

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Y DE SISTEMAS

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
“PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO COMO
HERRAMIENTA PARA LA GENERACIÓN DE
NUEVOS PROYECTOS INFORMÁTICOS PARA
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO”

AUTOR: Dr. Ing. Hilario Aradiel Castañeda

Período de Ejecución: Del 01 de enero 2021 al 31 de diciembre 2021

Resolución de Aprobación N° 040-2021-R

A small, handwritten signature in blue ink, appearing to be a stylized letter 'A' or similar mark.

Callao, 2021

8

DEDICATORIA
A mi querida familia por su constante apoyo

A small, handwritten signature in blue ink, located in the upper right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a single character or a very short word.

AGRADECIMIENTO

A todos las personas que han contribuido en la elaboración de esta Investigación, en especial a la Universidad Nacional del Callao, por su apoyo en la investigación



TABLAS DE CONTENIDO	4
INDICE DE FIGURAS	5
ABSTRAC	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1 Descripción de la realidad problemática	9
1.2 Formulación del problema	9
1.2.1. Problema general.....	9
1.2.2. Problemas específicos	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Temporal	11
CAPÍTULO II MARCO TEORICO.....	12
2.1 Antecedentes	12
2.1.1 Nacional.....	12
2.1.1.1. Internacional.....	14
2.2 Marco	15
2.2.1. Proceso de análisis jerarquico(AHP)	16
Variable Dependiente	36
2.1.1. Proceso de generación de Proyectos de software.....	36



CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	39
3.1 Hipótesis.....	39
Hipótesis general.....	39
CAPITULO IV	42
4.1 Situación Actual.....	42
4.2 Preparación y organización para aplicar el AHP dentro de OTIC-UNAC ...	42
4.3 Evaluación del Modelo	45
4.4.1 Emisión de juicios y evaluaciones	45
MATRICES 47	
4.4 Resultado Final	49
CAPITULO V DISEÑO METODOLOGICO.....	51
Método Hipotético Deductivo	52
53 Población y muestra Población.....	53
54 Lugar de Estudio y periodo Desarrollado	53
55 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información documental Técnicas:	53
6.1 Resultados descriptivos	58
CAPITULO VI RESULTADOS.....	58
6.2 Resultados inferenciales Prueba de Normalidad	61
CAPITULO VII DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	64
7.1 Contrastación de la hipótesis.....	64
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES.....	70
ANEXOS	82



Anexo N° 1: Matriz de Consistencia84





TABLAS DE CONTENIDO
INDICE DE TABLAS

Tabla 1:Matriz de filas y el valor promedio de la relación Ci con RI.....	19
Tabla 2. Escala de Saaty (Matemático de la Universidad de Pennsylvania, creador del AHP).....	31
Tabla 3.Tabla de Preferencias de para nivel.....	31
Tabla 4.. Matriz de criterios y alternativas.....	34
Tabla 5.Matriz de comparaciones de pares frente al costo.....	34
Tabla 6.Operacionalizacion de Variables.....	40
Tabla 7.Matrices.....	47
Tabla 8.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
Tabla 9. MEDIDAS DESCRIPTIVAS DEL INDICE DEL RENDIMIENTO DEL COSTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL PROCESO ANALISIS JERARQUICO.....	58
Tabla 10.....	60
Tabla 11. PRUEBA DE NORMALIDAD DEL INDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTO DE UN PROYECTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO.....	62
Tabla 12. PRUEBA DE NORMALIDAD DEL INDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA DE UN PROYECTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO.....	63
Tabla 13. PRUEBA DE U MANN-WHITNEY PARA DETERMINAR INDICE DEL RENDIMIENTO DEL COSTO DE UN PROYECTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO DEL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO.....	65
Tabla 14. PRUEBA DE U MANN-WHITNEY PARA DETERMINAR INDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA DE UN PROYECTO DE ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:: Matriz de Ponderaciones de cada piedra	17
Figura 2.Modelo Jerárquico para la toma de decisiones con el AHP.....	22
Figura 3.Modelo Jerárquico para Seleccionar la mejor ubicación de un local de antigüedades	25
Figura 4. Proceso de Análisis jerárquico.....	45
Figura 5. Índice de rendimiento del costo de un proyecto de antes y después de implementado del Proceso de análisis jerárquico.....	59
Figura 6. índice de Rendimiento del cronograma de un proyecto, antes y después de implementado del Proceso e análisis jerárquico.....	60



RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue generar nuevos proyectos y seleccionar a los proyectos de acuerdo a su prioridad para ello se utilizó el el proceso de análisis jerárquico (AHP) de saaty.

“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. Creemos 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” (Thomas Saaty, 1998).

La metodología usada fue seleccionar una cartera de proyectos y aplicando el AHP se obtuvo el proyecto de mayor prioridad, se evaluó dos indicadores el índice de rendimiento del costo y el índice de rendimiento del cronograma obteniendo para cada indicador un aumento significativo

El tipo de investigación fue aplicada, con un diseño cuasi-experimental. para medir el Grupo- 1 o sistema tradicional y el Grupo-2 o sistema computacional se aplicaron ficha de registro para el recojo de la información.

En conclusión, el proceso de análisis jerárquico permitió generar nuevos proyectos y seleccionar la prioridad de cada proyecto.

Palabras Clave: Proceso de análisis jerárquico, generación de proyectos, Modelo, Cronograma, costos

ABSTRAC

The main objective of the research was to generate new projects and select the projects according to their priority, for which the hierarchical analysis process (AHP) of saaty was used. “The AHP deals directly with ordered pairs of priorities of importance, preference or probability of pairs of elements based on a common attribute or criterion represented in the decision hierarchy. We believe this is the natural (but refined) method that people followed in making decisions long before utility functions were developed and before AHP was formally developed ”(Thomas Saaty, 1998).

The methodology used was to select a portfolio of projects and applying the AHP the highest priority project was obtained, two indicators were evaluated: the cost performance index and the schedule performance index, obtaining a significant increase for each indicator

The type of research was applied, with a quasi-experimental design. To measure Group-1 or traditional system and Group-2 or computer system, a registration form was applied to collect the information.

In conclusion, the hierarchical analysis process allowed generating new projects and selecting the priority of each project.

Keywords: Hierarchical analysis process, project generation, Model, Schedule, costs

INTRODUCCIÓN

Cuando se desarrolla proyectos de software o de tecnología existen varios factores críticos, muchos de estos factores son muy complejos para medirlos, especialmente cuando las actividades son construidas por la mente humana, uno de los factores difíciles de cuantificar es la construcción del software y medir sus tareas.

El principal objetivo fue aplicar el proceso de análisis jerárquico para medir, cuantificar cada prioridad de los proyectos para luego seleccionar el proyecto de mayor prioridad en la Universidad Nacional del Callao.

Es importante la presente investigación, teniendo en cuenta que beneficiara en forma directa a toda la comunidad universitaria de la universidad nacional del callao.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Debido a la emergencia sanitaria en el Perú producida por el covid-19, la Universidad Nacional del Callao (UNAC) ha establecido un periodo de enseñanza remota de emergencia, considerando la modalidad virtual en algunas asignaturas del plan de estudios. De las carreras profesionales y siendo necesario que la Universidad Nacional del Callao, tenga en cartera proyectos informáticos desde los urgentes hasta los de largo plazo a través de la oficina de tecnologías de información y comunicaciones (OTIC) de la UNAC, pero uno de los principales problemas es la gestión de proyectos informáticos, especialmente en los recursos humanos, costos, tiempo y otros, y siendo los más críticos, cuando no se cumple con la fecha de entrega de los proyectos generando penalidades y sobrecostos en la planificación

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema general

PG: ¿De qué manera el proceso de análisis jerárquico influye en el proceso de control de proyectos informáticos de OTIC de la Universidad Nacional del Callao?



1.2.2. Problemas específicos

P1: ¿Cómo influye el proceso de análisis jerárquico en el índice de rendimiento de coste en el proceso de control de proyectos informáticos de OTIC de la Universidad Nacional del Callao?

P2: ¿Cómo influye el proceso de análisis jerárquico en el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de proyectos de informáticos de OTIC de la Universidad Nacional del Callao?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

OG: Determinar la influencia del proceso de análisis jerárquico en el proceso de control de proyectos informáticos de OTIC-UNAC de la Universidad Nacional del Callao.

Objetivos específicos

OE1: Determinar la influencia del proceso de análisis jerárquico en el índice de rendimiento de coste en el proceso de proyectos informáticos de OTIC de Sistemas de la Universidad Nacional del Callao

OE2: Determinar la influencia del proceso de análisis jerárquico en el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control proyectos de informáticos de OTIC de la Universidad Nacional del Callao.

Limitantes

Una de las limitantes de la investigación, es que no se cuenta con algoritmos estándares de investigación

Teórico

Una limitante podemos ubicarla en la poca bibliografía encontrada en la Biblioteca Especializada de la FIIS y en base de datos electrónicas; y no existen antecedentes de investigación



referidos a la temática investigada por lo que se consultó otros medios virtuales y se utilizaron aquellos más relacionados a las variables de estudio.

1.3.1 Temporal

Investigación se realizó en un periodo de un año



Espacial

La investigación se realizara en el centro de tecnologías de la universidad nacional del callao .

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nacional

En el 2016, Ninaquispe Chávez, Pedro Ivan, realizó su investigación titulada: “Modelo de gestión de proyectos informáticos, caso de estudio Municipalidad distrital de la victoria – Chiclayo”. En la Universidad Señor de Sipan. El cual definió como problemática al no cumplimiento de los plazos establecidos lo que genera sobre costos e insatisfacción de los ciudadanos al cual se le brinda el proyecto público, ya que las técnicas de gestión que se usa en la administración pública de la Municipalidad no son aportaciones de programas modernos de administración si no ciencias de gestión universales. El objetivo de esta investigación fue formular un modelo de gestión de proyectos informáticos para municipalidades de la categoría B, caso de estudio Municipalidad Distrital de La Victoria – Chiclayo. La justificación de esta investigación describió que este modelo contribuirá a que los proyectos informáticos se realicen en los plazos establecidos y por consiguiente a costos planificados. El marco de trabajo utilizado fue PRINCE2. El resultado que se obtuvo que la implementación de un modelo de gestión de proyectos cumple con los proyectos abordados con la entidad para obtener beneficios como no obtener aplazamientos ni sobre costos y poder tener satisfechos a los clientes. La conclusión que se obtuvo fue que la Municipalidad Distrital de la Victoria cumplía con el presupuesto y el cronograma previsto para cada proyecto a su vez mantenía una satisfacción del cliente adecuado.

A través del análisis de los resultados de los proyectos de la Entidad en estudio, se logró identificar en qué situación se encuentran las Entidades gestionando proyectos de TI. Lo que nos muestra que los gobiernos no dan énfasis en profesionalizar a su personal que permita a través de ellos gestionar proyectos eficientes que logren cumplir con los objetivos de la entidad. Pero, al evaluar los enfoques de gestión de proyectos, y tomar de ellos el adecuado se puede mejorar los procesos de la entidad a través de un control interno permanente.”

Aporte:



Este trabajo previo contribuyó con la justificación del proyecto, pues nuestro sistema web permitirá a las empresas tener un buen control en los tiempos de desarrollo de sus proyectos para evitar los sobrecostos y los aplazamientos de los mismos; además esta herramienta le permitirá registrar tareas por cada integrante del equipo y poder hacer un seguimiento del avance de estas tareas, evitando los retrasos y sobrecostos a su vez se relación con el indicador índice de desempeño del cronograma.

En el 2016 Diaz Dumont, Paul Francisco, realizó la investigación titulada “Sistema integrado con servicios web que brinde soporte a los procesos de gestión de proyectos de la empresa desarrolladora de software TAU”. Trabajo

para obtener el título de ingeniero Informático. Pontificia Universidad Católica del Perú. El cual define como el principal problema la falta de sincronización entre los datos ingresados de diferentes servicios, además el proceso de registro

manual de mucha información y la imposibilidad de tener una visión general de todo el proceso. El objetivo de esta investigación es Analizar, diseñar e implementar un sistema de información integrado con servicios basados en tecnologías web que permita la automatización de los principales procesos de gestión de proyectos de una empresa desarrolladora de software. La justificación de esta investigación nos detalla que permitirá automatizar las tareas que se realizan de manera recurrente y manual y el producto servirá como base para nuevas funcionalidades que den soporte a otros procesos y áreas de la empresa. La metodología usada fue RUP (Rational Unified Process). En esta investigación se concluyó que el sistema cumplió con todas las expectativas e íntegro los diferentes servicios solicitados ayudando a obtener mejores resultados en la administración. Se obtuvo como resultado que la implementación del sistema permitió sincronizar la información de todos los servicios aportando con el conocimiento de todo el proceso de manera general mejorando la eficiencia de en cada proceso de la gestión de los procesos que tiene la empresa dándole la capacidad al usuario de poder gestionar sus operaciones.”

En el 2016 Castillo Ibarra Renzo desarrolló su tesis titulada: “Sistema web para la gestión de proyectos en la empresa Formax Perú S.A.C.” en la Universidad César Vallejo, la cual tiene como “problema principal la falta de seguimiento de los proyectos que realiza en la empresa, este problema lo representa de la siguiente forma: ¿De qué manera un Sistema Web influye en la gestión de proyectos en la empresa FORMAX PERU SAC? Y como



problemas secundarios: ¿De qué manera un Sistema Web influye en el desempeño del cronograma en la gestión de proyectos en la empresa FORMAX PERU SAC? Y de igual manera en el índice de desempeño del costo. Tiene como objetivo principal: Determinar de qué manera influye un sistema web en la gestión de proyectos en la empresa Formax Perú SAC y Objetivos secundarios: Determinar de qué manera influye un sistema web en el índice de desempeño del cronograma de proyectos de la gestión de proyectos en la empresa Formax Perú SAC y Determinar de qué manera influye un sistema web en el índice de desempeño de costos de la gestión de proyectos en la empresa Formax Perú SAC. La justificación en el ámbito tecnológico menciona lo siguiente: La empresa Formax Perú SAC tiene la gestión de proyectos ineficiente, en tal sentido se ve en la necesidad de contar con un sistema el cual brinde la capacidad de administrar los proyectos y ayude a tener la información oportuna para así mejorar dicha gestión en la empresa; El sistema de gestión de proyectos permite desarrollar una mejor gestión y lograr realizar un seguimiento de los proyectos, de manera frecuente rápida y más sencilla. Como resultados y conclusiones menciona lo siguiente: Primera: Se concluye que el promedio del índice de desempeño del cronograma en la gestión de proyectos en la empresa Formax Perú S.A.C. sin la implementación del sistema web es de un promedio de 0,93 de la muestra y con la implementación del sistema web el promedio es 1 de la muestra tomada, lo que significa el cumplimiento al 100% del cronograma previsto dentro de cada proyecto. Por lo tanto, el sistema web influye favorablemente en el desempeño del cronograma evitando el retraso del mismo. Segundo: Se concluye que el índice de desempeño de costos en la gestión de proyectos en la empresa Formax Perú S.A.C. es 0,94 y con la implementación del sistema web incrementa a más 1 en promedio, por lo tanto, el sistema web influye favorablemente en el desempeño de costos en la gestión de proyectos evitando la pérdida. Tercero: Finalmente, después de haber obtenido resultados satisfactoriamente de los indicadores del estudio, se concluye que la implementación del sistema web mejoró en el cumplimiento del cronograma evitando retrasos que afectan directamente a la empresa, además de tener un mejor control de los costos implicados en cada uno de los proyectos dejando una consulta en tiempo real para próximos proyectos a realizar.”

2.1.1. Internacional

En el 2015, Galán Chuquimarca, Luci Yazmina y Brussil Velásquez Christian Paúl, realizaron la investigación titulada “Guía metodológica para proyectos de TI basados en el marco de trabajo PMBOK desde la perspectiva de la gestión de servicio de ITIL, y su seguimiento a través de las métricas de COBIT para empresa de TI”. En la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El cual define como problemática que el bajo éxito de los proyectos es debido a que no siguen una gestión debido a que no cuentan con un modelo o guía metodológica para la gestión de los proyectos de TI. El objetivo de esta investigación fue establecer un modelo formal que apoye el éxito del desarrollo de proyectos en particular de Tecnologías de Información. La justificación de esta investigación fue alinear el desarrollo de los proyectos de TI con guías metodológicas que cuentan con respaldo internacional para garantizar de éxito en el proyecto. El resultado que obtuvo la investigación fue la disminución de riesgos y el alineamiento a la estrategia de la organización. Al integrar las 3 metodologías para efectuar la gestión de los proyectos para la culminación exitosa del proyecto.”

En el 2015, San Martín Bendek, Francisco en el “Proyecto de evaluación y propuestas al Sistema de gestión de proyectos aplicado a la cartera de proyectos en ejecución de la división de metales base de Bhp Billiton”

desarrollada en la Universidad de Chile facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería industrial. Propuso analizar el sistema de control sobre la ejecución de proyectos que utiliza BHP Billiton en su división de Metales Base. Para ello, se tomó en cuenta cuales son las mejores prácticas a nivel mundial en este tema, para comparar el sistema de control existente con el que se arma considerando dichas mejores prácticas. El único estándar internacional reconocido en dirección de proyectos por algún ente calificado es el “Project Management Body Of Knowledge Guide”, del instituto Project Management Institute. Este trabajo fue reconocido como estándar por la Asociación Norteamericana de Estándares (ANSI por sus siglas en inglés) y es un estándar internacional (IEEE Std 1490-2003). De este estándar se obtienen las mejores prácticas para ser comparadas con los procesos existentes en el actual sistema de control. El tema en el que se desarrolla el trabajo es la gestión y dirección de proyectos. Se requiere, entonces, que el lector entienda más de los distintos aspectos que cubre la dirección de proyectos, la definición de un proyecto, las diferencias clave entre proyectos y operaciones, antecedentes de la empresa y conocer algunos términos básicos comúnmente utilizados dentro de la industria.

2.2 Marco

Variable Independiente

2.2.1. Proceso de análisis jerárquico(AHP)

El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar.

El AHP “se trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión” (Thomas Saaty, 1998)¹.

El AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de meta, criterios, subcriterios y alternativas);
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico; Comparaciones binarias entre los elementos;
- Evaluación de los elementos mediante asignación de “pesos”;
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados; Síntesis;
- Análisis de Sensibilidad.

Algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de Decisión Multicriterio son:

- Presentar un sustento matemático;
- Permitir desglosar y analizar un problema por partes;
- Permitir medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común; Incluir la participación de diferentes personas o grupos de interés y generar un consenso;
- Permitir verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es del caso; Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad; y
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

Base matemática del 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. Creemos 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” (Thomas 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. Cuando el grupo consiste en expertos, cada uno elabora su propia jerarquía, y el AHP combina los resultados por el promedio geométrico” (Thomas Saaty, 1998).

Los axiomas del AHP son:

Axioma No. 1 referente a la condición de juicios recíprocos:

La intensidad de preferencia de A_i/A_j es inversa a la preferencia de A_j/A_i .

Axioma No. 2 referente a la condición de homogeneidad de los elementos: Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud.

Axioma No. 3 referente a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente de reaprovechamiento.

Dependencia en los elementos de dos niveles consecutivos en la jerarquía y dentro de un mismo nivel.

Axioma No. 4 referente a condición de expectativas de orden de rango:

Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

En seguida, se presenta el apéndice matemático presentado por el Dr. Thomas Saaty en el capítulo 2 Método Analítico Jerárquico AHP: Principios Básicos, que forma parte del libro “Evaluación y Decisión Multicriterio, Reflexiones y Experiencias”, publicado en junio de 1998.

“Suponga que se tienen n piedras, A_1, \dots, A_n , con ponderaciones conocidas w_1, \dots, w_n , respectivamente, y suponga que se forma una matriz de relaciones paralelas cuyas filas dan la relación de las ponderaciones de cada piedra con respecto a todas las otras. Por lo tanto se tiene la ecuación:

$$\begin{array}{c}
 \mathbf{A} \\
 \begin{matrix} A_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ A_n \end{matrix}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \mathbf{A}_1 \dots \mathbf{A}_n \\
 \left(\begin{array}{ccc} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{array} \right)
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left(\begin{array}{c} w_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{array} \right)
 \end{array}
 = n
 \begin{array}{c}
 \left(\begin{array}{c} w_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{array} \right)
 \end{array}
 = n\mathbf{w}$$

Figura 1:: Matriz de Ponderaciones de cada piedra

Donde A ha sido multiplicado a la derecha por el vector de ponderaciones w . El resultado de esta multiplicación es nw . Por lo tanto, para recobrar la escala de la matriz de relaciones, se debe resolver el problema $Aw=nw$ o $(A-nI)w=0$. Este es un sistema homogéneo de ecuaciones. Tiene una solución no trivial si y sólo si el determinante de $A-nI$ es nulo, o sea, n es un valor propio de A . Ahora A tiene rango unitario ya que cada fila es un múltiplo constante de la primera fila. Por lo tanto, todos sus valores propios excepto uno son cero. La suma de los valores propios de una matriz es igual a su traza, la suma de sus elementos diagonales, y en este caso la traza de A es igual a n . Por lo tanto, n es un valor propio de A , y uno tiene una solución no trivial. La solución consiste en entradas positivas y es única dentro de una constante multiplicativa.

Para hacer w único, uno puede normalizar sus entradas dividiendo por su suma. Por lo tanto, dada la matriz de comparación, uno puede recobrar la escala. En este caso, la solución es cualquier columna de A normalizada. Note que en la A la propiedad recíproca $a_{ji} = 1/a_{ij}$ se aplica, por lo tanto, también $a_{ii}=1$. Otra propiedad de A es que es consistente: sus entradas satisfacen la condición $a_{jk} = a_{ik}/a_{ij}$. Por lo tanto, toda la matriz puede ser construida de un conjunto de n elementos que forman una cadena a través de las filas y las columnas.

En el caso general, el valor preciso de w_i/w_j no se puede dar, sino sólo una estimación de él como juicio. Por el momento, se considera una estimación de estos valores por un experto que se supone perturba muy poco a los coeficientes. Esto significa perturbaciones pequeñas a los vectores propios. El problema ahora se convierte $A'w = \max w'$ donde \max es el mayor valor propio de A' . Para simplificar la notación, se seguirá escribiendo $Aw = \max w'$, donde A es la matriz de pares ordenados.

El problema es ahora qué tan buena es la estimación de w . Si w se obtiene resolviendo el problema, la matriz cuyas entradas son w_i/w_j es una matriz consistente. Es una estimación consistente de la matriz A . A en sí misma no necesita ser consistente. De hecho, las entradas de A ni siquiera precisan ser transitivas; o sea, $A1$, puede preferirse a $A2$ y $A2$ a $A3$, pero $A3$ puede preferirse a $A1$.

A es consistente si y sólo si $\max = n$. Cambios pequeños en a_{ij} implican un cambio pequeño en \max , la desviación de la última de n es una desviación de consistencia y puede ser representada por $(\max - n)/(n - 1)$, lo que se denomina el índice de consistencia (C.I.).

Cuando la consistencia ha sido calculada, el resultado se compara con aquellos del mismo

índice de una matriz recíproca aleatoria de una escala desde 1 hasta 9, con recíprocos forzados. Este índice se llama índice aleatorio (R.I). La ilustración siguiente da el orden de la matriz (primera fila) y el valor promedio del R.I (segunda fila):

Tabla 1: Matriz de filas y el valor promedio de la relación Ci con RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Fuente: Saaty, tomas 1998



La relación de C.I con el promedio R.I para la misma matriz de orden se llama relación de consistencia (C.R). Una relación de consistencia de 0.10 o menos es evidencia positiva para un juicio informado.

Las relaciones $a_{ji}=1/a_{ij}$ y $a_{ii}=1$ se conservan en estas matrices para mejorar la consistencia. La razón de ello es que si la piedra No. 1 se estima que es k veces más pesada que la piedra No. 2, uno debería exigir que la piedra No. 2 se estime $1/k$ veces el peso de la primera. Si la relación de consistencia es muy pequeña, las estimaciones se aceptan; de lo contrario se intenta mejorar la consistencia mediante la obtención de información adicional. Lo que contribuye a la consistencia de un juicio es: La homogeneidad de los elementos de un grupo, o sea, no comparar un grano

2.1.1.1 Preparación y Organización para aplicar un AHP

Basados en la experiencia adquirida por el Proyecto Regional de la FAO “Información sobre Tierras y Aguas para un Desarrollo Agrícola Sostenible” en la aplicación del AHP, se precisó la importancia de llevar a cabo una seria y cuidadosa planeación por parte del grupo de trabajo encargado de la aplicación del mismo.

Aunque el problema a abordar sea diferente en cada caso particular, los aspectos que se presentan a continuación, deben tenerse en cuenta de manera general, por aquellos interesados en utilizar el AHP.

Definición de los Participantes

Definición del equipo de trabajo: estará conformado por las personas directamente involucradas en coordinar la aplicación del AHP.

Este equipo de trabajo es el responsable de identificar cuidadosamente los actores²

que deben participar en el proceso de toma de decisión. Deben quedar resueltas preguntas

como: quiénes, cuántos, nivel de educación requerido, a quién representan, por qué deben formar parte del proceso, ya sea por su conocimiento de la situación problema o, porque representan a un grupo de interés, entre otros.

Información Requerida

Este es un elemento básico para la toma de decisión. Es necesario identificar la cantidad y calidad de información requerida para el proceso. Esta información puede ser de índole científica, técnica y la dada por la experiencia y conocimiento de los participantes. Puede darse el caso que en el proceso de aplicación del AHP surja la necesidad o interés por parte de los participantes de disponer de información nueva o complementaria de la que se dispone en la sesión. En ese caso se debe analizar la pertinencia de la misma, el tiempo el y proceso requerido para disponer de esa información adicional y poder continuar el proceso de toma de decisión.

c. Tiempo y otros recursos asociados con el proceso

Es necesario establecer el tiempo con el cual se dispone para llevar a cabo el proceso de decisión. Esto afectará la elaboración y desarrollo del Plan de Trabajo: fechas, agenda, logística, materiales a utilizarse, número de participantes convocados, etc.

No se recomienda aplicar el AHP si se cuenta con escaso tiempo para tomar decisiones frente a problemas complejos, puesto que tratar de acelerar algunas etapas del mismo- por obtener resultados inmediatos-

, puede afectar negativamente la validez de los resultados.

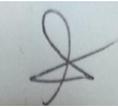
Adicionalmente se requiere nombrar al facilitador para la aplicación del AHP. Éste debe tener la habilidad de guiar el proceso, animar y orientar a los participantes y hacer un buen uso del tiempo disponible, sin llegar a dominar o manipular la sesión.

El facilitador debe buscar que los participantes tengan una comprensión del método y su filosofía y así mismo lograr homogeneidad en el lenguaje para la definición del objetivo y la construcción y evaluación del modelo. Por ejemplo en lo concerniente a los términos a utilizar para que todos los participantes entiendan lo mismo y diferencien los conceptos: objetivo, criterio, subcriterio, y en el significado de los valores de la escala a utilizar para evaluar el modelo. Seguramente el facilitador deberá enfrentarse a “situaciones sorpresa”, como confrontación entre algunos miembros, falta de voluntad de algunos participantes para expresar su opinión o sus verdaderas preferencias, entre otros.



El grupo coordinador encargado de aplicar el AHP debe analizar y seleccionar previamente cuáles son las técnicas más adecuadas a desarrollar con los participantes para facilitar y fortalecer el desarrollo de la sesión. En algunos casos se pueden utilizar técnicas más familiares para el auditorio para la construcción del Modelo Jerárquico, por ejemplo en la pared con cartulinas, en el pizarrón y no directamente con la utilización del programa. En otros casos se podrá construir el modelo simultáneamente, en el computador y en la pared o en el pizarrón.

Cuando se aplique el AHP mediante la formación de grupos se debe ser cuidadoso en la organización de los mismos. Si hay dentro de un subgrupo muchos participantes con posiciones contrarias, pueden generarse conflictos durante toda la sesión.



Debe tenerse en cuenta el tiempo requerido y disponible para aplicar eficientemente el AHP. En algunos casos, los participantes pueden mostrarse cansados al final del día y no dar mayor atención a la evaluación del modelo, lo cual puede afectar la validez de los resultados.

La adquisición del programa requerirá un costo para la entidad encargada. Dependiendo del caso particular, puede requerirse presupuesto para capacitación en el uso del programa y asesoramiento por parte de un experto en el tema. Otros gastos corresponderán al traslado de los técnicos y participantes al lugar del evento, cuotas para la alimentación, entre otros.

2.2.1.3. Esquema Metodológico del AHP

2.2.1.3.1 Estructuración del Modelo Jerárquico

Una de las partes más relevantes del AHP, consiste en la estructuración de la jerarquía del problema, etapa en la cual el grupo decisor involucrado debe lograr desglosar el problema en sus componentes relevantes.

La jerarquía básica está conformado por: meta u objetivo General, criterios y alternativas. (ver figura 1)

Los pasos a seguir para la estructuración del modelo jerárquico son:

Identificación del Problema;

Definición del Objetivo;

Identificación de Criterios; e

Identificación de Alternativas



² Un actor será entendido como una persona natural o una persona que representa a una instancia, institución u organización, quienes están interesados o son afectados (directa o indirectamente) , por una actividad o aspecto de una situación en cuestión, y por ende, tienen derecho a participar en decisiones relacionadas con la misma.

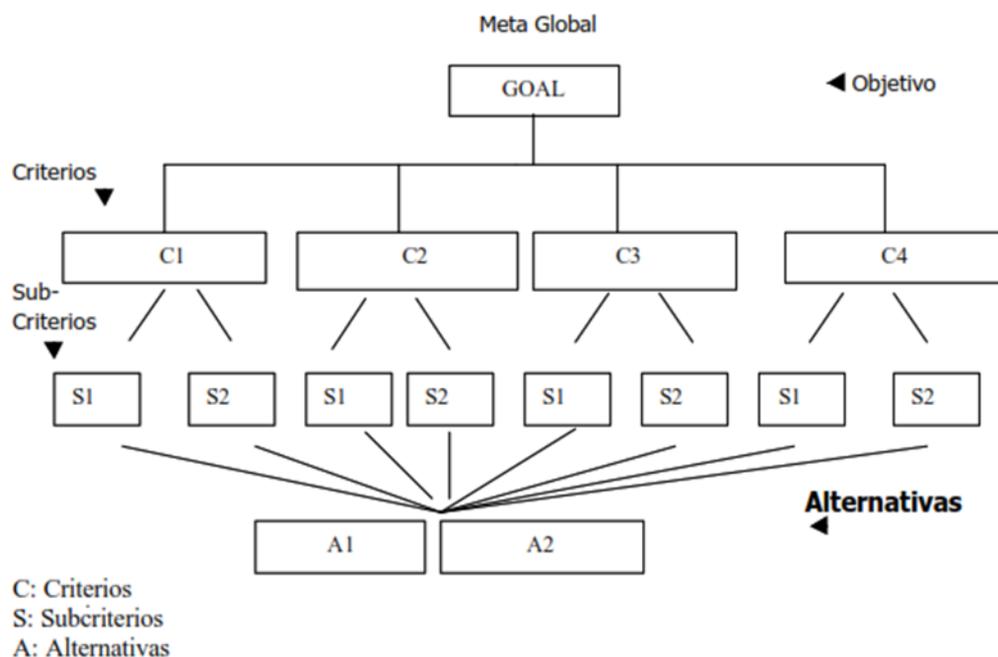


Figura 2. Modelo Jerárquico para la toma de decisiones con el AHP

- Identificación del Problema

Es la situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas de las que se dispone o la priorización (ranking) de ellas.

Dichas alternativas serán comparadas unas con otras mediante la evaluación de criterios establecidos que permitan conocer los pro y los contras incorporados en cada una de ellas.

Normalmente se requiere invertir varias horas para identificar el problema real y principal, lo cual puede darse después de una serie de discusiones en las que se han listado muchos

problemas y es necesario priorizarlos y decidir cuál se seleccionará para su análisis.

Ejemplo:

La decisión a la que se enfrenta una cadena vendedora de antigüedades es la relativa ubicación de un nuevo local en una ciudad.

Definición del Objetivo

Un objetivo es una dirección identificada para mejorar una situación existente. El objetivo está en un nivel independiente y los otros elementos de la jerarquía que serán los sub-objetivos o criterios, subcriterios y alternativas apuntan en conjunto a la consecución del mismo.

Hay objetivos de largo, mediano y corto plazo y esta diferenciación influirá directamente en la construcción del modelo jerárquico.

El objetivo u objetivos serán establecidos por el grupo decisor involucrado. Vale la pena tener en cuenta que la definición de objetivos puede ser una tarea difícil porque algunas veces serán contrapuestos entre las personas. No obstante, los objetivos determinados finalmente deben representar las necesidades e intereses generales.

Ejemplo:

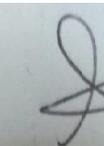
Los socios de la cadena vendedora de antigüedades deben seleccionar la mejor ubicación disponible para su negocio. Este último será entonces el objetivo general.

Identificación de Criterios

Son las dimensiones relevantes que afectan significativamente a los objetivos y deben expresar las preferencias de los implicados en la toma de decisión.

Se deben incluir aspectos vitales cuantitativos y cualitativos a tener en cuenta en la toma de decisión. Normalmente hay aspectos cualitativos que pueden incidir fuertemente en la decisión, pero que no son incorporados debido a su complejidad para definirles algún esquema de medición que revele su grado de aporte en el proceso de toma de decisión.

Ejemplo:



Los cuatro socios de esta cadena de locales de ventas de antigüedades han tenido mucho éxito abriendo nuevas sucursales durante los últimos cinco años y han logrado adquirir experiencia respecto de lo que cuesta abrir un nuevo negocio, mantenerlo y lograr ganancias.

Las mayores preocupaciones de los socios son el costo del arriendo del local, suficiente tráfico de turistas y personas en general, en término de potenciales compradores, visibilidad del local y la competencia existente, constituida por el número de negocios de antigüedades y recuerdos en esa ciudad.

Identificación de Alternativas

Corresponden a propuestas factibles mediante las cuales se podrá alcanzar el objetivo general. Cada una de las alternativas presenta características con pro y contras.

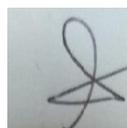
Ejemplo:

Los socios realizaron un trabajo preliminar sobre el tema, lo cual les permitió disponer de suficiente información e ir eliminando alternativas que no cumplían con sus expectativas e identificar tres ubicaciones disponibles que compiten entre sí:

Un local en un gran centro comercial (en la figura se le denominará mall A) con una alta población de estudiantes universitarios y personas mayores de 50 años que en su mayoría son pensionados. De estas personas se sabe que son fuertes compradores de antigüedades. La renta por metro cuadrado es costosa frente al promedio en la ciudad. El local tiene una amplia entrada y una ventana. Hay variedad de comercio y existen otros locales de antigüedades y souvenirs.

En el centro de la ciudad (B) hay un local casi por la mitad del precio del anterior. El sector está conformado en su mayoría por oficinas que trabajan únicamente de lunes a viernes. Hay un pequeño comercio en el sector y no existen ventas de antigüedades. El local tiene una pequeña entrada.

En un pasaje subterráneo cerca al metro (C) hay una buena mezcla de transeúntes. Existe un pequeño negocio de recuerdos en la esquina. El local tiene una amplia entrada y varias ventanas. El costo del local está en el promedio de los de la ciudad.



En estas tres alternativas claramente se presenta una característica cuantitativa como es el caso del costo del arriendo por metro cuadrado. Sin embargo, existen también otras que no son fáciles de ser medidas como es la preferencia de los habitantes y transeúntes de cada uno de esos sectores respecto de la compra de antigüedades. (ver figura 3)

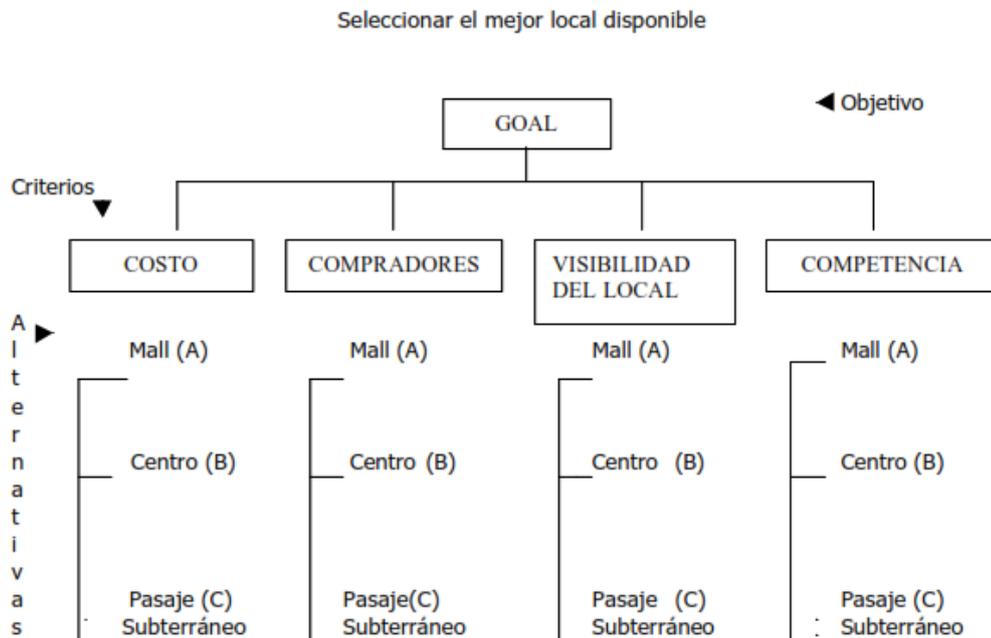


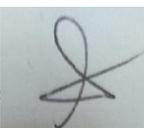
Figura 3. Modelo Jerárquico para Seleccionar la mejor ubicación de un local de antigüedades

Cuando se construye la Jerarquía, se puede hacer de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba. La construcción de arriba hacia abajo se inicia con la identificación de los criterios más globales, es decir desde lo más general hasta lo más particular. De esta manera, todos los aspectos generales recopilados en la definición del problema están presentes en ese primer nivel a manera de criterios .

Cada criterio identificado debe ir acompañado de una descripción de lo que significa. Si se requiere, de los criterios pueden desprenderse subcriterios. Estos últimos deben guardar una relación jerárquica con el criterio del que se desprenden.

En la construcción de abajo hacia arriba el proceso se desarrolla a la inversa. Primero se generan todas las características que permiten diferenciar entre las alternativas y posteriormente se construye el modelo jerárquico agrupando aquellas características que mantienen un factor común a manera de criterios o subcriterios, según sea el caso, hasta llegar al objetivo general.

El sentido en que se comienza a construir va a depender de los datos disponibles e inclusive del grupo decisor. Si en la elaboración están definidas las alternativas y se conocen sus pros y



contras, se puede iniciar el modelo de abajo hacia arriba. En caso contrario, se recomienda iniciar desde arriba hacia abajo, puesto que es un enfoque para situaciones de planeación estratégica en donde los objetivos están más claros que las alternativas.

Selección de la Medida

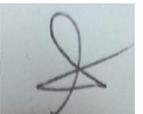
Antes de continuar con el tema de la evaluación del modelo, vale la pena precisar sobre un concepto relevante del Método AHP: La Medida.

Los seres humanos utilizan en su vida diaria una serie de escalas de medición con unidades como: kilómetros, litros, horas, grados, kilos, etc. Además, por la percepción se pueden reconocer otras características de las cosas que están alrededor: Olor, Textura, etc.

El AHP permite justamente incorporar factores cualitativos y cuantitativos a tener en cuenta para dar solución a un problema, para que luego las personas determinen sus preferencias por medio de juicios. El AHP representa esos juicios por medio de números, generando una escala de medida.

A través de una secuencia matemática, el AHP sintetiza los juicios y entrega un resultado.

Las dos clases de medida que se pueden utilizar en el AHP son medida relativa y medida absoluta. Inclusive se puede hacer una combinación de ambas.



La Medida Relativa

Esta se utiliza cuando el número de alternativas es hasta de 7.

En esta medida, el modelo se evalúa por medio de comparaciones entre criterios, subcriterios y las alternativas. Estas últimas se comparan frente a un tercer elemento común para ambas.

Una vez evaluado todo el modelo, la medida relativa entrega las alternativas priorizadas de la mejor a la peor.

La Medida Absoluta

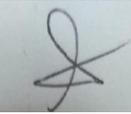
Con la medida absoluta se pueden manejar decenas y/o cientos de alternativas (porque las alternativas no se comparan unas con otras como sí sucede en la medida relativa).

Consiste en comparar alternativas contra un standard. Esta escala suele usarse cuando se están resolviendo problemas de selección de personal, priorización de proyectos, evaluación de proyectos de investigación, entre otros.

Cuando se utiliza el módulo Ratings, el modelo se construye igual que en la medida relativa:

Meta, Criterios, Subcriterios. La diferencia consiste en que no se incluyen las alternativas en el modelo. En lugar de alternativas, se generan escalas (cuantitativas o cualitativas) para cada uno de los criterios. Por ejemplo si existe un criterio: Aptitud, la escala para ese criterio puede corresponder a : Apto, Moderadamente Apto, No Apto. Y así se deben generar escalas para todos los criterios.

Estas escalas, dependiendo de los criterios, deben ser construidas por los expertos y/o conocedores del área en cuestión (aspectos financieros, económicos, de mercadeo, biofísicos, infraestructura, sociales, culturales, entre otros).



Seguidamente se inician las comparaciones de a pares para conocer las preferencias (los pesos) entre los criterios, subcriterios y las escalas. De esa forma se obtiene un standard, contra el cual se evaluará en forma independiente cada una de las alternativas (nótese que las alternativas se evalúan una a una y no de a pares como en medida relativa). A cada alternativa le corresponderá un puntaje, lo cual generará al final un ranking para el total de ellas, mostrando una lista de la mejor hasta la peor.

Vale la pena aclarar que no debe escogerse obligatoriamente el uso de este enfoque solamente porque el problema incluya una gran cantidad de alternativas.

Evaluación del Modelo

En la evaluación se examinan los elementos del problema aisladamente por medio de comparaciones de a pares. Las evaluaciones o juicios son emitidos por cada analista o grupo de interés.

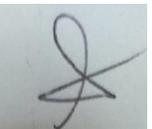
De esta forma, el éxito en esta etapa dependerá de la inclusión de los grupos de interés o decisores (en el documento se hace referencia a actores) que se verán representados en el modelo construido y podrán evaluar el modelo consensuado de acuerdo con sus intereses y necesidades propios.

Los pasos a seguir para la evaluación de los componentes del modelo jerárquico son:

Establecimiento de las Prioridades

Emisión de Juicios y Evaluaciones

Establecimiento de las Prioridades



Una vez se defina el Modelo Jerárquico se determina la importancia relativa de sus partes. Para facilitar el proceso de asignación de juicios y evaluaciones se recomienda priorizar previamente los elementos del modelo.

Ejemplo:

Los socios de la cadena de ventas de antigüedades definieron las siguientes preferencias de los criterios a través de una priorización:

Compradores

Visibilidad del Local

Competencia

Costo

Emisión de los Juicios y las Evaluaciones



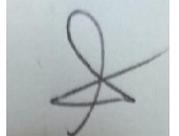
Los juicios son la base del proceso llevado a cabo por AHP. Los juicios pueden estar guiados por información científica, técnica y la dada por la experiencia y conocimientos del grupo decisor útiles para evaluar los diferentes componentes del Modelo. Es esta situación lo que hace al AHP diferente a otros métodos, puesto que dentro de la evaluación del modelo se toman en cuenta los juicios, que en este caso son las opiniones de cada uno de los individuos y/o grupos de interés involucrados en la toma de decisión.

Esta evaluación se realiza por medio de comparaciones binarias (de a pares) frente a un tercer elemento; permite conocer y medir las preferencias de los individuos o grupos de interés (actores) respecto a los diferentes componentes del modelo (criterios, subcriterios, alternativas).

Cada persona expresa su preferencia haciendo la pregunta apropiada mediante los términos Importancia, Preferencia o Probabilidad , asignando un valor numérico, el cual se mide la intensidad de su preferencia.

El AHP dispone de una escala creada por el propio Saaty que mide los juicios emitidos por el grupo decisor (Ver tabla 2.).

Este paso de la emisión de juicios consiste en que³:



Para cada elemento “e” de un nivel de la jerarquía, se comparan de a pares de elementos del nivel inmediatamente inferior, con respecto de su influencia en “e”. Luego se debe encontrar el vector propio asociado al mayor valor propio de la matriz de comparación a pares:

Vector Propio: Ranking u orden de prioridad Valor Propio: Medida de la consistencia del juicio

³ FULCRUM Ingeniería Ltda. Ingeniería en Toma de Decisiones. Santiago de Chile

Tabla 2. Escala de Saaty (Matemático de la Universidad de Pennsylvania, creador del AHP).

ESCALA A	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
1.0	Ambos elementos son de igual Importancia.	Ambos elementos Contribuyen con la propiedad en igual forma.
3.0	Moderada importancia de un elemento sobre otro.	La experiencia y el juicio favorece a un elemento por sobre el otro.
5.0	Fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es fuertemente favorecido.
7.0	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es muy fuertemente dominante.
9.0	Extrema importancia de un elemento sobre otro.	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia.
2.0,4.0,6.0,8.0	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Usados como valores de consenso entre dos juicios.
Incrementos de 0.1	Valores intermedios en la graduación más fina de 0.1 (Por ejemplo 5.2 es una entrada válida).	Usados para graduaciones más finas de los juicios.

Fuente. Saaty 1998

Tabla 3. Tabla de Preferencias de para nivel

Crterios	C1	C2	C3	C4
C1	C1/C1	C1/C2	C1/C3	C1/C4
C2	C2/C1	C2/C2	C2/C3	C2/C4
C3	C3/C1	C3/C2	C3/C3	C3/C4
C4	C4/C1	C4/C2	C4/C3	C4/C4



Fuente. Saaty 1998

C1= Criterio 1

C2= Criterio 2

C3= Criterio 3

C4= Criterio 4

En la matriz presentada arriba se encuentra la tabla de preferencias para el nivel del Modelo referente a criterios. Se muestra el total de comparaciones que deben realizarse (con el supuesto de que el modelo tiene 4 criterios).

Por lo tanto, a cada posición (celda) de la matriz le corresponderá uno de los valores de la escala de Saaty.

Nótese que:

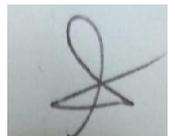
La comparación del elemento consigo mismo da un valor de 1. (C1/C1, C2/C2, C3/C3, C4/C4).

Las comparaciones ubicadas al lado izquierdo de las sombreadas, tienen una intensidad de preferencia inversa a las ubicadas al lado derecho de las sombreadas⁴

El proceso se repite hasta agotar todas las comparaciones de los componentes del Modelo (criterios, subcriterios y alternativas).

Las prioridades se ubican en la parte derecha de la matriz y son calculadas por el software para el usuario. Inclusive cuando se digita el valor numérico de un juicio, él automáticamente incorpora el recíproco en la posición (celda) de la matriz que corresponda.

“Las prioridades son rangos numéricos medidos en una escala de razón. Una escala de razón es un conjunto de números positivos cuyas relaciones se mantienen igual si se multiplica todos los números por un número arbitrario positivo. El objeto de la evaluación es emitir juicios concernientes a la importancia relativa de los elementos de la jerarquía para crear escalas de prioridad de influencia” (Thomas Saaty, 1998).



⁴ Axioma No. 1 del AHP referente a Reciprocidad.

Adicionalmente el AHP muestra las inconsistencias⁵ resultantes de los juicios y el valor máximo que las mejoraría. Puede darse, por ejemplo, por falta de información de alguno de los actores frente a la evaluación en cuestión y/o por error al tabular el dato de la evaluación. No obstante, si se revisa el juicio y no hay error, no se debe cambiar el juicio para lograr mayor consistencia, puesto que esto no significará mayor precisión.

Esta razón de consistencia la obtiene el programa al comparar la inconsistencia del total de opiniones en esa matriz, con la que se obtendría si los juicios fueran dados de forma aleatoria desde la escala.

La calidad del resultado final dependerá de la fidelidad y rigurosidad con la cual el modelo representa la complejidad del problema en cuestión.

Si la información de apoyo, que se tiene en cuenta para hacer la evaluación no es fidedigna o no se cuenta con expertos o conocedores de los diferentes aspectos de la situación, que por medio de sus conocimientos o experiencias conozcan el problema o no hubo representatividad de los actores afectados o interesados, los resultados no van a ser los mejores.

Ejemplo:

Los socios de la cadena de ventas de antigüedades realizaron las comparaciones de a pares de los elementos del Modelo (criterios y alternativas) mediante la asignación de un valor de la escala de Saaty para cada comparación, sin perder de vista la priorización que realizaron en el paso anterior.

⁵ Se considera que un índice de inconsistencia es alto cuando supera el 0.10



Para los criterios:

Tabla 4.. Matriz de criterios y alternativas

Criterios:	Costo	Compradores	Visibilidad	Competencia	Prioridad
Costo	1	1/8	1/6	1/3	0.048
Compradores	8	1	3	7	0.596
Visibilidad del Local	6	1/3	1	3	0.254
Competencia	3	1/7	1/3	1	0.101

Fuente. Saaty 1998

Igualmente para las alternativas se realizaron la totalidad de las comparaciones. Por ejemplo:

Respecto al Criterio Costo= C1, la pregunta es:

Cuál es la alternativa más preferible (comparación entre pares de alternativas frente a un elemento común: ¿El Costo) y cuánto? (valor de la escala de Saaty).

Tabla 5. Matriz de comparaciones de pares frente al costo

Alternativas:	Mall	Centro	Pasaje Subterráneo	Prioridad
Mall	1	1/8	1/4	0.073
Centro	8	1	3	0.671
Pasaje Subterráneo	4	1/3	1	0.256

Fuente. Saaty 1998

Así sucesivamente se continúa la evaluación hasta agotar el total de comparaciones de los elementos del modelo

2.2.1.3.1. Resultado Final

Una vez realizada la totalidad de comparaciones se obtiene el resultado final consensuado: ordenamiento de las alternativas. Este resultado está basado entonces, en las prioridades, en la emisión de juicios y evaluación hecha a través de las comparaciones de los componentes del modelo jerárquico, llevada a cabo por los actores.

El resultado final del ejemplo, basado en un análisis completo de las distintas alternativas para

seleccionar el mejor local disponible fue el siguiente:

ALTERNATIVA C ALTERNATIVA A ALTERNATIVA B

El índice de inconsistencia estuvo por debajo del 0.10, que lo hace aceptable.

Síntesis

El AHP logra combinar todos los juicios u opiniones en un todo en el cual las alternativas quedan organizadas desde la mejor hasta la peor.

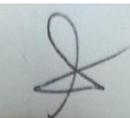
El AHP permite entonces, deducir los pesos que reflejan las percepciones y valores propuestos con mucha precisión. Las prioridades deducidas para cada faceta del complejo problema que está en estudio serán sintetizadas para obtener prioridades generales y una ordenación de las alternativas.

Análisis de Sensibilidad

Este análisis permite visualizar y analizar la sensibilidad del resultado (ordenación de las alternativas) respecto de posibles cambios en la importancia de los criterios (supuestos).

Por ejemplo: ¿qué pasaría si, al criterio 1 le doy más/menos importancia que la dada en la evaluación? ¿esta situación modifica el ordenamiento de las alternativas obtenido en el resultado final?

Habrán procesos de toma de decisión en los que se requiere volver a aplicar el AHP en un corto o mediano plazo porque son procesos dinámicos que requieren ser revisados y ajustados en el tiempo porque su entorno está en continuo cambio



Variable Dependiente

2.1.1. Proceso de generación de Proyectos de software

El Anexo-NTP7 - Guía Metodológica para administración de Proyecto TI indica “La meta del control es lograr que los objetivos definidos en el plan de trabajo se cumplan, a partir del seguimiento, ajuste y realimentación de las acciones planeadas y ejecutadas. El proceso de control del proyecto valora como insumo los cambios en el entorno, los cambios en los recursos, los cambios en las necesidades a solventar, las acciones realizadas y el plan de trabajo; para emitir acciones correctivas y acciones preventivas.”

De esta manera la Guía Metodológica para administración de Proyecto TI menciona que el proceso de control de proyecto se divide en las siguientes fases:

Cronograma de proyecto actualizado

“El cronograma debe actualizarse periódicamente con el detalle de las actividades que se han completado, el porcentaje de avance de las actividades que están en proceso y los ajustes propios de un proyecto en ejecución donde se presentan nuevas tareas no planeadas o la necesidad de ajustar fechas, producto de desfases que deben quedar debidamente documentados”

Control de avance por unidades de logro

“El Líder de Proyecto y el Líder Técnico deben llevar un control del avance del proyecto, que no sea por estimación o por algún criterio experto, sino que sea totalmente objetivo, enfocando el logro real de cada tarea.”

Formulario de acciones correctivas y preventivas

“Cuando en el proceso de control se detecten o prevean desviaciones con respecto a lo que establece el plan de trabajo, de manera oportuna deberán ejecutarse acciones correctivas y preventivas que vengán a mitigar el impacto de dichas desviaciones sobre el logro de los objetivos y metas del proyecto. Las acciones correctivas o preventivas deben estar claramente



explicadas e indicar el o los responsables de ejecutarlas.”

Control de cambios

“Durante la ejecución de cualquier proyecto se pueden presentar cambios que afecten directa o indirectamente el logro de los objetivos y de las metas. El proceso de control del proyecto deberá analizar; entre otros, los cambios en las condiciones del entorno, los cambios en los recursos, los cambios en las necesidades a solventar, los cambios en la tecnología, cambios en los objetivos, y cambios en la estrategia de solución.”

Insumos de la etapa

Informes de avance

Plan de trabajo para el proyecto (Cronograma).

Formulario de planeación de recursos.

Productos de la etapa

Cronograma de proyecto actualizado.

Control de avance por unidades de logro.

Gráficos de avance acumulado y avance mensual.

Formularios de acciones correctivas.

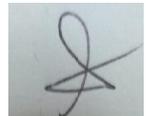
Control de cambios.

Puntos de control

“La Unidad Ejecutora del Proyecto revisa los informes que emite el equipo de proyecto y el control de avance; cuando identifique tareas desfasadas aprobará acciones correctivas o preventivas tendientes a mitigar el desfase. La Unidad Ejecutora puede decidir retomar el proceso de planeación y generar una nueva versión del plan.”

Según el PMBOK. “El grupo de procesos de Monitoreo y Control está compuesto por aquellos procesos requeridos para rastrear, analizar y

dirigir el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. El beneficio clave de este Grupo de Procesos radica en que el desempeño del proyecto se mide y se analiza a intervalos regulares, y también como consecuencia de eventos adecuados o de determinadas condiciones de excepción, a fin de identificar variaciones respecto del plan para la dirección del proyecto.”



El PMBOK define dentro del grupo de procesos de monitoreo y control los siguientes procesos:

Monitorear y controlar el trabajo del Proyecto.

Realizar el control integrado de cambios.

Validar el alcance.

Controlar el alcance.

Controlar el cronograma.

Controlar los costos.

Controlar la calidad.

Controlar las comunicaciones.

Controlar los riesgos.

Controlar las adquisiciones.

Controlar la participación de los interesados.

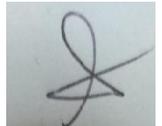
Para una mayor comprensión del control de proyectos por parte de la ISO 21500, se explicará cómo se encuentra dividida para poder conocer mejor su funcionamiento y como esta influye en la variable dependiente del proceso de control de proyectos la cual es parte de esta investigación.

Definición de términos básicos

Guía del Pmbok. Subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos

Metodología: secuencia de pasos para construir un software

Proceso: conjunto de actividades que están en interacción



CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES



3.1 Hipótesis

Hipótesis general

La influencia del proceso de análisis jerárquico mejora el proceso de control de proyectos de informáticos de OTIC de la Universidad Nacional del Callao.

Hipótesis específicas

HE1: La influencia del El proceso de análisis jerárquico aumenta el índice de rendimiento del costo en el proceso de control de proyectos de informáticos de OTIC de la Universidad Nacional del Callao

HE2: La influencia El proceso de análisis jerárquico aumenta el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de proyectos informáticos de OTIC de la Universidad Nacional del Callao

Definición conceptual de las variables Variable dependiente (V.D)

Proceso de control de proyectos de software

el seguimiento, selección, generación y control de los proyectos de desarrollo de software tiene como objetivo fundamental determinar los factores críticos en cada de sus fases, determinar el orden de prioridad de cada proyecto. Es una de las labores más importantes en todo desarrollo del producto, pues un adecuado control hace posible evitar desviaciones en costes y plazos, o al menos detectarlas cuanto antes.

Variable Independiente (V.I)

Proceso de análisis jerárquico

Es un sistema que apoya parte de sus procesos a través de una red de computadoras o la Word Wide Web

Operacionalización de las variables

La siguiente investigación cuenta con dos variables que son las siguientes: Variable

Independiente (VI): Proceso de análisis jerárquico

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (The Analytic



Hierarchy Process, 1980) y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite al agente decisor estructurar el problema en forma visual. El modelo jerárquico básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas

Variable dependiente (VD): Proceso de control de Proyectos de software

“El proceso de control de proyectos se emplea para seguir, medir y controlar el desempeño del proyecto respecto al plan del proyecto. Por consiguiente, se puedan tomar acciones preventivas y correctivas y se puedan realizar las solicitudes de cambio, cuando sean necesarias, para lograr los objetivos del proyecto”



Tabla 6. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Proceso de control de proyectos de software	Controlar los costos	Índice de rendimiento del costo.	El objetivo es de controlar y medir los costos durante el desarrollo del proyecto
	Controlar el cronograma	Índice de rendimiento del cronograma.	controlar los avances del proyectos y medir en cada hito los avances

Fuente: Elaboración Propia.

Dimensión	Indicador	Descripción	Técnica	Instrumento	FORMULA
Controlar los costos	Índice de rendimiento del costo	El objetivo es de controlar y medir la exactitud en los inventarios en pos de mejorar la confiabilidad.	Fichaje	Ficha de Registro	<p>CPI=EV/AC</p> <p>Donde:</p> <p>CPI: Índice del Rendimiento del coste EV: Valor Ganado o Valor del Trabajo Realizado AC: Coste Actual o Actual Costo</p>
Controlar el cronograma	Índice de rendimiento del cronograma	controlar la cantidad de los productos/materiales despachados desde el centro de distribución	Fichaje	Ficha de Registro	<p>SPI=EV/PV</p> <p>Dónde:</p> <p>PV = Valor Planificado. Representa el costo planificado del trabajo que debería estar completo en un momento determinado. EV = Valor Ganado. Es una medida del valor del trabajo que se completó a un momento determinado.</p>

CAPITULO IV
APLICACIÓN DEL AHP EN LA SELECCIÓN DEL PROYECTO
INFORMÁTICO PARA EL CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE
INFORMACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

4.1 Situación Actual

El Covi19 a traído como consecuencia que la Oficina de tecnologías de información se vea en necesidad de generar nuevos proyectos para ello tiene que seleccionar que proyectos son de suma urgencia y por de prioridad.

Actualmente la selección de los proyectos informáticos se realizaba sin la elaboración de juicio de expertos respecto a la importancia relativa o preferencia de cada uno de los criterios que se comparan. (ver anexo I)

4.1.1 Selección de los proyectos

La Oficina de tecnologías de información a seleccionado cinco proyectos, la selección de los proyectos adquiere mayor complejidad al considerar que son varios los criterios de evaluación existiendo entre ellos cualitativos y cuantitativos; y además, estos están con conflicto entre si por sus características, el problema de la oficina de tecnologías de información, puede ajustarse aun modelo de decisión multicriterio, discreto específicamente es aplicable el modelo de Proceso de análisis jerarquico (AHP).

A continuación se explica la aplicación del AHP para seleccionar al proyecto



4.2 Preparación y organización para aplicar el AHP dentro de OTIC-UNAC

La aplicación del AHP, brindara a oficina de tecnologías de información y comunicaciones la ayuda necesaria para poder tomar la mejor decisión en el caso en cuestión. Para lograr nuestro objetivo el grupo decisor las alternativas respecto de los criterios que aportan a la meta global

La oficina de tecnología, dispuso que se den todas la facilidades del caso para

seleccionar al mejor proyecto a través de AHP.

Se programaron talleres de trabajo, en los que participaron los responsables directos de las actividades relacionadas con el caso. Se realizaron 2 talleres que tuvieron una duración aproximada de 2 horas cada uno.

Los talleres de trabajo, permitieron identificar claramente el objetivo, los criterios de evaluación y las alternativas de decisión. Lo más importante es que las personas idóneas brindaron una emisión de juicios consistentes, que es el requisito indispensable para la correcta aplicación del AHP.

4.2.1 Definición de los participantes

Para identificar a los participantes, se analizó primero la estructura funcional de Universidad Nacional del Callao, con la finalidad de establecer la relación e implicancia que tienen las unidades en el proceso de la generación y selección de los nuevos proyectos de tecnología.

En este contexto y considerando el objetivo que busca alcanzar la oficina de tecnologías de información, se determinó que los talleres de trabajo debían contar con los siguientes integrantes: once (11) jefes de tecnologías de cada una de las facultades y un representante administrativo designado por el rector

4.2.2 Información requerida

Los jefes de Tecnologías de información y personal administrativo recopiló información histórica de que sistemas de información deberían desarrollarse, con la finalidad de brindar un sustento cuantitativo y/o cualitativo a la emisión de juicios.

La información requerida fue:

Mapa de procesos de cada Facultad

Mapa de Procesos de área Administrativa del rectorado

Infraestructura de cada tecnológica de la Facultad

Esta información se resumió en hojas Visio para mejor utilización

4.2.3 Tiempo y otros recursos asociados con el proceso

Los talleres de trabajo fueron desarrollados en dos fechas con una duración de 2 horas



cada uno.

El caso de estudio se modeló con el software excel.

Estructura del modelo Jerárquico

A continuación, se describe la estructuración del problema al seguir el modelo del AHP.



4.3.1 Identificación del Problema

La Universidad Nacional del Callao es la única Universidad Nacional ubicada en la Provincia Constitucional del Callao, se ha modernizado con ambientes y pabellones, pero el Covid19 a llevado que la Universidad urgente afronte este problema generando nuevos proyectos tecnológicos para poder llevar a cabo el trabajo remoto.

En este contexto, la interrogante que define el problema de Universidad Nacional del Callao a través de la oficina de tecnologías de información es: ¿Qué proyectos de tecnología de información deben generar y cuál de ellos se debe desarrollar primero?

4.3.2 Definición del objetivo.

El objetivo general se define entonces como: “Seleccionar que proyectos debes desarrollarse en orden de prioridad”.

Específicamente para el caso de estudio, el objetivo se define como:

“Seleccionar la prioridad de los proyectos de tecnologías de información.

4.3.3 Identificación de criterios

Se lograron determinar los siguientes criterios y subcriterios para la evaluación de los proyectos de tecnología de información:

1. Costo del Proyecto: es un criterio que considera que tiene que ver con el costo de todas las etapas del desarrollo del proyecto

2. Tiempo: es un criterio que considera el tiempo que se va desarrollar un proyecto.

3. Gestión del Cronograma: es un criterio que considera los avances del cronograma.

4.3.4 Identificación de alternativas

Para nuestro caso, dado que el problema se centra en la generación de nuevos proyectos

y elección del orden de prioridad del proyecto, las alternativas de decisión se enumeran de la siguiente

manera:

Alternativa 1: proyecto E-learning

Alternativa 2: proyecto **Sistema de gestión académica**

Alternativa 3: Proyecto **ERP**

4.3.4 Árbol de jerarquías

Luego de determinar el objetivo, los criterios y las alternativas, se pueden graficar en la estructura del árbol de jerarquías.

Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

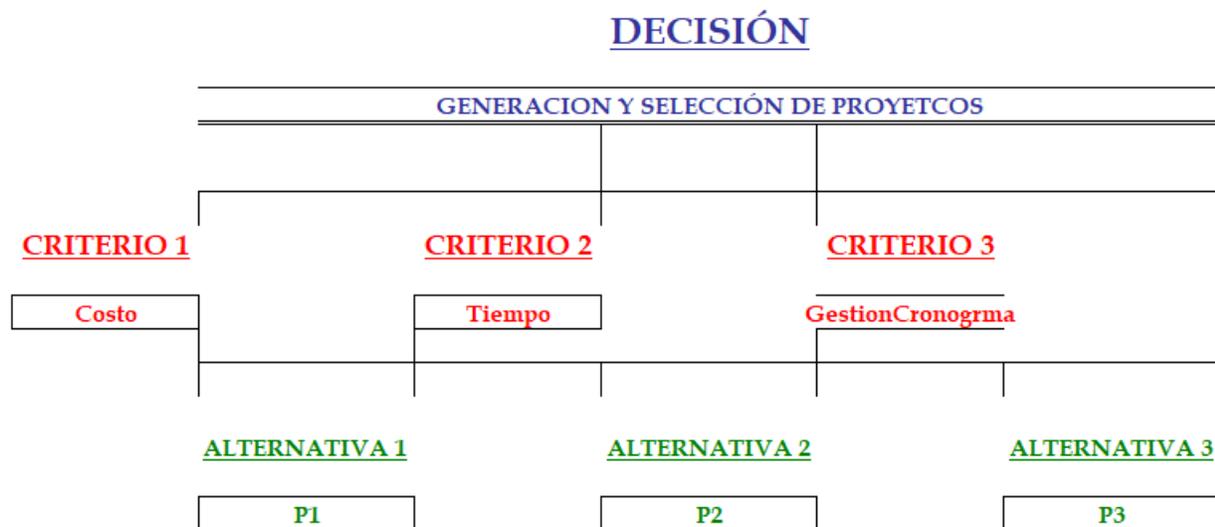


Figura 4. Proceso de Análisis jerárquico

4.3 Evaluación del Modelo

4.4.1 Emisión de juicios y evaluaciones

Durante las reuniones de trabajo, los participantes realizaron las comparaciones pareadas de los criterios y alternativas mediante juicios verbales, que luego se cuantificaron según lo indicado en la escala de la **Tabla 3.1**. Estos juicios fueron plasmados en las matrices de comparaciones pareadas correspondientes.

A continuación, se detallan los juicios y evaluaciones obtenidas por el

grupo de trabajo.

PRIORIDAD RESPECTO A LA META GLOBAL



Para la asignación de prioridades se considera el árbol jerárquico del problema de decisión (Figura 4.3), se tiene que son tres los criterios que asisten directamente al cumplimiento de la meta global (Factores de Producción, Factores de Contables y Confiabilidad del proveedor).

Para mayor facilidad se utilizará las siguientes notaciones:

DETERMINACIÓN DE LA MATRIZ DE COMPARACIÓN, EL VECTOR DE PRIORIDAD (AUTOVECTOR) Y LA INCONSISTENCIA

Después de que se ha establecido la jerarquía, los criterios deben ser evaluados por pares con el fin de determinar la importancia relativa entre ellos y su peso en relación con la meta global.

La evaluación comienza por determinar el peso relativo de los grupos de criterios iniciales (Figura 3). La Tabla 3 muestra los datos del peso relativo entre los criterios que han sido determinados por los que toman las decisiones en UNAC-OTIC

MATRICES

Tabla 7.Matrices



Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

n = 3

C
R
I
T
E
R
I
O
S

Matriz de comparación por pares (A)

	Costo	Tiempo	GestionCronogrma
Costo	1	3	7
Tiempo	1/3	1	3
GestionCronogrma	1/7	1/3	1
	1.48	4.33	11.00

Matriz Normalizada (N)

	Costo	Tiempo	GestionCronogrma
Costo	0.6774	0.6923	0.6364
Tiempo	0.2258	0.2308	0.2727
GestionCronogrma	0.0968	0.0769	0.0909
	1.00	1.00	1.00

Vector prioridad (w)

0.6687
0.2431
0.0882
1.00

n = 3

A
L
T
E
R
N
A
T
I
V
A

CRITERIO: Costo

	P1	P2	P3
P1	1	8	6
P2	1/8	1	1/3
P3	1/6	3	1
	1.29	12.00	7.33

	P1	P2	P3
P1	0.77	0.67	0.82
P2	0.10	0.08	0.05
P3	0.13	0.25	0.14
	1.00	1.00	1.00

0.7530
0.0752
0.1718
1.00

CRITERIO: Tiempo

A
L
T
E
R
N
A
T
I
V
A

	P1	P2	P3
P1	1	5	1/3
P2	1/5	1	1/7
P3	3	7	1
	4.20	13.00	1.48

	P1	P2	P3
P1	0.24	0.38	0.23
P2	0.05	0.08	0.10
P3	0.71	0.54	0.68
	1.00	1.00	1.00

0.2828
0.0738
0.6434
1.00

CRITERIO: GestionCronogrma

A
L
T
E
R
N
A
T
I
V
A

	P1	P2	P3
P1	1	1/7	1/2
P2	7	1	4
P3	2	1/4	1
	10.00	1.39	5.50

	P1	P2	P3
P1	0.10	0.10	0.09
P2	0.70	0.72	0.73
P3	0.20	0.18	0.18
	1.00	1.00	1.00

0.0978
0.7151
0.1871
1.00

ANALISIS DE CONSISTENCIA

Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

Suma producto de Matriz Comparación por Vector Promedio

Análisis de Consistencia

División resultado Cada Suma Producto/Vector Promedio

Sumar del resultado anterior

0.0

CRITERIOS	Costo	2.0154	3.0139	máx. 3.0070	CI 0.0035	CR=CI/RI 0.61%
	Tiempo	0.7306	3.0054			
	GestionCronograma	0.2648	3.0018			
	Suma	3.01	9.0211	N= 3	3.00703038	0.003515

$$CI = (\max - n) / n \cdot 1$$

CRITERIO: Costo

ALTERNATIVAS	P1	2.3853	3.1677	3.0749	0.0374	6.46%
	P2	0.2266	3.0135			
	P3	0.5229	3.0435			
		Suma	3.13			

CRITERIO: Tiempo

ALTERNATIVAS	P1	0.8662	3.0624	3.0655	0.0328	5.65%
	P2	0.2223	3.0127			
	P3	2.0083	3.1215			
		Suma	3.0967			

CRITERIO: GestionCronograma

ALTERNATIVAS	P1	0.2935	3.0006	3.0020	0.0010	0.17%
	P2	2.1483	3.0042			
	P3	0.5615	3.0011			
		Suma	3.0033			

Elaboración Propia



4.4 Resultado Final

(Hernández, Roberto; Fernández, Collado; Baptista, 2010) nos dice que El tipo de estudio empleado en el presente trabajo es la Investigación Aplicada; puesto que permite establecer la relación causal entre el proceso de análisis jerárquico y el proceso de generación de nuevos proyectos de software de la empresa. Ya que estos “experimentos, auténticos o puros manipular variables independientes para ver sus efectos sobre variables dependientes en una situación de control”(p. 600)

Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es Cuasi-experimental, pues evaluaremos el tiempo de elaboración del título, formulación del problema, objetivos e hipótesis de un proyecto de investigación antes de usar el proceso de análisis jerárquico y después de usar el proceso de análisis jerárquico para luego comparar resultados.

Donde:

G: Grupo experimental: es el grupo (muestra) al cual se le aplicó la medición para evaluar las dimensiones del Proceso de Generación de proyectos de software para medir el control de costos y el control del cronograma.

Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

Determinación de la Mejor Alternativa

<u>Matriz de prioridades</u>				<u>Vector Prioridad Alternativa</u>	
<u>Alternativas</u>	<u>Criterios</u>				
	<u>Costo</u>	<u>Tiempo</u>	<u>stionCronogrma</u>		
P1	0.75	0.28	0.10	0.58	MEJOR ALTERNATIVA
P2	0.08	0.07	0.72	0.13	
P3	0.17	0.64	0.19	0.29	
<u>Vector Prioridad</u>	0.67	0.24	0.09		

Sistema Tradicional: medición del grupo experimental antes de la aplicación



CAPITULO V DISEÑO METODOLOGICO



51 Tipo y diseño de la investigación

Tipo de estudio

del proceso de análisis jerárquico en el Proceso de Generación de proyectos de software. Esta medición será comparada con la medición del Sistema computacional.

X: Experimento : es la aplicación del proceso de análisis jerárquico en el Proceso de Generación de proyectos de software de la Universidad Nacional del Callao., mediante dos evaluaciones (sistema tradicional y sistema computacional) se podrá medir si el proceso de análisis jerárquico mejora la Generación de proyectos de software de la Universidad Nacional del Callao.

O2: Sistema Computacional: medición del grupo experimental después de la aplicación del sistema web en la elaboración del proyecto de investigación. Ambas mediciones serán comparadas y ayudarán a determinar el tiempo en la elaboración del título, tiempo en la elaboración de la formulación del problema, tiempo en la elaboración de los objetivos y tiempo en la elaboración de las hipótesis; antes y después de la aplicación del sistema web.



(Hernández, Roberto; Fernández, Collado; Baptista, 2010). La investigación aplicada, guarda íntima relación con la básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización, y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar. (p. 601)

En esta investigación se utilizó a un grupo para el análisis, pues con este grupo se estudiará el antes y un después para evaluar la relación causa efecto, el antes en la Generación de proyectos de software y un después ya con la proceso de análisis jerárquico en dicho proceso, que optimizara las actividades de este.

52 Método de investigación

Método Hipotético Deductivo

(Cegarra Sánchez, 2000) manifiesta “El método hipotético-deductivo lo empleamos corrientemente tanto en la vida ordinaria como en la investigación científica. Es el camino lógico para buscar la solución a los problemas que nos planteamos. Consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar con los datos disponibles si estos están disponibles si estos están de acuerdo con aquellas.” (pág. 82)



53 Población y muestra

Población

(Martin, Horna, Nedel, & Navarro, 2010) Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. (p.14)

La población que está conformada por 3 proyectos de software



Muestra

Según (Pulpón Segura, Fuentelsalz Gallego, & Icart Isern, 2001), “La muestra es el grupo de individuos que realmente se estudiará, es un subconjunto de la población. Para que se puedan generalizar los resultados obtenidos, dicha muestra ha de ser representativa de la población. Para que sea representativa, se ha de definir muy bien los criterios de inclusión y exclusión y sobre todo, se han de utilizar las técnicas de muestreo apropiadas” (p. 55)

Dado que la población es pequeña, la muestra tendrá el mismo tamaño de 3 proyectos de software.

54 Lugar de Estudio y periodo Desarrollado

El trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional del Callao, el periodo de duración fue de 1 año

55 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información documental

Técnicas:

Fichaje

Gavagnin (2013, p.73) “Señala que el fichaje es un modo de recolectar y almacenar información, que aparte de contener una extensión, le da una unidad y un valor.”

Esta técnica permitió recolectar datos de los indicadores de la investigación.

Instrumento



Ficha de registro

Se elaboró una ficha de registro donde se detalla el proceso de control de software.

Tabla 8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Indicador	Técnica	Instrumento	Fuente
VD: Proceso de control de Proyectos informáticos	Índice de rendimiento del costo.	Fichaje	Fichaje de Registro	Documentos de registro elaborados.
	Índice de rendimiento del cronograma.	Fichaje	Fichaje de Registro	Documentos de registro elaborados.

Fuente: Elaboración propia

Análisis y procesamiento de datos

Según Hernández, Roberto (2006), se realiza un análisis cuantitativo, puesto que las variables se pueden expresar en valores numéricos. Se utilizarán métodos estadísticos para el análisis de datos y de esta manera poder probar las hipótesis propuestas mediante el Sistema SPSS.

La técnica estadística que se utilizará para la contrastación de las hipótesis planteadas será la Prueba T-Student, siempre y cuando se normal, y si es No normal se utilizará las no paramétricas con prueba de U de Mann – Whitney para muestras independientes con la



cual se hará la comparación de los resultados del Grupo Sistemas Tradicional con los resultados luego de aplicar el proceso de análisis jerárquico en el Sistema Computacional.

Indicador: Índice de rendimiento del costo

Ia = Indicador del Sistema Actual

Ip = Indicador del Sistema Propuesto Hipótesis Específicas

He1: La influencia del proceso de análisis jerárquico reduce el índice de rendimiento del costo en la generación de los proyectos de software de la Universidad Nacional del Callao.

Ia = Determinar el índice de rendimiento del costo en la generación de proyectos de software antes de la Implementación del proceso de análisis jerárquico.

Ip = Determinar el índice de rendimiento del costo en la generación de proyecto de software después de la Implementación de proceso de análisis jerárquico.

Hipótesis Nula (H0): La influencia del proceso de análisis jerárquico no determina el índice de rendimiento del costo de un proyecto de software.

H0: $Ia \geq Ip$

Hipótesis Alternativa (HA): La influencia de un Proceso de Análisis Jerárquico determina el índice de rendimiento del costo de un proyecto de la universidad nacional del callao.

HA: $Ia > Ip$

Indicador: Índice de rendimiento del cronograma de un proyecto

Ia = Indicador del Sistema Actual

Ip = Indicador del Sistema Propuesto Hipótesis Específicas

He2: La influencia del proceso de análisis jerárquico reduce el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto en la Universidad Nacional del Callao

Ia = Determinar el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto antes de la Implementación del proceso de análisis jerárquico.

Ip = Determinar el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto después de la Implementación del proceso de análisis jerárquico.



Hipótesis Nula (H0): La influencia del proceso de análisis jerárquico no determina índice de rendimiento del cronograma de un proyecto.

H0: $I_a \geq I_p$

Hipótesis Alternativa (HA): La influencia del proceso de análisis jerárquico determina índice de rendimiento del cronograma de un proyecto de la universidad nacional del callao.

HA: $I_a > I_p$

Nivel de Significancia

El nivel de significancia (X) escogido para la prueba de hipótesis fue del 5%, por lo tanto el nivel de confianza tomó el valor de 95%, denotándose de la siguiente manera:

$X = 5\%$ (error)

Nivel de Confiabilidad = $1 - X = 0.95$ Estadística de Prueba

La estadística de prueba a utilizar va a ser de T-Student debido a la cantidad de procesos que conforman la población, es decir una muestra pequeña.

Prueba de Normalidad

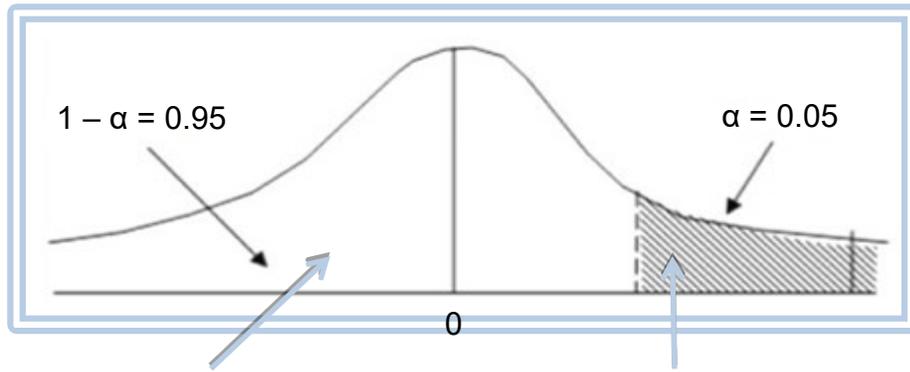
Se realiza cuando el número de la muestra es mayor a 50, si el resultado de la prueba de normalidad fuera menor a 0.05 (no normal), se aplicará la prueba de U de Mann-Whitney. En la presente investigación se usará el método de Kolmogorov Smirnov debido a que la muestra es mayor a 50. (Pino, 2010).

Región de Rechazo

La región de rechazo es $T = T_x$, donde T_x es tal que: $P [T > T_x] = 0.05$, donde $T_x =$ Valor Tabular.



Luego la región de rechazo es: $T > T_x$



Región de Aceptación

Región de Rechazo

Figura 4 Región de aceptación o rechazo



CAPITULO VI RESULTADOS

6.1 Resultados descriptivos

En el estudio se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico para evaluar el índice de rendimiento del costo y del cronograma, para ello se aplicó un Sistema tradicional que permita conocer las condiciones iniciales del indicador; posteriormente se implementó el Proceso de Análisis Jerárquico y nuevamente se registró índice de rendimiento del costo y del cronograma

Los resultados descriptivos de estas medidas se observan en las Tablas 9, 10, 11, 12 y 13.

Hipótesis general

INDICADOR: Índice de rendimiento del costo

Los resultados descriptivos del índice de rendimiento del costo estas medidas se observan en la Tabla 9

Tabla 9.
MEDIDAS DESCRIPTIVAS DEL INDICE DEL RENDIMIENTO DEL COSTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL PROCESO ANALISIS JERARQUICO

Estadísticos descriptivos				
	Mínimo	Máximo	Media	Desv.tip
ANTES	1.00	3.00	0.86	0.053
DESPUÉS	1.00	3.00	1.09	0.057

En el caso del índice de rendimiento del costo, ANTES se obtuvo un valor de 0.86 proyectos, mientras que en el DESPUES fue de 1,09 costos tal como se aprecia en la figura 5, esto indica

una gran diferencia antes y después de la implementación del Proceso de Análisis Jerárquico; así mismo, índice de rendimiento del costo de un proyecto mínima fue de 1, antes, y 1s (ver tabla 9) después de la implementación del Proceso de análisis jerárquico. En cuanto a la dispersión del índice de rendimiento del costo de un proyecto, en el Sistema Tradicional se tuvo una variabilidad de 5.3%; sin embargo, en el Sistema Computacional se tuvo un valor de 5.7%.

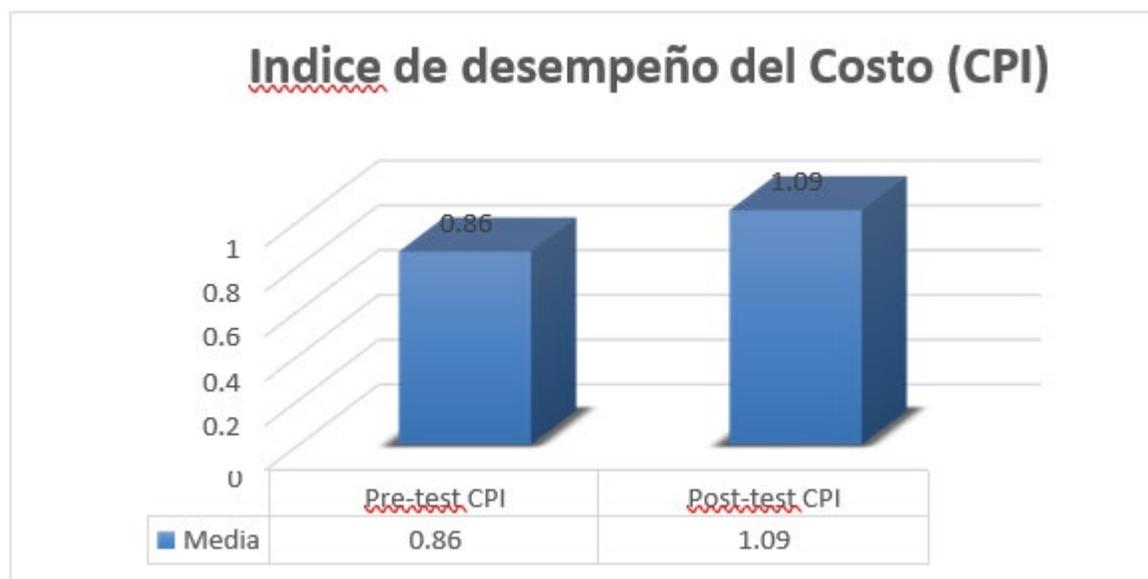


Figura 5. Índice de rendimiento del costo de un proyecto de antes y después de implementado del Proceso de análisis jerárquico.

INDICADOR: índice de Rendimiento del Cronograma de un proyecto

Los resultados descriptivos de la elaboración del título de un proyecto de investigación estas medidas se observan en la Tabla 10

Tabla 10.

MEDIDAS DESCRIPTIVAS DEL INDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO.

	Estadísticos descriptivos			
	Mínimo	Máximo	Media	Desv.tip
Pre-Test	1.00	3.00	0.73	0.85
Post-Test	1.0	3.0	1	.0000

En el caso del índice de rendimiento del cronograma de un proyecto, en el ANTES se obtuvo un valor de 73%, mientras que en el DESPUES 100% tal como se aprecia en la figura 6, esto indica una gran diferencia antes y después de la implementación del Proceso de análisis jerárquico; así mismo, el índice de rendimiento del cronograma mínimo fue uno antes, y uno (ver tabla 10) después de la implementación del Proceso de análisis jerárquico.

En cuanto a la dispersión el índice de rendimiento del cronograma, en el Sistema Tradicional se tuvo una variabilidad de 85%; sin embargo, en el Sistema Computacional se tuvo un valor de 0%.

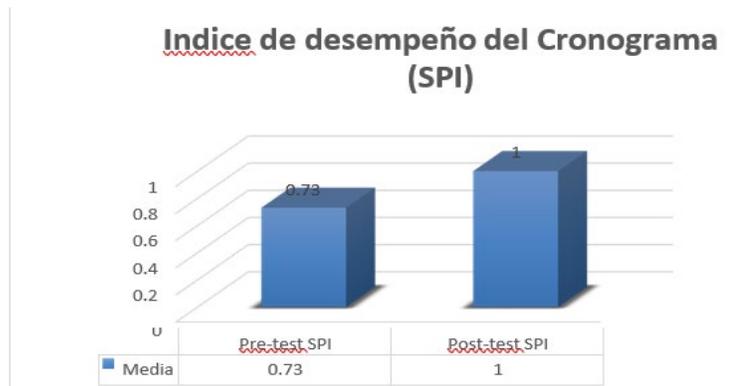


Figura 6. índice de Rendimiento del cronograma de un proyecto, antes y después de implementado del Proceso e análisis jerárquico

6.2 Resultados inferenciales

Prueba de Normalidad

Se procedió a realizar la prueba de normalidad para los indicadores índice de rendimiento del costo e índice de rendimiento del cronograma de un proyecto de investigación a través del método utilizado Shapiro-Wilk ya que se utiliza una muestra menor a 50 ($n < 50$), debido a que el tamaño de la muestra está conformado por 3 proyectos y es menor a 50, tal como lo indica Hernández, Fernández y Baptista (2006, pág. 376). Dicha prueba se realizó introduciendo los datos de cada indicador en el software

estadístico SPSS 22.0, para un nivel de confiabilidad del 95%, bajo las siguientes condiciones:

Si:

Sig. < 0.05 adopta una distribución no normal.

Sig. ≥ 0.05 adopta una distribución normal.

Dónde:

Sig. : P-valor o nivel crítico del contraste.

Los Resultados fueron los siguientes:

Indicador: Índice de rendimiento del costo de un proyecto

Con el objetivo de seleccionar la prueba de hipótesis; los datos fueron sometidos a la comprobación de su distribución, específicamente si los datos del índice de rendimiento del costo de un proyecto contaban con distribución normal (ver tabla 11).



Tabla 11.
PRUEBA DE NORMALIDAD DEL INDICE DE RENDIMIENTO DEL COSTO DE UN PROYECTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO

	Shapiro will ^a		Sig.
	Estadístico	gl	
SISTEMA TRADICIONAL	.299	3	.002
SISTEMA COMPUTACIONAL	.205	3	.002

Fuente: elaboración Propia

Como se muestra en la Tabla N° 11 los resultados de la prueba indican que el sig. del índice del rendimiento del costo de un proyecto de investigación en el Sistema tradicional fue de 0.02, cuyo valor es menor que 0.05, por lo que indica que el índice del rendimiento del costo **se no se distribuye normalmente**. Los resultados de la prueba del Sistema computacional indican que el sig. Del índice del rendimiento del costo de un proyecto fue de 0.002, cuyo valor es menor que 0,05, por lo que indica que índice del rendimiento del costo de un proyecto no se distribuye **NO normalmente**. Lo que se confirma la distribución **no normal** de ambos datos de la muestra, se puede apreciar en las Figuras 5 y 6.-



Indicador: Índice de rendimiento del cronograma de un proyecto

Con el objetivo de seleccionar la prueba de hipótesis; los datos fueron sometidos a la comprobación de su distribución, específicamente si los datos del índice de rendimiento del cronograma de un proyecto contaban con distribución normal (ver tabla 12).



Tabla 12.
PRUEBA DE NORMALIDAD DEL INDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA DE UN PROYECTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO

Shapiro wilk	Estadístico	gl	Sig.
SISTEMA TRADICIONAL	.315	3	.002
SISTEMA COMPUTACIONAL	.208	3	.000

Fuente: elaboración Propia

Como se muestra en la Tabla N°12 los resultados de la prueba indican que el sig. del índice del rendimiento del cronograma de un proyecto de investigación en el Sistema Tradicional fue de 0.002, cuyo valor es menor que 0.05, por lo que indica que el índice del rendimiento del cronograma de un proyecto de investigación **No se distribuye normalmente**. Los resultados de la prueba del Sistema computacional indican que el sig. del índice del rendimiento del cronograma de un proyecto de investigación fue de 0.000, cuyo valor es menor que 0,05, por lo que indica que índice del rendimiento del cronograma de un proyecto de investigación **No se distribuye normalmente**. Lo que se confirma la distribución es **NO normal** de ambos datos de la muestra, se puede apreciar en las Figuras 5 y 6.-

CAPITULO VII DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS



7.1 Contratación de la hipótesis

A continuación, se presentan los procedimientos para contrastar las pruebas estadísticas.

Hipótesis específicas Hipótesis de Investigación 1:

He1: La influencia del Proceso de análisis jerárquico Sistema Web aumenta índice del **rendimiento del costo** de un proyecto de la universidad Nacional del callao.

Indicador: índice del rendimiento del costo de un proyecto

Hipótesis Estadística

Definiciones de Variables:

Ia = Determinar el índice del rendimiento del costo de un proyecto **antes** de la Implementación del Proceso de análisis jerárquico.

Ip = Determinar el índice del rendimiento del costo de un proyecto **después** de la Implementación del proceso de análisis jerárquico.

Hipótesis Nula (H0): La influencia de proceso de análisis jerárquico **no determina** el índice del rendimiento del costo de un proyecto de la Universidad Nacional del Callao.

H0: $Ia \geq Ip$

Hipótesis Alternativa (HA): la influencia de proceso de análisis jerárquico determina el aumento del índice del rendimiento del costo de un proyecto de la Universidad Nacional del Callao.

HA: $I_a > I_p$

El indicador con el proceso de análisis jerárquico es mejor que el indicador sin el Proceso de análisis jerárquico

En cuanto al resultado del contraste de hipótesis se aplicó U de Mann-Whitney, debido a que los datos durante la investigación (Sistema Tradicional y Sistema computacional) NO se distribuyen normalmente. (ver tabla 13).

Tabla 13.
PRUEBA DE U MANN-WHITNEY PARA DETERMINAR INDICE DEL RENDIMIENTO DEL COSTO DE UN PROYECTO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO DEL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO.

Metodo	N	Mann-Whitney U		Sig. (bilateral)
		Mean Rank	Sum of Rank	
Sistema Tradicional	3	0.00	0.000	0,000
Sistema Computacional	3	14.5	1378	

Como se observa en la tabla 13, el valor P-valor obtenido es 0.00 es menor 0.05, Entonces, se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna con un 95% de confianza. Por lo tanto, el proceso de análisis jerárquico aumenta el índice de rendimiento del costo de un proyecto de la Universidad Nacional del Callao.

Hipótesis de Investigación 2:

He2: La influencia de Proceso de análisis jerárquico aumenta el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto de la universidad Nacional del callao.

Indicador: índice de rendimiento del cronograma



Hipótesis Estadística

Definiciones de Variables:

Ia = Determinar el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto **antes** de la Implementación del Proceso de análisis jerárquico.

Ip = Determinar el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto **después** de la Implementación del proceso de análisis jerárquico.

Hipótesis Nula (H0): La influencia de un proceso de análisis jerárquico **no determina** el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto de la Universidad Nacional del Callao.

H0: $I_a \geq I_p$

Hipótesis Alternativa (HA): la influencia de proceso de análisis jerárquico determina el **augmenta** el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto de la Universidad Nacional del Callao.

HA: $I_a > I_p$



En cuanto al resultado del contraste de hipótesis se aplicó U de Mann-Whitney, debido a que los datos durante la investigación (Sistema Tradicional y Sistema computacional) NO se distribuyen normalmente. (ver tabla 14).



Tabla 14.
PRUEBA DE U MANN-WHITNEY PARA DETERMINAR INDICE DE RENDIMIENTO DEL CRONOGRAMA DE UN PROYECTO DE ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTADO EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO

Metodo	Mann-Whitney U			Sig. (bilateral)
	N	Mean Rank	Sum of Ranks	
Sistema Tradicional	3	0	0	,000
Sistema Computacional	3	14.5	406	

Como se observa en la tabla 14, el valor P-valor obtenido es 0.00 es menor 0.05, Entonces, se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna con un 95% de confianza. Por lo tanto, el Proceso de análisis jerárquico aumenta el índice de rendimiento del cronograma de un proyecto de la Universidad Nacional del Callao.

Contrastación de la hipótesis con estudios similares

Debido a que no existen investigaciones realizadas en esta línea, tomaremos investigaciones relacionadas al desarrollo del software.

Según Pillajo, Ochoa, Acosta, Gonzalo y Olmedo (2016) propone una metodología totalmente nueva y amigable para el usuario, la cual permita generar aplicaciones interactivas sin tener el conocimiento técnico ni las habilidades de programación que implica su creación. La reducción del tiempo en la generación

de aplicaciones, disminución de capital de inversión en la preparación y adiestramiento del personal,

según Molina (2015) se comparte, en su propuesta "Marco web para el camino hacia el control de tareas para el uso y mantenimiento de PC e impresoras en el territorio de riesgo de la empresa 911 IT GROUP SAC" , lo que demuestra que El archivo de exhibición del calendario sin el marco web fue de 0.57 y con un arreglo web de 0.84, es decir, una expansión de 0.27 dependiendo de los resultados obtenidos.

Asimismo, para el registro de presentación de costos para la prueba previa, se obtuvo



una estimación de 0.86, lo que no es normal para eso, con la ejecución del marco, la prueba posterior dio una estimación de 1.09, lo que demuestra que ha habido un incremento crítico de 0.23 en el archivo de exhibición de costos. En este sentido, se expresa que un marco web en el registro de exhibición de costos impacta decididamente el control y la verificación de las empresas

Responsabilidad ética

Se resguardó la identidad de los documentos emitidos que participaron en la investigación y de los resultados obtenidos de manera confidencial.

Se siguió la investigación de acuerdo a los lineamientos y reglamentos de la Universidad Nacional del Callao.

El uso y difusión de la información se realizó en base a los criterios de prudencia y transparencia, garantizándose la confidencialidad de los datos



CONCLUSIONES

Se concluye que el Proceso de Análisis jerárquico mejora el índice de rendimiento del cronograma e índice de rendimiento del costo de un proyecto de la universidad Nacional del callao., pues permitió aumentar a ambos indicadores su rendimiento de un proyecto

Se concluye que el proceso de análisis jerárquico aumenta el índice de rendimiento del costo de proyecto de investigación en un 23%. Por lo tanto, se afirma que el proceso de análisis jerárquico aumenta su rendimiento de un proyecto

Se concluye que el Proceso de análisis jerárquico aumenta el índice de rendimiento del cronograma de proyecto en un 27%. Por lo tanto, se afirma que el Proceso de análisis jerárquico aumenta de un proyecto.



RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer talleres de generación de proyectos de software y para determinar los factores críticos de éxito

Se recomienda utilizar la inteligencia artificial para proceso de analisis jerárquico

Se recomienda hacer una trazabilidad de todas la tareas de los proyectos



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



Cobo, Á., Gómez, P., Pérez, D., & Rocha, R. (2005). R OCÍO R OCHA PHP y MySQL Tecnologías para el desarrollo de. Retrieved from www.diazdesantos.es/ediciones

Conallen, J. (2002). Building Web Applications with Uml. (I. Addison-Wesley

Longman Publishing Co., Ed.). Boston, MA.



Dominguez, M., & Simó, M. (2003). Técnicas d'Investigació Social Quantitatives. (E. U. de Barcelona, Ed.). Barcelona.

Hernandez, Roberto; Fernández, Collado; Baptista, M. del P. (2010). Metodología de la Investigación.

Martínez R. (2018) Como Hacer una Tesis desde cero: Conferencia en el Hotel Marriot

Martin, M., Horna, O., Nedel, F., & Navarro, A. (2010). FUNDAMENTOS DE ESTADÍSTICA EN CIENCIAS DE LA SALUD. (UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA, Ed.).

Mateu, C. (2004). Software libre Desarrollo de aplicación web. Retrieved from [http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/450/1/Desarrollo Aplicaciones Web.pdf](http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/450/1/Desarrollo%20Aplicaciones%20Web.pdf)

Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana, 1–217. Retrieved from <http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>

Pérez, M. M. (2012). Microsoft SQL Azure. Administración y desarrollo en la nube, 224.

Pulpón Segura, A. M., Fuentelsalz Gallego, C., & Icart Isern, M. T. (2001). Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina. Universitat de Barcelona (UB).

Rodríguez T. (2018) Metodología de la investigación científica

Rodríguez, Y. D., & Tarragó, N. S. (2010). Proposal for the design of a repository of doctoral theses for Health sector in Cuba. Propuesta Para El Diseño de Un Repositorio de Tesis Doctorales Para El Sector Salud En Cuba. Retrieved from [http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-](http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79955550810&partnerID=40&md5=8936bb74ae4b331945e5352ca84e2851)

79955550810&partnerID=40&md5=8936bb74ae4b331945e5352ca84e2851



Sierra, B. (1998). Técnicas de investigación social. Madrid: Paraninfo, Thomson Learning. Madrid.

Supo.J. (2017) Como empezar una Tesis www.comoenpezarunatesis.com

Thomson, L., & Welling, L. (2005). Desarrollo Web con PHP y MySQL Title. (A. Multimedia, Ed.) (Grupo Anay). Madrid.

Wallace, W. (1974). La lógica de la ciencia en la sociología

ANEXOS

A small, handwritten signature in blue ink, located in the upper right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a single character or a very short word.

8

8



Anexo N° 1: Matriz de Consistencia

DIMENSIONES	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGIA
Principal	General	General	Independiente			
P: ¿De qué manera influye el proceso de análisis jerárquico en la generación de nuevos proyectos OTIC-UNAC?	OG: Determinar De qué manera influye el proceso de análisis jerárquico en la generación de nuevos proyectos en la OTIC-UNAC	HG: El proceso de análisis jerárquico mejora la generación de nuevos proyecto en la Otic-UNAC.				TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: Cuasi Experimental POBLACIÓN: 3 proyectos MUESTRA: 3 proyectos TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Entrevista Ficha e
Secundario	Específico	Específico	Dependiente			
P1: ¿En qué medida proceso de análisis jerárquico influye en el índice de rendimiento del cronograma de la otic-unac?	OE1: Determinar En qué medida proceso de análisis jerárquico influye en el índice de rendimiento del cronograma de la otic-unac.	HE1: El proceso de análisis jerárquico incrementa el índice de rendimiento del cronograma de la Otic-UNAC.		Control del Cronograma	Índice de rendimiento del cronograma	
P2: ¿En qué medida un proceso de análisis jerárquico influye en el índice de rendimiento de costos Otic-UNAC?	OE2: Determinar En qué medida un proceso de análisis jerárquico influye en el índice de rendimiento de costos Otic-UNAC.	HE2: EL Proceso de análisis jerárquico incrementa el índice del rendimiento de los costos de la Otic-UNAC		Control del Costo	Índice de rendimiento del costo	

			PROYECTOS			
--	--	--	------------------	--	--	--

A small, handwritten signature in blue ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a single character or a very short word.

**Anexo N° 2 : Modelo para la Evaluación de Expertos para la Ficha de Registro del
Indicador Índice de Rendimiento del Cronograma
Evaluación de Expertos**

Apellidos y Nombres del Experto:

Fecha: / /

Título y/o Grado:

() Doctor () Magister () Licenciado () Otro. Especifique:

Institución donde labora:

Tesis: Proceso de Análisis jerárquico para la generación de nuevos proyectos de OTIC-UNAC

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de calificar cada una de las preguntas marcando con un aspa (x) en las columnas SI o NO. De igual manera, le exhortamos en la corrección de los ítems indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas.

Ficha de Registro: Índice de desempeño del Cronograma				
IT E M	PREGUNTAS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿El instrumento de medición cumple con el diseño adecuado?			
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?			
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de investigación?			
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?			
6	¿La relación de las preguntas es con sentido coherente?			
7	¿Del diseño del instrumento de medición, son entendibles sus alternativas de respuesta?			
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo para que sea contestado y así poder obtener los datos requeridos?			

Firma del Experto:

A small, square, light blue stamp containing a handwritten signature in blue ink. The signature is a stylized, cursive letter, possibly 'S' or 'S.', written in a fluid, connected style.

**Anexo N° 10: Modelo para la Evaluación de Expertos para la Ficha de Registro del
Indicador Índice de Rendimiento del Costo
Tabla de Evaluación de Expertos**



Apellidos y Nombres del Experto:

Fecha: / /

Título y/o Grado:

Doctor Magister Licenciado Otro. Especifique:

Institución donde labora:

Tesis: Proceso de Análisis jerárquico para la generación de nuevos proyectos de OTIC-UNAC

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de calificar cada una de las preguntas marcando con un aspa (x) en las columnas SI o NO. De igual manera, le exhortamos en la corrección de los ítems indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas.

Ficha de Registro: Índice de desempeño de Costos				
IT E M	PREGUNT AS	S I	NO	OBSERVACIONES
1	¿El instrumento de medición cumple con el diseño adecuado?			
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?			
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de investigación?			
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?			
6	¿La relación de las preguntas es con sentido coherente?			
7	¿Del diseño del instrumento de medición, son entendibles sus alternativas de respuesta?			

8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo para que sea contestado y así poder obtener los datos requeridos?			
---	--	--	--	--

Firma del Experto:

