS	$1/9$	1	1	1	1	3	$1/2$
TO	$1/5$	$1/2$	1	1	1	1	$1/7$
VP	$1/9$	1	1	1	1	2	$1/7$

AR	1/3	1	1/3	1	1/2	1	1/3
CT	1	7	2	7	7	3	1
Suma total	2.898	18.500	15.333	18.000	20.500	14.000	3.262
Media	0.414	2.643	2.190	2.571	2.929	2.000	0.466
Desviación Estandar	0.407	2.982	3.042	2.440	3.517	1.000	0.388

Seguidamente, se procede a normalizar la matriz de la tabla 11, dividiendo cada uno de los términos de cada una de las columnas de la tabla 11, por el valor obtenido de la suma total de su respectiva columna, trabajada en la tabla 12, obteniendo una nueva matriz.

TABLA 13: Resultados de normalizar las comparaciones por pares de los criterios para la selección y asignación.

En la tabla 13, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
HT	0.345	0.378	0.587	0.278	0.439	0.214	0.307
FT	0.049	0.054	0.065	0.111	0.049	0.071	0.044
NS	0.038	0.054	0.065	0.056	0.049	0.214	0.153
TO	0.069	0.027	0.065	0.056	0.049	0.071	0.044
VP	0.038	0.054	0.065	0.056	0.049	0.143	0.044
AR	0.115	0.054	0.022	0.056	0.024	0.071	0.102
CT	0.345	0.378	0.130	0.389	0.341	0.214	0.307

Etapa III: Se realiza el cálculo de todos los valores propios.

Una vez obtenida la nueva matriz normalizada en la tabla 13, se procede a calcular el vector de prioridad (auto vector o peso relativo) de cada uno de los criterios, el cual viene a ser, el promedio de la suma de todas las filas de los valores normalizados de cada uno de los criterios, divididos por el número de criterios de evaluación, que en este caso son 7. Considerando que la suma de estos pesos relativos debe ser igual a 1, en base a lo propuesto por Saaty (1990, 1994).

TABLA 14: Resultados de La suma de cada vector relativo de los criterios para la selección y asignación.

En la tabla 14, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT	Suma	Pesos relativos
HT	0.345	0.378	0.587	0.278	0.439	0.214	0.307	2.548	0.364
FT	0.049	0.054	0.065	0.111	0.049	0.071	0.044	0.444	0.063
NS	0.038	0.054	0.065	0.056	0.049	0.214	0.153	0.630	0.090
TO	0.069	0.027	0.065	0.056	0.049	0.071	0.044	0.381	0.054
VP	0.038	0.054	0.065	0.056	0.049	0.143	0.044	0.449	0.064
AR	0.115	0.054	0.022	0.056	0.024	0.071	0.102	0.444	0.063
CT	0.345	0.378	0.130	0.389	0.341	0.214	0.307	2.105	0.301
							Total	7.000	1.000

Etapa IV: La priorización de preferencias de los criterios.

Se procede a ordenar todos los valores de los pesos relativos (vectores relativos)

TABLA 15: Resultados de jerarquizar los criterios, para evaluar la selección y asignación de seminarios de especialización.

En la tabla 15, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con el peso medido de mayor a menor. Es decir, los criterios de las horas (HT) primero, costo del seminario (CT) segundo, número de sesiones (NS) tercero, modalidad virtual o presencial (VP) cuarto, la frecuencia (FT) quinto, aire acondicionado o refrigeración (AR) sexto y uso por técnicos o ingenieros (TO) séptimo, manteniendo el orden de jerarquización.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
HT	0.345	0.378	0.587	0.278	0.439	0.214	0.307	2.548	0.364	1
FT	0.049	0.054	0.065	0.111	0.049	0.071	0.044	0.444	0.063	5
NS	0.038	0.054	0.065	0.056	0.049	0.214	0.153	0.630	0.090	3
TO	0.069	0.027	0.065	0.056	0.049	0.071	0.044	0.381	0.054	7
VP	0.038	0.054	0.065	0.056	0.049	0.143	0.044	0.449	0.064	4
AR	0.115	0.054	0.022	0.056	0.024	0.071	0.102	0.444	0.063	6
CT	0.345	0.378	0.130	0.389	0.341	0.214	0.307	2.105	0.301	2
							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.141	0.161	0.198	0.136	0.172	0.071	0.119			

Etapa V: Calculo del máximo valor propio - lambda máximo (λ_{max}).

Es establecido como el producto de la multiplicación, de cada uno de los valores propios de pesos relativos (vectores relativos), tomados de la tabla 15, por el total de la suma de valores de la columna de cada criterio, obtenidos de la tabla 12.

TABLA 16: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 16, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 criterios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.769.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
Valores Propios (V.P)	0.364	0.063	0.090	0.054	0.064	0.063	0.301
Suma	2.898	18.500	15.333	18.000	20.500	14.000	3.262
Suma x V.P	1.055	1.173	1.379	0.979	1.314	0.889	0.981
Maximo valor propio	7.769						

Etapa VI: Consistencia de las decisiones.

Se debe determinar si las decisiones han logrado ser consistentes en las evaluaciones. Y siguiendo el método de Saaty (2001, 2009), con los valores obtenidos de las tablas 15 y 16, se procederá a calcular los indicadores en base a todas las ecuaciones planteadas por Saaty.

TABLA 17: Indicadores de los criterios para evaluar la selección y asignación de seminarios de especialización.

En la tabla 17, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), en base al argumento de Saaty, que plantea que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes y se encuentran dentro de los límites recomendados, y se establece que, se debe continuar con el proceso (siguiente etapa).

La razón de consistencia (RC) para este estudio, es de 0.091 y, como es inferior a 0.1,

se puede continuar con la etapa siguiente.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.128
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.091

Etapa VII: Comparación de los seminarios.

Finalmente, En el caso de que, la razón de consistencia sea inferior a 0.1, se procederá a comparar cada uno de los 7 seminarios que calificaron para la selección y asignación de seminarios de especialización, comparándolos con cada uno de los criterios, y siguiendo el mismo procedimiento de las etapas I y V anteriormente descritas, asignándoles puntajes, normalizando la matriz, llegando a la columna de priorización y a la jerarquización (importancia conforme a los criterios de estudio establecidos para el presente estudio de selección y asignación).

Comparación de los 7 seminarios que calificaron para la selección y asignación de seminarios respecto a cada uno de los criterios.

A continuación, se compararán cada uno de los 7 seminarios respecto a un criterio de estudio establecido, siguiendo el procedimiento de las etapas I, II, III, IV, V y VI asignando puntajes, normalizando la matriz, columna de priorización y la jerarquización.

TABLA 18: Criterio – Horas.

En la tabla 18, se presenta la comparativa de los 7 seminarios, para evaluar la comparativa, respecto al criterio horas dictadas.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	2	0.11	3.00	5.00	5.00	0.50

B	1/2	1	0.33	2.00	3.00	3.00	0.33
C	9	3	1	5.00	7.00	7.00	3.00
D	1/3	1/2	0.20	1	2.00	2.00	0.50
E	1/5	1/3	0.14	0.50	1	1.00	0.20
F	1/5	1/3	0.14	0.50	1.00	1	0.14
G	2	3	0.33	2.00	5.00	7.00	1

TABLA 19: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones.

En la tabla 19, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar para cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	2	0.11	3.00	5.00	5.00	0.50
B	1/2	1	0.33	2.00	3.00	3.00	0.33
C	9	3	1	5.00	7.00	7.00	3.00
D	1/3	1/2	0.20	1	2.00	2.00	0.50
E	1/5	1/3	0.14	0.50	1	1.00	0.20
F	1/5	1/3	0.14	0.50	1.00	1	0.14
G	2	3	0.33	2.00	5.00	7.00	1
Suma total	13.233	10.167	2.263	14.000	24.000	26.000	5.676
Media	1.890	1.452	0.323	2.000	3.429	3.714	0.811
Desviación Estandar	3.200	1.205	0.312	1.607	2.299	2.628	1.006

TABLA 20: Resultados de la normalización de las comparaciones por pares.

En la tabla 20, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0.076	0.197	0.049	0.214	0.208	0.192	0.088
B	0.038	0.098	0.147	0.143	0.125	0.115	0.059
C	0.680	0.295	0.442	0.357	0.292	0.269	0.529
D	0.025	0.049	0.088	0.071	0.083	0.077	0.088
E	0.015	0.033	0.063	0.036	0.042	0.038	0.035
F	0.015	0.033	0.063	0.036	0.042	0.038	0.025
G	0.151	0.295	0.147	0.143	0.208	0.269	0.176

TABLA 21: Resultados de La suma de cada vector relativo.

En la tabla 21, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos
A	0.076	0.197	0.049	0.214	0.208	0.192	0.088	1.024	0.146
B	0.038	0.098	0.147	0.143	0.125	0.115	0.059	0.725	0.104
C	0.680	0.295	0.442	0.357	0.292	0.269	0.529	2.864	0.409
D	0.025	0.049	0.088	0.071	0.083	0.077	0.088	0.483	0.069
E	0.015	0.033	0.063	0.036	0.042	0.038	0.035	0.262	0.037

F	0.015	0.033	0.063	0.036	0.042	0.038	0.025	0.252	0.036
G	0.151	0.295	0.147	0.143	0.208	0.269	0.176	1.390	0.199
							Total	7.000	1.000

TABLA 22: Resultados de la jerarquización de los criterios.

En la tabla 22, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con, el peso calculado de mayor a menor.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
A	0.076	0.197	0.049	0.214	0.208	0.192	0.088	1.024	0.146	3
B	0.038	0.098	0.147	0.143	0.125	0.115	0.059	0.725	0.104	4
C	0.680	0.295	0.442	0.357	0.292	0.269	0.529	2.864	0.409	1
D	0.025	0.049	0.088	0.071	0.083	0.077	0.088	0.483	0.069	5
E	0.015	0.033	0.063	0.036	0.042	0.038	0.035	0.262	0.037	6
F	0.015	0.033	0.063	0.036	0.042	0.038	0.025	0.252	0.036	7
G	0.151	0.295	0.147	0.143	0.208	0.269	0.176	1.390	0.199	2
							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.242	0.118	0.138	0.115	0.096	0.101	0.177			

TABLA 23: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 23, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 seminarios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.843.

	A	B	C	D	E	F	G
Valores Propios (V.P)	0.146	0.104	0.409	0.069	0.037	0.036	0.199
Suma	13.233	10.167	2.263	14.000	24.000	26.000	5.676
Suma x V.P	1.937	1.054	0.926	0.965	0.899	0.936	1.127
Maximo valor propio	7.843						

TABLA 24: Consistencia de las decisiones.

En la tabla 24, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), En base al argumento de Saaty de que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes están dentro de los límites recomendados.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.140
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.099

TABLA 25: Criterio – Frecuencia.

En la tabla 25, se presenta la comparativa de los 7 seminarios, para evaluar la comparativa, respecto al criterio frecuencia de los seminarios.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	3	0.20	0.50	2	5	5
B	0.33	1	0.14	0.50	0.50	3	3
C	5.00	7.00	1	5	7	7	7
D	2.00	2.00	0.20	1	2	5	5

E	0.50	2.00	0.14	0.50	1	3	3
F	0.20	0.33	0.14	0.20	0.33	1	1
G	0.20	0.33	0.14	0.20	0.33	1.00	1

TABLA 26: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones.

En la tabla 26, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	3	0.20	0.50	2	5	5
B	0.33	1	0.14	0.50	0.50	3	3
C	5.00	7.00	1	5	7	7	7
D	2.00	2.00	0.20	1	2	5	5
E	0.50	2.00	0.14	0.50	1	3	3
F	0.20	0.33	0.14	0.20	0.33	1	1
G	0.20	0.33	0.14	0.20	0.33	1.00	1
Suma total	9.233	15.667	1.971	7.900	13.167	25.000	25.000
Media	1.319	2.238	0.282	1.129	1.881	3.571	3.571
Desviación Estandar	1.745	2.315	0.318	1.728	2.370	2.225	2.225

TABLA 27: Resultados de la normalización de las comparaciones por pares.

En la tabla 27, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0.108	0.191	0.101	0.063	0.152	0.200	0.200
B	0.036	0.064	0.072	0.063	0.038	0.120	0.120
C	0.542	0.447	0.507	0.633	0.532	0.280	0.280
D	0.217	0.128	0.101	0.127	0.152	0.200	0.200
E	0.054	0.128	0.072	0.063	0.076	0.120	0.120
F	0.022	0.021	0.072	0.025	0.025	0.040	0.040
G	0.022	0.021	0.072	0.025	0.025	0.040	0.040

TABLA 28: Resultados de La suma de cada vector relativo.

En la tabla 28, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos
A	0.108	0.191	0.101	0.063	0.152	0.200	0.200	1.016	0.145
B	0.036	0.064	0.072	0.063	0.038	0.120	0.120	0.514	0.073
C	0.542	0.447	0.507	0.633	0.532	0.280	0.280	3.220	0.460
D	0.217	0.128	0.101	0.127	0.152	0.200	0.200	1.124	0.161

E	0.054	0.128	0.072	0.063	0.076	0.120	0.120	0.634	0.091
F	0.022	0.021	0.072	0.025	0.025	0.040	0.040	0.246	0.035
G	0.022	0.021	0.072	0.025	0.025	0.040	0.040	0.246	0.035
							Total	7.000	1.000

TABLA 29: Resultados de la jerarquización de los criterios.

En la tabla 29, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con el peso calculado de mayor a menor.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
A	0.108	0.191	0.101	0.063	0.152	0.200	0.200	1.016	0.145	3
B	0.036	0.064	0.072	0.063	0.038	0.120	0.120	0.514	0.073	5
C	0.542	0.447	0.507	0.633	0.532	0.280	0.280	3.220	0.460	1
D	0.217	0.128	0.101	0.127	0.152	0.200	0.200	1.124	0.161	2
E	0.054	0.128	0.072	0.063	0.076	0.120	0.120	0.634	0.091	4
F	0.022	0.021	0.072	0.025	0.025	0.040	0.040	0.246	0.035	6
G	0.022	0.021	0.072	0.025	0.025	0.040	0.040	0.246	0.035	7
							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.189	0.148	0.161	0.219	0.180	0.089	0.089			

TABLA 30: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 30, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 seminarios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.615.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
Valores Propios (V.P)	0.145	0.073	0.460	0.161	0.091	0.035	0.035
Suma	9.233	15.667	1.971	7.900	13.167	25.000	25.000
Suma x V.P	1.341	1.150	0.907	1.269	1.192	0.879	0.879
Maximo valor propio	7.615						

TABLA 31: Consistencia de las decisiones.

En la tabla 31, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), En base al argumento de Saaty de que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes y están dentro de los límites recomendados.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / n - 1$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.102
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.072

TABLA 32: Criterio – Número de sesiones.

En la tabla 32, se presenta la comparativa de los 7 seminarios, para evaluar la comparativa, respecto al número de sesiones.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	2	2	1/2	3	3
B	1	1	1	2	1/2	3	3
C	1/2	1	1	1	1/3	2	2
D	1/2	1/2	1	1	1/3	2	2
E	2	2	3	3	1	3	1
F	1/3	1/3	1/2	1/2	1/3	1	1
G	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	1

TABLA 33: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones.

En la tabla 33, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	2	2	1/2	3	3
B	1	1	1	2	1/2	3	3
C	1/2	1	1	1	1/3	2	2
D	1/2	1/2	1	1	1/3	2	2
E	2	2	3	3	1	3	1

F	1/3	1/3	1/2	1/2	1/3	1	1
G	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	1
Suma total	5.667	6.167	9.000	10.000	4.000	15.000	13.000
Media	0.810	0.881	1.286	1.429	0.571	2.143	1.857
Desviación Estandar	0.597	0.583	0.906	0.932	0.302	0.900	0.900

TABLA 34: Resultados de la normalización de las comparaciones por pares.

En la tabla 34, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0.176	0.162	0.222	0.200	0.125	0.200	0.231
B	0.176	0.162	0.111	0.200	0.125	0.200	0.231
C	0.088	0.162	0.111	0.100	0.083	0.133	0.154
D	0.088	0.081	0.111	0.100	0.083	0.133	0.154
E	0.353	0.324	0.333	0.300	0.250	0.200	0.077
F	0.059	0.054	0.056	0.050	0.083	0.067	0.077
G	0.059	0.054	0.056	0.050	0.250	0.067	0.077

TABLA 35: Resultados de La suma de cada vector relativo.

En la tabla 35, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos
A	0.176	0.162	0.222	0.200	0.125	0.200	0.231	1.317	0.188
B	0.176	0.162	0.111	0.200	0.125	0.200	0.231	1.206	0.172
C	0.088	0.162	0.111	0.100	0.083	0.133	0.154	0.832	0.119
D	0.088	0.081	0.111	0.100	0.083	0.133	0.154	0.751	0.107
E	0.353	0.324	0.333	0.300	0.250	0.200	0.077	1.838	0.263
F	0.059	0.054	0.056	0.050	0.083	0.067	0.077	0.445	0.064
G	0.059	0.054	0.056	0.050	0.250	0.067	0.077	0.612	0.087
							Total	7.000	1.000

TABLA 36: Resultados de la jerarquización de los criterios.

En la tabla 36, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con el peso calculado, de mayor a menor.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
A	0.176	0.162	0.222	0.200	0.125	0.200	0.231	1.317	0.188	2
B	0.176	0.162	0.111	0.200	0.125	0.200	0.231	1.206	0.172	3
C	0.088	0.162	0.111	0.100	0.083	0.133	0.154	0.832	0.119	4
D	0.088	0.081	0.111	0.100	0.083	0.133	0.154	0.751	0.107	5
E	0.353	0.324	0.333	0.300	0.250	0.200	0.077	1.838	0.263	1
F	0.059	0.054	0.056	0.050	0.083	0.067	0.077	0.445	0.064	7
G	0.059	0.054	0.056	0.050	0.250	0.067	0.077	0.612	0.087	6

							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.105	0.095	0.101	0.093	0.076	0.060	0.069			

TABLA 37: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 37, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 seminarios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.411.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
Valores Propios (V.P)	0.188	0.172	0.119	0.107	0.263	0.064	0.087
Suma	5.667	6.167	9.000	10.000	4.000	15.000	13.000
Suma x V.P	1.066	1.062	1.070	1.073	1.050	0.954	1.137
Maximo valor propio	7.411						

TABLA 38: Consistencia de las decisiones.

En la tabla 38, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), En base al argumento de Saaty de que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes y están dentro de los límites recomendados.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / n - 1$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.069
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.048

TABLA 39: Criterio – Técnicos o ingenieros.

En la tabla 39, se presenta la comparativa de los 7 seminarios, para evaluar la comparativa, respecto al criterio uso por técnicos o ingenieros.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5
B	3	1	1/3	1	1	1/3	1/3
C	3	3	1	3	3	1/5	1/5
D	3	1	1/3	1	1	1/3	1/3
E	3	1	1/3	1	1	1/3	1/3
F	5	3	5	3	3	1	1
G	5	3	5	3	3	1	1

TABLA 40: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones.

En la tabla 40, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/5
B	3	1	1/3	1	1	1/3	1/3
C	3	3	1	3	3	1/5	1/5
D	3	1	1/3	1	1	1/3	1/3
E	3	1	1/3	1	1	1/3	1/3
F	5	3	5	3	3	1	1

G	5	3	5	3	3	1	1
Suma total	23.000	12.333	12.333	12.333	12.333	3.400	3.400
Media	3.286	1.762	1.762	1.762	1.762	0.486	0.486
Desviación Estandar	1.380	1.182	2.225	1.182	1.182	0.356	0.356

TABLA 41: Resultados de la normalización de las comparaciones por pares.

En la tabla 41, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0.043	0.027	0.027	0.027	0.027	0.059	0.059
B	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098
C	0.130	0.243	0.081	0.243	0.243	0.059	0.059
D	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098
E	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098
F	0.217	0.243	0.405	0.243	0.243	0.294	0.294
G	0.217	0.243	0.405	0.243	0.243	0.294	0.294

TABLA 42: Resultados de La suma de cada vector relativo.

En la tabla 42, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos
A	0.043	0.027	0.027	0.027	0.027	0.059	0.059	0.269	0.038
B	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098	0.597	0.085
C	0.130	0.243	0.081	0.243	0.243	0.059	0.059	1.059	0.151
D	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098	0.597	0.085
E	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098	0.597	0.085
F	0.217	0.243	0.405	0.243	0.243	0.294	0.294	1.941	0.277
G	0.217	0.243	0.405	0.243	0.243	0.294	0.294	1.941	0.277
							Total	7.000	1.000

TABLA 43: Resultados de la jerarquización de los criterios.

En la tabla 43, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con el peso calculado, de mayor a menor.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
A	0.043	0.027	0.027	0.027	0.027	0.059	0.059	0.269	0.038	7
B	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098	0.597	0.085	4
C	0.130	0.243	0.081	0.243	0.243	0.059	0.059	1.059	0.151	3

D	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098	0.597	0.085	5
E	0.130	0.081	0.027	0.081	0.081	0.098	0.098	0.597	0.085	6
F	0.217	0.243	0.405	0.243	0.243	0.294	0.294	1.941	0.277	1
G	0.217	0.243	0.405	0.243	0.243	0.294	0.294	1.941	0.277	2
							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.060	0.096	0.180	0.096	0.096	0.105	0.105			

TABLA 44: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 44, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 seminarios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.790.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
Valores Propios (V.P)	0.038	0.085	0.151	0.085	0.085	0.277	0.277
Suma	23.000	12.333	12.333	12.333	12.333	3.400	3.400
Suma x V.P	0.885	1.051	1.866	1.051	1.051	0.943	0.943
Maximo valor propio	7.790						

TABLA 45: Consistencia de las decisiones.

En la tabla 45, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), En base al argumento de Saaty, de que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes y están dentro de los límites recomendados.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / n - 1$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.132
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.093

TABLA 46: Criterio – Virtual o presencial.

En la tabla 46, se presenta la comparativa de los 7 seminarios, para evaluar la comparativa, respecto al criterio modalidad virtual o presencial.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1
B	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1
C	3	3	1	1	1	3	3
D	3	3	1	1	1	3	3
E	3	3	1	1	1	3	3
F	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1
G	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1

TABLA 47: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones.

En la tabla 47, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1
B	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1
C	3	3	1	1	1	3	3
D	3	3	1	1	1	3	3
E	3	3	1	1	1	3	3
F	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1
G	1	1	1/3	1/3	1/3	1	1
Suma total	13.000	13.000	4.333	4.333	4.333	13.000	13.000
Media	1.857	1.857	0.619	0.619	0.619	1.857	1.857
Desviación Estandar	1.069	1.069	0.356	0.356	0.356	1.069	1.069

TABLA 48: Resultados de la normalización de las comparaciones por pares.

En la tabla 48, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
B	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
C	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231
D	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231
E	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231

F	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
G	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077

TABLA 49: Resultados de La suma de cada vector relativo.

En la tabla 49, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos
A	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077
B	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077
C	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	1.615	0.231
D	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	1.615	0.231
E	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	1.615	0.231
F	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077
G	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077
							Total	7.000	1.000

TABLA 50: Resultados de la jerarquización de los criterios.

En la tabla 50, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con el peso calculado de mayor a menor.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
A	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077	4
B	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077	5
C	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	1.615	0.231	1
D	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	1.615	0.231	2
E	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	1.615	0.231	3
F	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077	6
G	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.538	0.077	7
							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082			

TABLA 51: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 51, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 seminarios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.000.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
Valores Propios (V.P)	0.077	0.077	0.231	0.231	0.231	0.077	0.077
Suma	13.000	13.000	4.333	4.333	4.333	13.000	13.000
Suma x V.P	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Maximo valor propio	7.000						

TABLA 52: Consistencia de las decisiones.

En la tabla 52, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), En base al argumento de Saaty de que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes y están dentro de los límites recomendados.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / n - 1$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.000
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.000

TABLA 53: Criterio – Aire acondicionado o refrigeración.

En la tabla 53, se presenta la comparativa de los 7 seminarios, para evaluar la comparativa, respecto al criterio para definir si es aire acondicionado o refrigeración.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	5	1	3	3	1	1
B	1/5	1	1/3	2	3	1/3	1/3
C	1	3	1	3	3	3	3
D	1/3	1/2	1/3	1	2	2	1/2
E	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1/2	1/2
F	1	3	1/3	1/2	2	1	1
G	1	3	1/3	2	2	1	1

TABLA 54: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones.

En la tabla 54, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	5	1	3	3	1	1
B	1/5	1	1/3	2	3	1/3	1/3
C	1	3	1	3	3	3	3
D	1/3	1/2	1/3	1	2	2	1/2
E	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1/2	1/2
F	1	3	1/3	1/2	2	1	1
G	1	3	1/3	2	2	1	1
Suma total	4.867	15.833	3.667	12.000	16.000	8.833	7.333
Media	0.695	2.262	0.524	1.714	2.286	1.262	1.048
Desviación Estandar	0.383	1.710	0.325	1.075	0.756	0.932	0.906

TABLA 55: Resultados de la normalización de las comparaciones por pares.

En la tabla 55, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0.205	0.316	0.273	0.250	0.188	0.113	0.136
B	0.041	0.063	0.091	0.167	0.188	0.038	0.045
C	0.205	0.189	0.273	0.250	0.188	0.340	0.409
D	0.068	0.032	0.091	0.083	0.125	0.226	0.068
E	0.068	0.021	0.091	0.042	0.063	0.057	0.068
F	0.205	0.189	0.091	0.042	0.125	0.113	0.136
G	0.205	0.189	0.091	0.167	0.125	0.113	0.136

TABLA 56: Resultados de La suma de cada vector relativo.

En la tabla 56, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos
A	0.205	0.316	0.273	0.250	0.188	0.113	0.136	1.481	0.212
B	0.041	0.063	0.091	0.167	0.188	0.038	0.045	0.633	0.090
C	0.205	0.189	0.273	0.250	0.188	0.340	0.409	1.854	0.265
D	0.068	0.032	0.091	0.083	0.125	0.226	0.068	0.694	0.099
E	0.068	0.021	0.091	0.042	0.063	0.057	0.068	0.409	0.058
F	0.205	0.189	0.091	0.042	0.125	0.113	0.136	0.902	0.129
G	0.205	0.189	0.091	0.167	0.125	0.113	0.136	1.027	0.147
							Total	7.000	1.000

TABLA 57: Resultados de la jerarquización de los criterios.

En la tabla 57, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con el peso calculado de mayor a menor.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
A	0.205	0.316	0.273	0.250	0.188	0.113	0.136	1.481	0.212	2
B	0.041	0.063	0.091	0.167	0.188	0.038	0.045	0.633	0.090	6
C	0.205	0.189	0.273	0.250	0.188	0.340	0.409	1.854	0.265	1
D	0.068	0.032	0.091	0.083	0.125	0.226	0.068	0.694	0.099	5
E	0.068	0.021	0.091	0.042	0.063	0.057	0.068	0.409	0.058	7
F	0.205	0.189	0.091	0.042	0.125	0.113	0.136	0.902	0.129	4
G	0.205	0.189	0.091	0.167	0.125	0.113	0.136	1.027	0.147	3
							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.079	0.108	0.089	0.090	0.047	0.106	0.124			

TABLA 58: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 58, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 predios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.771.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
Valores Propios (V.P)	0.212	0.090	0.265	0.099	0.058	0.129	0.147
Suma	4.867	15.833	3.667	12.000	16.000	8.833	7.333
Suma x V.P	1.030	1.431	0.971	1.190	0.936	1.138	1.076

Maximo valor propio	7.771						
---------------------	-------	--	--	--	--	--	--

TABLA 59: Consistencia de las decisiones.

En la tabla 59, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), En base al argumento de Saaty de que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes y están dentro de los límites recomendados.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / n - 1$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.129
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.091

TABLA 60: Criterio – Costo.

En la tabla 60, se presenta la comparativa de los 7 seminarios, para evaluar la comparativa, respecto al criterio costo del seminario.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1/2	7	5	4	3	6
B	2	1	9	9	7	3	8
C	1/7	1/9	1	1/4	1/4	1/4	1/3
D	1/5	1/9	4	1	1/2	1/3	2
E	1/4	1/7	4	2	1	1/4	1/3
F	1/3	1/3	4	3	4	1	3
G	1/6	1/8	3	1/2	3	1/3	1

TABLA 61: Sumatoria total, de las columnas de la matriz de valoraciones.

En la tabla 61, se presenta la sumatoria total y la desviación estándar, para cada columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	1	1/2	7	5	4	3	6
B	2	1	9	9	7	3	8
C	1/7	1/9	1	1/4	1/4	1/4	1/3
D	1/5	1/9	4	1	1/2	1/3	2
E	1/4	1/7	4	2	1	1/4	1/3
F	1/3	1/3	4	3	4	1	3
G	1/6	1/8	3	1/2	3	1/3	1
Suma total	4.093	2.323	32.000	20.750	19.750	8.167	20.667
Media	0.585	0.332	4.571	2.964	2.821	1.167	2.952
Desviación Estandar	0.691	0.329	2.637	3.131	2.435	1.279	2.978

TABLA 62: Resultados de la normalización de las comparaciones por pares.

En la tabla 62, se presenta una matriz normalizada, obtenida de dividir cada término de cada columna con la suma total de su respectiva columna.

	A	B	C	D	E	F	G
A	0.244	0.215	0.219	0.241	0.203	0.367	0.290
B	0.489	0.430	0.281	0.434	0.354	0.367	0.387

C	0.035	0.048	0.031	0.012	0.013	0.031	0.016
D	0.049	0.048	0.125	0.048	0.025	0.041	0.097
E	0.061	0.061	0.125	0.096	0.051	0.031	0.016
F	0.081	0.143	0.125	0.145	0.203	0.122	0.145
G	0.041	0.054	0.094	0.024	0.152	0.041	0.048

TABLA 63: Resultados de La suma de cada vector relativo.

En la tabla 63, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo).

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos
A	0.244	0.215	0.219	0.241	0.203	0.367	0.290	1.779	0.254
B	0.489	0.430	0.281	0.434	0.354	0.367	0.387	2.743	0.392
C	0.035	0.048	0.031	0.012	0.013	0.031	0.016	0.185	0.026
D	0.049	0.048	0.125	0.048	0.025	0.041	0.097	0.433	0.062
E	0.061	0.061	0.125	0.096	0.051	0.031	0.016	0.441	0.063
F	0.081	0.143	0.125	0.145	0.203	0.122	0.145	0.965	0.138
G	0.041	0.054	0.094	0.024	0.152	0.041	0.048	0.453	0.065
							Total	7.000	1.000

TABLA 64: Resultados de la jerarquización de los criterios.

En la tabla 64, se presenta una matriz normalizada, con la suma total de cada fila y su peso relativo (auto vector o vector relativo) de acuerdo con el peso calculado de mayor a menor.

	A	B	C	D	E	F	G	Suma	Pesos relativos	Jerarquización
A	0.244	0.215	0.219	0.241	0.203	0.367	0.290	1.779	0.254	2
B	0.489	0.430	0.281	0.434	0.354	0.367	0.387	2.743	0.392	1
C	0.035	0.048	0.031	0.012	0.013	0.031	0.016	0.185	0.026	7
D	0.049	0.048	0.125	0.048	0.025	0.041	0.097	0.433	0.062	6
E	0.061	0.061	0.125	0.096	0.051	0.031	0.016	0.441	0.063	5
F	0.081	0.143	0.125	0.145	0.203	0.122	0.145	0.965	0.138	3
G	0.041	0.054	0.094	0.024	0.152	0.041	0.048	0.453	0.065	4
							Total	7.000	1.000	
Media	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143			
Desviación Estandar	0.169	0.142	0.082	0.151	0.123	0.157	0.144			

TABLA 65: El máximo valor propio λ_{max} .

En la tabla 65, se presenta el máximo valor propio extraído, de la suma de todos los máximos valores propios, calculados para cada uno de los 7 seminarios.

El máximo valor propio λ_{max} para este estudio es de 7.791.

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT
Valores Propios (V.P)	0.254	0.392	0.026	0.062	0.063	0.138	0.065
Suma	4.093	2.323	32.000	20.750	19.750	8.167	20.667
Suma x V.P	1.040	0.910	0.848	1.283	1.245	1.125	1.339
Maximo valor propio	7.791						

TABLA 66: Consistencia de las decisiones.

En la tabla 66, se presenta el resultado de la importancia de la razón de la consistencia (RC), En base al argumento de Saaty de que cuando la razón de consistencia es inferior a 0.1, esto es indicativo de que los juicios son consistentes y están dentro de los límites recomendados.

Indicador	Ecuaciones	Valor Calculado
Índice de consistencia geométrico (IC), de las respuestas de las decisiones tomadas	$IC = (\lambda_{max} - n) / n - 1$ λ_{max} es la sumatoria de los índices de consistencia geométricos (IC), de cada uno de los criterios evaluados	0.132
Índice de consistencia aleatorio (IA)	$IA = (1.98 (n - 2)) / n$	1.414
Razón de Consistencia (RC)	$RC = IC / IA$	0.093

TABLA 67: Matriz de comparación, de los seminarios validados en términos de los criterios seleccionados.

En la tabla 67, se presenta la clasificación relativa que demuestra que el peso de los seminarios validados A, B, C, D, E, F y G son (0.165, 0.126, 0.143, 0.144, 0.109, 0.168 y 0.155 respectivamente).

	HT	FT	NS	TO	VP	AR	CT	Normalización	% de Importancia	Jerarquización
A	0.146	0.104	0.409	0.069	0.037	0.036	0.199	0.165	16.5%	2
B	0.145	0.073	0.460	0.161	0.091	0.035	0.035	0.126	12.6%	6
C	0.188	0.172	0.119	0.107	0.263	0.064	0.087	0.143	14.3%	5
D	0.038	0.085	0.151	0.085	0.085	0.277	0.277	0.144	14.4%	4
E	0.077	0.077	0.231	0.231	0.231	0.077	0.077	0.109	10.9%	7
F	0.212	0.090	0.265	0.099	0.058	0.129	0.147	0.168	16.8%	1
G	0.254	0.392	0.026	0.062	0.063	0.138	0.065	0.155	15.5%	3

Ponderación de criterios	0.364	0.063	0.090	0.054	0.064	0.063	0.301			
Suma total	1.06	0.993	1.661	0.814	0.828	0.756	0.887			
Desviación Estandar	0.075	0.115	0.156	0.060	0.090	0.085	0.086			

Excel como herramienta de implementación:

Para el presente estudio, se utilizó el programa Excel, que es una herramienta de Microsoft Office, para el registro de los datos necesarios y para la realización de los cálculos, mediante el método del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), logrando la obtención de resultados que determinaran las conclusiones finales del modelo establecido en este estudio de selección y asignación de seminarios de especialización dirigido a técnicos e ingenieros del rubro HVAC-R en la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP).

IV. CONCLUSIONES.

Justificación.

- a. La selección y asignación mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), jugará un papel determinante, respecto a la posición competitiva y las posibilidades de éxito de la selección y asignación de seminarios de especialización, mejorando su capacidad de trabajo, fidelidad en sus clientes y con un dinamismo de la demanda (prontitud).
- b. Las contribuciones técnicas adoptadas, para el bienestar y progreso de la ERP, dedicada a la enseñanza del HVAC-R. Esta contribución a su vez hará que esta institución dedicada a la educación en Climatización mejore su capacidad de satisfacción en el trabajo, motivándola y orientándola a un propósito de crecimiento.
- c. El AHP, es un modelo jerárquico, que nos permite de manera eficiente, gráfica y práctica, organizar la información del problema de selección y asignación de seminarios, descomponiendo y analizando por partes la información registrada. Siendo que, la ventaja del AHP según los autores consultados en el presente estudio, es que esta herramienta, nos permite incorporar aspectos cualitativos, que muchas veces suelen quedarse fuera del análisis del caso de estudio, debido a la complejidad para poder ser medidos, pero que, pueden ser muy relevantes en este caso de estudio en particular. Además de los aspectos cuantitativos propios de una investigación analítica.
- d. El mercado en expansión de capacitaciones HVAC-R, requerirá que se deba añadir una nueva capacidad (instaurar), la cual se tendrá que seleccionar y asignar, siguiendo dos principios básicos que son, ampliar los seminarios ya existentes o crear nuevos seminarios. Así mismo, la selección y asignación están relacionadas con:
 - Las características de los nuevos seminarios.

- Las características de los seminarios existentes.
- La interacción de los nuevos seminarios.
- El enfoque educativo que se quiere dar.
- Presupuestos limitados y sujetos a un control de costos.

Dicho esto, la selección y asignación de seminarios probables para la capacitación de profesionales de la Climatización (HVAC-R), pueden ser comparados desde un punto de vista económico, por una estimación de costos fijos y variables, que son planteados calculando un costo representativo en cada resultado obtenido al finalizar el modelo AHP de selección y asignación de seminarios en la ERP.

Discusión de resultados.

Los resultados esperados y obtenidos que esta investigación brinda pueden ser comparadas con resultados obtenidos con otras técnicas de selección y asignación de mayor complejidad, siendo esta comparación un análisis que determinará la factibilidad de este método con un mínimo de recursos, así como de una disminución de costos para ejecutar estudios de mercado para recolección de data, siendo una diferencia marcada el empleo de esta técnica de otra de selección y asignación que suelen generar altos costos de ejecución.

Esta propuesta es una alternativa económica para la ERP con un análisis multicriterio mediante el AHP que es capaz de adaptarse a situaciones bastante diversas, empleando cálculos sencillos, consistentes y fáciles para la selección de alternativas, en función de una serie de criterios (variables).

En el presente estudio se siguió una secuencia en la cual los pasos fueron los siguientes:

- Se definió el problema.
- Se Seleccionaron las decisiones.
- Se identificaron las alternativas factibles.
- Se elaboró el modelo jerárquico.
- Se Validó la decisión.

Al finalizar el proceso AHP, el análisis permitió visualizar la sensibilidad del resultado de la clasificación obtenida, en tanto que las alternativas de decisión de la mejor selección y asignación de seminarios de alta especialización, quedaron ordenadas respecto a la importancia que se les dio a los criterios de comparación (variables de decisión).

Sin embargo, hay que tener especial cuidado al momento de utilizar el método de análisis multicriterio (AHP), puesto que, para utilizarlo, se requiere de una buena definición de los criterios y una correcta evaluación de las alternativas.

Finalmente, los 7 criterios fueron clasificados jerárquicamente, evidenciando que el criterio Costo es más importante, debido a que la decisión y valoración final de los resultados están a favor del seminario con menor costo. Al mismo tiempo el criterio horas es mucho más importante que la frecuencia, puesto que es de suma importancia mantener las horas adecuadas y conforme lo establecen las horas de aprendizaje mínimas existentes que sirvieron de referencia en el presente estudio de selección y asignación. Además, el uso dirigido al Aire Acondicionado y/o Refrigeración, también forma parte fundamental, puesto que en la decisión final esta considera a los técnicos en los cuales existe un mayor impacto positivo para la ejecución de este tipo de seminarios de especialización, siendo que en la descripción del sistema se mencionan aquellos técnicos en los cuales existe una mayor presencia de interés e inversión de los alumnos y prospectos a alumnos de la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP).

Ahora bien, una vez finalizado el modelo se evaluaron también las consistencias de las decisiones, siendo que, la razón de consistencia del resultado final fue de 0.093, que para el proceso AHP y según la recomendación de Saaty (2009), cumple con ser menor al 0.1 que es el valor al cual no se debe superar para mantener una consistencia de los resultados a la hora de evaluar la toma de decisiones, en cada una de las etapas del Proceso de Análisis Jerárquico (AHP).

Conclusión de resultados.

Los siete criterios seleccionados nos dan una referencia para poder evaluar los seminarios y uso dirigido, al Aire Acondicionado y Refrigeración, para seleccionar y asignar el mejor seminario de alta especialización en la Escuela de Refrigeración del Perú, puesto que, el procedimiento realizado en base al método AHP, fue consistente y eso hace que la toma de decisiones pueda ser tomada razonablemente en consideración para la selección y asignación más adecuada de los seminarios de alta especialización.

A continuación, se presentan las siete alternativas en orden jerárquico para la selección y asignación de seminarios de alta especialización en la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP):

ALTERNATIVA 1:

Seminario 6 con vacantes no limitadas.

ALTERNATIVA 2:

Seminario 1 con vacantes no limitadas.

ALTERNATIVA 3:

Seminario 7 con vacantes no limitadas.

ALTERNATIVA 4:

Seminario 4 con vacantes no limitadas.

ALTERNATIVA 5:

Seminario 3 con vacantes no limitadas.

ALTERNATIVA 6:

Seminario 2 con vacantes no limitadas.

ALTERNATIVA 7:

Seminario 5 con vacantes no limitadas.

V. RECOMENDACIONES.

- El mercado creciente de capacitación de especialistas de la Climatización (HVAC-R), mediante seminarios de alta especialización, requerirá añadir una nueva capacidad de respuesta para un planeamiento inmediato y de bajo costo. Cualquier organización trabaja con presupuestos limitados, con lo cual, económicamente están presionadas para controlar sus costos. Siendo esta propuesta una buena alternativa por su bajo costo de ejecución.
- La selección y asignación de seminarios de alta especialización más probables, pueden ser comparadas desde un punto de vista económico, gracias a una estimación de los costos fijos y costos variables, calculando un volumen representativo en cada seminario obtenido al finalizar el modelo.
- Esta metodología permite la formulación de problemas que incorporan el conocimiento y los juicios para que los temas involucrados estén claramente articulados, evaluados, discutidos y priorizados.
- Se recomienda emplear la herramienta AHP como un método de apoyo a la decisión de evaluar múltiples alternativas indicando las mejores entre ellas en orden de prioridad, de acuerdo con los criterios predefinidos.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]	Moreno, J. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y Aplicaciones. RECT@, 21-53.
[2]	Mogollón, R. M. A. (s. f.). EL AHP (PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO) Y SU APLICACIÓN PARA DETERMINAR LOS USOS DE LAS TIERRAS EL CASO DE BRASIL. (2), 78.
[3]	Toranzo, J. M. (s. f.). José Luis Wakabayashi Muroya (Jurado). 167.
[4]	Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia, Riaño-Luna, C. E., & Palomino-Leiva, M. L. (2015). Proceso analítico jerárquico para evaluar tres laboratorios virtuales en la educación superior. ENTRAMADO, 11(1), 194-204. https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21102
[5]	Portafolios de inversión socialmente responsables usando el método de las restricciones y la técnica multicriterio proceso analítico jerárquico. Revista EIA, 24, 71-85.
[6]	Berumen, S. A., & Llamazares Redondo, F. (2007). La utilidad de Los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. Cuadernos de Administración, 20(34), 65-87.
[7]	La mala praxis de ingeniería ACR Latinoamérica. (s. f.). Recuperado 20 de mayo de 2022, de https://www.acrlatinoamerica.com/202003135785/articulos/otros-enfoques/la-mala-praxis-de-ingenieria.html
[8]	Retos de la climatización en Latinoamérica ACR Latinoamérica. (s. f.). Recuperado 20 de mayo de 2022, de https://www.acrlatinoamerica.com/202006284834/articulos/otros-enfoques/retos-de-la-climatizacion-en-latinoamerica.html
[9]	Ordóñez, M. G., & Zabala, M. P. G. (s. f.). Selección de una metodología para evaluar y mejorar la calidad de datos utilizando AHP y TOPSIS. 14.
[10]	HAL PDF Full Text. (s. f.). Recuperado 31 de mayo de 2022, de https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01188398/document

VII. ANEXOS.

Anexo 1:

<https://www.acrlatinoamerica.com/202003135785/articulos/otros-enfoques/la-mala-praxis-de-ingenieria.html>

Anexo 2:

<https://www.acrlatinoamerica.com/202006284834/articulos/otros-enfoques/retos-de-la-climatizacion-en-latinoamerica.html>

Anexo 3:

cap3.pdf. (s. f.). Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano_hg/cap3.PDF

Anexo 4:

Riveros_vd.pdf. (s. f.). Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4365/Riveros_vd.pdf?sequence=1

Anexo 5:

Cuestionario a un Experto

Para conocer las apreciaciones acerca de las cuestiones sobre condiciones que abordan el uso de datos para la selección y asignación de seminarios de alta especialización en la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP) en esta investigación, unos expertos en el uso y aplicación de sistemas de Climatización (HVAC-R), brindan las siguientes respuestas.

1. ¿Para qué la ERP hace un registro del uso (Aire Acondicionado o Refrigeración) de los seminarios de especialización para la capacitación de profesionales (técnicos o ingenieros) dedicados al rubro del HVAC-R?
2. ¿Cómo se proporciona la información técnica sobre el uso, selección y asignación de los seminarios brindados en la Escuela de Refrigeración del Perú?
3. ¿Para qué la ERP registra el uso actual de los seminarios de especialización en una base de datos?
4. ¿En esa base de datos, cuales son las principales fuentes que la alimentan de información?
5. ¿Es posible seleccionar y asignar un seminario de especialización a partir de datos concretos como, tipo de profesional, años de experiencia y modalidad de seminarios?
6. ¿Por qué la ERP necesita del apoyo de datos actualizados de un seminario de especialización?

7. ¿Cree Ud. como experto que la información general de los seminarios de especialización juega un papel fundamental en el problema de selección y asignación en la Escuela de Refrigeración del Perú (ERP)?

8. ¿Está de acuerdo con el uso frecuente del AHP para abordar estudios futuros sobre el problema de la selección y asignación de seminarios?

Anexo 6:

ERP - Nuevo Perfil del Técnico HVAC-R

Los actuales técnicos, tenemos que continuar capacitándonos y apoyarnos divulgando consejos de calidad, conocimiento y habilidades adquiridas, entre nosotros y con los nuevos técnicos, ellos serán los nuevos profesionales HVAC-R del mañana (Ricardo Ávila, 2020).

El nuevo técnico en Aire Acondicionado y Refrigeración debe estar preparado profesionalmente para las nuevas exigencias del mercado (Charla: “NUEVO PERFIL DEL TÉCNICO HVAC-R”, octubre 2020).

Anexo 7:**Resultados obtenidos con el AHP**

SEMINARIO	MODALIDAD	VACANTES	USO	FINALIDAD	FRECUENCIA
6	Virtual	No Limitadas	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado	Día de semana
1	Virtual	No Limitadas	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado	Día de semana
7	Virtual	No Limitadas	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado	Día de semana
4	Virtual	No Limitadas	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado	Día de semana
3	Virtual	No Limitadas	Técnicos e Ingenieros	Refrigeración	Día de semana
2	Virtual	No Limitadas	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado	Día de semana
5	Virtual	No Limitadas	Técnicos e Ingenieros	Aire Acondicionado	Fin de semana

