



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



**TITULO: "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOS SISTEMAS SUAVES
AL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL"**

TESIS QUE PRESENTA: ROBERTO QUINTANA SURO

DIRECTOR DE TESIS: M.I. JUAN ANTONIO DEL VALLE FLORES

MEXICO D.F. 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A LA MEMORIA DE MI PADRE,
ROBERTO QUINTANA GARCÍA REBOLLO**

TEMA: “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOS SISTEMAS SUAVES AL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERO CIVIL”

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO I. EL ENFOQUE DE SISTEMAS Y SU EVOLUCIÓN

- I.1 EL CONCEPTO DE SISTEMA.
- I.2 TEORIA GENERAL DE SISTEMAS
- I.3 METODOLOGÍAS DE SISTEMAS
- I.4 INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES E INGENIERÍA DE SISTEMAS
- I.5 PLANEACIÓN

CAPITULO II. LA METODOLOGÍA DE LOS SISTEMAS SUAVES Y SU APLICACIÓN

- II.1 SITUACIÓN PROBLEMA
- II.2 VISIÓN ENRIQUECIDA
- II.3 DEFINICIÓN RAÍZ
- II.4 MODELOS CONCEPTUALES
- II.5 COMPARACIÓN
- II.6 CAMBIOS FACTIBLES Y DESEABLES
- II.7 IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES

CAPITULO III. MODELO DE REQUERIMIENTOS Y SU CRUZ MALTESA DE LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN, ESTRUCTURAS, GEOTÈCNIA, HIDRÀULICA, SANITARIA, PLANEACIÓN Y SISTEMAS Y TOPOGRAFÍA.

- III.1 DEFINICIÓN RAÍZ Y MODELO CONCEPTUAL DE TAREA PRIMARIA CONSENSUADOS.
- III.2 MARCO CONCEPTUAL DE LA CRUZ MALTESA
- III.3 ESTRUCTURA Y ENSAMBLADO DE LA CRUZ MALTESA
- III.4 PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS Y COMPARACIÓN CON LOS REQUERIMIENTOS.

CAPITULO IV. MEMORIA DE ACTIVIDADES E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- IV.1 ENTREVISTA CON EXPERTOS EN LAS ÁREAS DE INGENIERÍA CIVIL.
- IV.2 PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AUTOMATIZAR LA CRUZ MALTESA
- IV.3 LABOR DE LIGAR CAPACIDADES CONCEPTUALES CON MAPA CURRICULAR.
- IV.4 INTERPRETACION DE RESULTADOS

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**APÉNDICE
BIBLIOGRAFÍA**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I. EL ENFOQUE DE SISTEMAS Y SU EVOLUCIÓN.....	4
I.1 EL CONCEPTO DE SISTEMA.....	4
I.2 TEORIA GENERAL DE SISTEMAS.....	5
I.3 METODOLOGÍAS DE SISTEMAS.....	6
I.4 INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES E INGENIERÍA DE SISTEMAS.....	9
I.5 PLANEACIÓN.....	11
CAPITULO II. LA METODOLOGÍA DE LOS SISTEMAS SUAVES Y SU APLICACIÓN.....	15
II.1 SITUACIÓN PROBLEMA.....	16
II.2 VISIÓN ENRIQUECIDA.....	18
II.3 DEFINICIÓN RAÍZ.....	25
II.4 MODELOS CONCEPTUALES.....	27
II.5 COMPARACIÓN.....	29
II.6 CAMBIOS FACTIBLES Y DESEABLES.....	30
II.7 IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES.....	31
CAPITULO III. MODELO DE REQUERIMIENTOS Y LA CRUZ MALTESA DE LAS ÁREAS DE CONSTRUCCIÓN, ESTRUCTURAS, GEOTÉCNIA, HIDRÁULICA, SANITARIA, PLANEACIÓN Y SISTEMAS Y TOPOGRAFÍA.....	32
III.1 DEFINICIÓN RAÍZ Y MODELO CONCEPTUAL DE TAREA PRIMARIA CONSENSUADOS.....	32
III.2 MARCO CONCEPTUAL DE LA CRUZ MALTESA.....	48
III.3 ESTRUCTURA Y ENSAMBLADO DE LA CRUZ MALTESA.....	48
III.4 PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS Y COMPARACIÓN CON LOS REQUERIMIENTOS.....	50
CAPITULO IV. MEMORIA DE ACTIVIDADES E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	55
IV.1 ENTREVISTA CON EXPERTOS EN LAS ÁREAS DE INGENIERÍA CIVIL.....	55
IV.2 PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AUTOMATIZAR LA CRUZ MALTESA.....	58
IV.3 LABOR DE LIGAR CAPACIDADES CONCEPTUALES CON MAPA CURRICULAR.....	59
IV.4 INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	60
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
APÉNDICE	74
BIBLIOGRAFÍA	85

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la Facultad (FI) de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se han venido haciendo revisiones a los planes de estudio, fundamentado en el marco institucional de docencia de la UNAM. Estas revisiones se realizan cuando se percibe la oportunidad de realizar modificaciones para adaptarlo a las condiciones sociales que se van presentando en el país; Estos cambios se han dado en la siguiente cronología.

1948 1949 1950 1951 1955 1956 1958 1967 1968 1970 1980 1985
1990 1991 1993 [folleto informativo, 1992]

La tarea de revisión a un plan de estudios representa una problemática social entre las personas interesadas en el proceso, alumnos, autoridades de la facultad, profesores, exalumnos, empleadores, funcionarios de instituciones involucradas y ejecutivos de empresas privadas los cuales no tienen los mismos objetivos.

La presente tesis aborda el problema de realizar una revisión al plan de estudios 1994 (PE94), de la Facultad de Ingeniería Civil de la FI de la UNAM, con un enfoque de sistemas, utilizando la Metodología de los Sistema Suaves, en ingles Soft Systems Methodology (SSM).

Al presentar esta revisión al PE94, se está conciente que oficialmente ya está en vigor el Plan 2006. Esta situación permitirá comentar los cambios hechos oficialmente con aquellos que sugieran los análisis comprendidos en esta tesis.

Se aplica esta metodología tal como fue desarrollada por Peter Checklan* para el propósito expreso de ocuparse de problemas de este tipo, apoyándose en la submetodología de análisis de requerimientos de Brian Wilson**a través de modelos conceptuales y utilizando la herramienta conocida como Cruz Maltesa, aportación conceptual de Wilson para realizar la comparación de lo que se tiene con lo que se quiere, limitada a un uso físico por tratarse de una comparativa visual, para su uso en esa tesis, se solvento con la automatización de la Cruz Maltesa.* **

El propósito de utilizar la SSM es reforzar el entendimiento de las situaciones involucradas en la revisión del Plan de Estudios de una carrera, las cuales se perciben como problemáticas y donde se tiene como fin saber hacia dónde deben apuntarse las mejoras. Existen ya aprendizajes que están relacionados con la situación social compleja del Plan de Estudios los cuales traen consigo perspectivas (divergentes) en los mismos problemas a ser considerados, incluyendo los mismos objetivos a ser logrados.

* Peter Checklan, investigador de la Universidad de Lancaster, localizada en el Reino Unido, desarrollo la SSM.

** Brian Wilson: colaborador de Peter Checklan,

*** Propuesta en la tesis doctoral de Juan Antonio del Valle Flores, donde se puede usar una base de datos relacional la cual permite ingresar una gran cantidad de datos, procesar la información, todo con el fin de realizar comparativas. Contándose así con una herramienta eficaz para poder deducir conclusiones y recomendaciones.

La SSM lleva a tomar la acción propositiva en la situación apuntando a la mejora, acción que parece sensible a todo aquello involucrado. La SSM articula un proceso de investigación que lleva a la acción, esta acción que no es un punto final a menos que los participantes en el proceso escojan hacerlo tal. Dado que tomar esa acción cambia la situación investigada del problema, ésta puede continuar en un proceso de aprendizaje que permanece abierto a nuevos resultados. En este aspecto puede aplicarse la SSM como un apoyo para el aprendizaje continuado en los sistemas sociales organizados.

CAPITULO I EL ENFOQUE DE SISTEMAS Y SU EVOLUCIÓN

INTRODUCCIÓN

Al término de la Segunda Guerra Mundial se tiene la necesidad de hacer eficiente el manejo de los recursos disponibles, surgiendo así la investigación de operaciones en los años cincuentas, con un enfoque mecanizado con herramientas matemáticas, las cuales no consideran los aspectos sociales en un sistema, La ingeniería de sistemas por su parte se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad incluyendo aspectos sociales.

En México se adopta la ingeniería de sistemas en 1965, con un desfase de quince años.

I.1 EL CONCEPTO DE SISTEMA

Un útil punto de inicio para llegar a una definición precisa es tomar una definición general de la teoría general de sistemas, "un sistema es un conjunto estructurado de objetos y/o atributos junto con las relaciones entre ellos". Esta definición conduce al modelo de la fig I.1.1

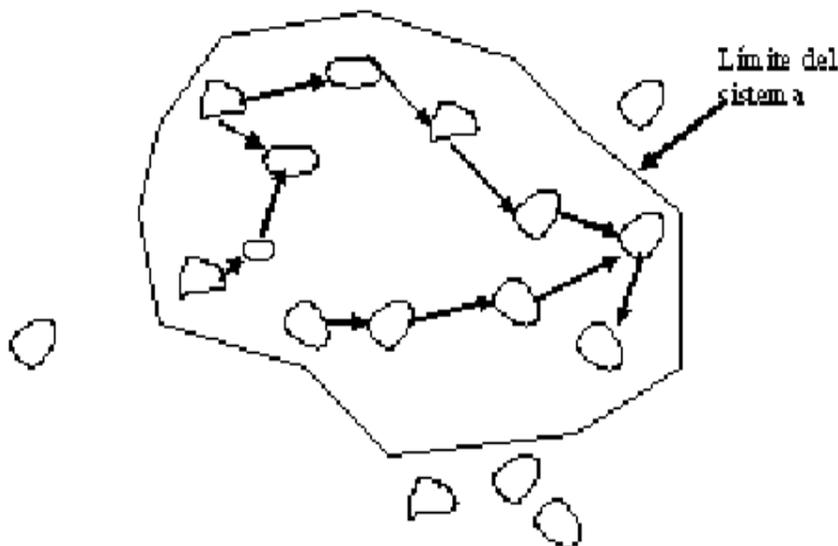


Fig I.1.1 Un modelo de un sistema

Para comprender el modelo anterior, es necesario definir la palabra modelo; "Un modelo es la interpretación explícita de lo que uno entiende de la situación, o tan solo de las ideas de uno acerca de esa situación. Puede expresarse en matemáticas, símbolos o palabras pero en esencia es una descripción de entidades, procesos o atributos y las relaciones entre ellos, puede ser prescriptivo o ilustrativo, pero sobre todo, debe ser útil".

Como puede verse, en principio, el sistema es un conjunto, esto es, contiene elementos que tienen alguna razón para que se consideren juntos, por encima de otras razones. Pero es más que un simple conjunto, también contiene las relaciones que existen entre sus elementos. De manera que si el sistema es un paquete computacional, los elementos serán las instrucciones y las relaciones se definirán con la estructura particular del programa. [Wilson, 1993]

De acuerdo con lo anterior la idea de sistema engloba a un grupo de elementos conectados entre si que forman un todo. El hombre puede observar el mundo y razonar acerca de sus observaciones para así adquirir información del mundo. La visión sistémica es una manera particular de razonar acerca del mundo.

Particularmente las ingenierías de sistemas se introduce al país a través de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en 1965, -durante el rectorado del Ing. Javier Barros Sierra-, con un desfase de una década y media respecto a la aparición del paradigma de los sistemas con los primeros cursos sobre conceptos sistémicos a nivel de estudios de posgrado posteriormente en los años setentas se incluye en la curricula de la Carrera de Ingeniería Civil conceptos y sistemas con un enfoque de ingeniería de sistemas.

Surgen, sistémicos mexicanos, que hicieron posible que los estudiantes mexicanos o incluso latinos fuéramos evangelizados con el conocimiento de los sistemas, entre ellos aportando trabajos de optimización los ingenieros, Francisco Jaufred Mercado, Alberto Moreno Bonett y Jesús Acosta Flores, de técnicas Alejandro González Cueto, de metodología de sistemas, Felipe Ochoa Rosso.

Los cursos en la carrera de ingeniero civil, relacionados con sistemas, han sido Planeación e Ingeniería de Sistemas; el primero conteniendo conceptos que ligaban al ingeniero con su entorno socioeconómico, la metodología y los principios de evaluación de proyectos; en el segundo, impartido en uno o dos o hasta tres cursos secuenciales, se han introducido conceptos y modelos de programación lineal, teoría de decisiones, simulación, confiabilidad, entre otros.

Sin embargo existe una constante, el enfoque de los sistemas se ha aplicado inicialmente a problemas estructurados o en el mejor de los casos a problemas que con el ingenio del analista fueron estructurados.

Un enfoque a un problema que toma una amplia visión, considerando las interacciones entre diferentes partes del problema, es una visión sistémica. Los sistemas constituyen una materia que puede hacer referencia a otras materias: es una metadisciplina aplicable a cualquier otra disciplina. La captura de esta idea se asocia con la frase: enfoque de sistemas. [del Valle Flores; Apuntes de Planeación, 2004] *

I.2 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

Teoría de Sistemas: Son las teorías que describen la estructura y el comportamiento de sistemas. La teoría de sistemas cubre el aspecto completo de tipos específicos de sistemas, desde los sistemas técnicos, hasta los conceptuales, aumentando su nivel de generalización y abstracción.

La Teoría General de Sistemas (TGS) ha sido descrita como: una teoría matemática convencional – un metalenguaje – un modo de pensar – una jerarquía de teorías de sistemas con generalidad creciente.

Los objetivos originales de la TGS son los siguientes: Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos. Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos y, por último, promover una formalización (matemática) de estas leyes. La primera formulación en tal sentido es atribuible al biólogo Ludwig Von Bertalanfy (1901 – 1972), quien acuñó la denominación “Teoría General de Sistemas”.

*Con frecuencia se hace referencia a los apuntes y parte del documento doctoral del M.I. Juan Antonio del Valle Flores por estar estrechamente ligado el tema de la tesis.

Investigar el isomorfismo de conceptos, leyes y modelos en varios campos y facilitar las transferencias entre aquellos. Promoción y desarrollo de modelos teóricos en campos y facilitar las transferencias entre aquellos. Promoción y desarrollo de modelos en varios campos que carecen de principios conceptuales y metodológicos unificadores. Como ha sido señalado en otros trabajos, la perspectiva de la TGS surge en respuesta al agotamiento e inaplicabilidad de los enfoques analítico-reduccionista y sus principios mecánico – causales.

Si bien el campo de aplicaciones de la TGS no reconoce limitaciones, al usarlas en fenómenos humanos, sociales y culturales se advierte que sus raíces están en el área de los sistemas naturales (organismos) y en el de los sistemas artificiales (máquinas). Mientras más equivalencias reconozcamos entre organismos, máquinas, hombres y formas de organización social mayores serán las posibilidades para aplicar correctamente el enfoque de la TGS, pero mientras más experimentemos los atributos que caracterizan lo humano, lo social y lo cultural y sus correspondiente sistemas, quedarán en evidencia sus inadecuaciones y deficiencias (sistemas triviales).

Finalmente, Bertalanffy reconoce que la teoría de sistemas comprende un conjunto de enfoques que difieren en estilo y propósito, entre las cuales se encuentra la teoría de conjuntos (Mesarovic), teoría de las redes (Rapoport), Cibernética (Wiener), Teoría de la información (Shanon y Weaver), Teoría de los autómatas (Turing), Teoría de los juegos (Von Neumann), entre otras. Por eso, la práctica del análisis aplicado de sistemas tiene que aplicar diversos modelos, de acuerdo con la naturaleza del caso y con criterios operacionales. [Arnold, Ph.D. y Fco Osorio, 1998]

I.3 METOLOGÍAS DE SISTEMAS

La Metodología de Sistemas sirve para el diseño y la solución de problemas, es una gran visión integrada, que es tecnológicamente adaptable y que no está dirigida a solucionar un sólo tipo de problemas. La Metodología de Sistemas analiza y resuelve problemas que combinan diferentes tecnologías y cruza las fronteras entre las disciplinas; es una visión interdisciplinaria, diferente a las ingenierías que ven la solución del problema sólo desde su propia disciplina.

Las primeras ideas de sistemas: Durante los cincuentas, los conceptos y principios básicos del enfoque de sistemas fueron establecidos por pioneros del movimiento de sistemas como Ashby, Bertalanffy, Boulding, Fagen, Gerard y Rappoport. Estos académicos representaban a una variedad de disciplinas y campos de estudio. Ellos compartieron y articularon una convicción común: unificar la naturaleza de la realidad.

Reconocieron ellos la apremiante necesidad de una investigación disciplinada, unificar el entendimiento para tratar con complejidades cada vez mayores, complejidades que van más allá de la competencia de una sola disciplina. Como resultado, desarrollaron una perspectiva transdisciplinaria que enfatizó el ordenamiento intrínseco e interdependiente del mundo en todas sus manifestaciones.

La investigación de sistemas incorpora tres dominios interrelacionados de investigación disciplinada: teoría de sistemas, filosofía de sistemas y metodología de sistemas.

En contraste con el paradigma analítico, reduccionista y de causa lineal de la ciencia clásica, la filosofía de sistemas lleva a una reorientación de la visión del mundo, manifestada por un modo de pensar expansionista, dinámico no lineal y sintético.

La exploración científica de la teoría de sistemas permitió a varias de las ciencias descubrir formalmente a la teoría general de sistemas, un conjunto de conceptos y principios interrelacionados, aplicable a todos los sistemas.

La metodología de sistemas proporciona un conjunto de modelos, estrategias, métodos y herramientas; así se instrumentan la filosofía y la teoría de sistemas en análisis, diseño, desarrollo, solución de problemas de sistemas complejos y su manejo.

Bertalanffy dijo en su momento que el modernismo de la ciencia está caracterizado por una creciente especialización que necesita además de una enorme cantidad de datos y de técnicas y estructuras complejas en cada campo. Esto ha llevado a desordenar a la ciencia como una realidad integrada.

Los científicos, operando en las distintas disciplinas, se han encerrado en su universo privado; consideran que no existen principios y leyes para modelar que puedan ser generalizados a cualquier sistema. Parece legítimo que se pregunten porqué debe existir una teoría de principios universales aplicable a cualquier sistema en general.

Sin embargo, esta teoría reconoce la existencia de propiedades en los sistemas que son generales y similitudes entre estructuras o isomorfismos en diferentes campos. Esta teoría será una útil herramienta para proveer modelos que pueden ser usados y transferidos a diferentes campos.

Los sistemas suaves*: Durante los últimos años setentas, surgieron una serie de investigaciones sobre sistemas basados en lo que se ha denominado pensamiento de sistemas suaves, relativos a sistemas humanos y sociales así como a los sistemas socio-técnicos y socio-económicos.

Estas investigaciones de los sistemas humanos se centran en la TGS, la filosofía de los sistemas, la metodología de los sistemas y en sus aplicaciones sobre sistemas sociales.

En virtud de que el análisis y diseño de sistemas son susceptibles de enfocarse como problemas de sistemas humanos, se tratan diversos tópicos de dichos sistemas, presentando algunas de sus características básicas, la naturaleza de las situaciones problema, las situaciones éticas y finalmente se introduce el enfoque de "sistema suave" al diseño de sistemas sociales.

* Estos sistemas son intuitivos, incluyen decisiones personales, y tienden a ser cualitativos, más que cuantitativos.

Características Básicas: Estos sistemas son sistemas abiertos. Están estructurados por sus relaciones tanto internas como externas así como por un proceso de regulación. Los límites dentro de los cuales pueden ser confiables, los determinan las condiciones de su estabilidad; Son autosuficientes pero son también partes de sistemas más grandes y sus componentes pueden también ser componentes de otros sistemas.

En los años setentas y principios de los ochentas, fue generalmente aceptado que por su naturaleza, a los sistemas humanos/sociales se les considerara sistemas "suaves" en contraste con los sistemas "duros" *de los problemas en ingeniería de sistemas y otras técnicas cuantitativas enfocadas a la investigación de sistemas. En general se puede decir que el pensamiento de sistemas duros y sus enfoques no han sido usados en contextos de sistemas de actividad humana.

Los cambios en sistemas humanos son inevitables. Los sistemas se adaptan a los cambios en su medio y en un ambiente que cambia, esto es un proceso continuo. A veces, sin embargo la adaptación no es suficiente y los sistemas tienen que cambiar. Así los cambios entre los sistemas y su ambiente se convierten en un fenómeno recursivo mutuo. Los sistemas humanos son muy diferentes a los sistemas naturales y de ingeniería. Los sistemas naturales y de ingeniería no pueden ser sistemas de actividad humana. Por otra parte, los sistemas humanos son manifiestos a través de la percepción de la condición humana, existiendo libertad para atribuir significados a las percepciones. La estimación nunca será puesta a prueba en los sistemas de actividad humana.

Los sistemas humanos son sistemas poderosos pues son propositivos y son parte de sistemas útiles más grandes. Esta observación revela tres hechos fundamentales en el diseño y manejo de sistemas humanos de modo que ellos puedan responder con eficacia y eficiencia (a) a sus propios propósitos, (b) a los propósitos de las partes y de la gente en el sistema. (c) y a los propósitos de sistemas más grandes de los cuales son parte. Estas funciones se llaman: (a) auto-organización (b) humanización y (c) ambiental, respectivamente.

La Naturaleza de la Situación Problema: El trabajar con sistemas humanos nos enfrenta con situaciones problema, situaciones que constituyen un sistema de problemas más que una colección de problemas. Estos problemas están inmersos en la incertidumbre y requieren una interpretación subjetiva. Churchman ** ha advertido que la subjetividad humana en los sistemas no puede ser evitada. Lo que realmente importa, dice, es que los sistemas sean realmente únicos y la tarea es explicar esta unicidad. Nuestra herramienta principal en el trabajo con sistemas humanos es la subjetividad aparejada con una reflexión sobre las fuentes del conocimiento, práctica social, comunidad, interés en la consolidación de las ideas, especialmente la ideas sobre moral, afectividad y fe, entre otros aspectos.

* Sistemas Duros: Estos sistemas son cuantitativos, reproducibles, estrictamente lógicos

** Churchman, filósofo que conceptualizó el *significado del "Enfoque de Sistemas"*

El trabajo con los sistemas humanos o sociales resulta siempre ilimitado. Los factores ligados a una parte de un problema están inseparablemente conectados a muchos otros factores. Un problema técnico de comunicación tal como es el desarrollo de un sistema de información, se convierte en un problema de procedimientos operacionales conectado a otros factores económicos, ambientales, de conservación, políticos, etc. No puede realmente haber una frontera. Cuando investigamos para mejorar una situación, particularmente si ésta es pública, nos encontramos no con un problema sino con un nido de problemas, a menudo llamado problemática, cada problema está relacionado con otro problema, cada aparente solución a un problema puede agravar o interferir con otros y ninguno de esos problemas puede ser obtenido usando métodos lineales o secuenciales.

Al trabajar con sistemas humanos debemos incluir siempre a los que estén afectados por el problema, además debemos distinguir entre problemas bien estructurados y problemas bien definidos, donde las condiciones iniciales, las metas y las operaciones necesarias puedan o no ser especificadas desde el problema. La ciencia e ingeniería tratan con problemas bien estructurados, pero esta postura no es aplicable a sistemas sociales abiertos, todavía muchos profesionales sociales de la ciencia han imitado el estilo cognoscitivo de los científicos y el estilo operacional de los ingenieros, pero los problemas sociales son problemas intrínsecamente cambiantes, así cada solución de un problema que cambia es de carácter tentativo e incompleto y el problema cambia mientras nos movemos hacia la solución.

Tanto como la solución cambia, mientras que se implementa, así es nuestra comprensión del problema. Considerando este hecho en el contexto de diseño de sistemas, el diseño de situaciones problema intenta iniciar con una fase de información y otra de análisis, al final de la cual una definición clara del problema se alcanza y los objetivos son definidos de tal forma que se convierten en una síntesis base, durante la cual una solución puede ser trabajada. El diseño de sistemas requiere una interacción recursiva continua entre la fase inicial que activa el diseño y el estado final, cuando el diseño es completado.

Los ingenieros con alguna experiencia pueden reconocer que el ingeniero como agente de desarrollo económico y social, se involucra tanto con sistemas suaves como con sistemas duros. El ingeniero es la clave en el progreso material del mundo, es su ingeniería lo que hace que los valores potenciales de la ciencia se vuelvan una realidad, al traducir el conocimiento científico en facilidades para ponerlas al servicio del hombre, el ingeniero necesita su imaginación para visualizar las necesidades de una sociedad y para apreciar lo que es posible, así como el entendimiento social duro y tecnológico para hacer que su visión se vuelva realidad [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

I.4 INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES E INGENIERÍA DE SISTEMAS

Después de la Segunda Guerra Mundial, los problemas complejos de logística del manejo de recursos, se convierte en el nacimiento del análisis cuantitativo de sistemas cerrados, (sistemas duros). Fue con esta orientación con la cual la Investigación de Operaciones y el Management Science* emergieron durante los cincuentas.

La Investigación de Operaciones se aplicó exitosamente durante los sesentas, pero debido a la cambiante naturaleza de los contextos de los sistemas socio-técnicos, los análisis tuvieron una menor orientación cuantitativa.

La Ingeniería de Sistemas, por su parte, está relacionada con el diseño de sistemas cerrados hombre-máquina y sistemas socio-técnicos de gran escala. La Ingeniería de Sistemas puede ser vista como un sistema de métodos y herramientas, cuya actividad específica es la solución de problemas.

Al hablar de herramientas se incluyen en éstas el lenguaje de las matemáticas y a las gráficas por las cuales la Ingeniería de Sistemas se comunica. El contenido de la Ingeniería de Sistemas incluye una variedad de algoritmos y conceptos que posibilitan varias actividades.

El primer trabajo importante en Ingeniería de Sistemas fue publicado 1962. Se presentó una morfología comprensiva, tridimensional para la Ingeniería de Sistemas, en la década de los setentas surgió un cambio en la dirección en Ingeniería de Sistemas, se usó el término "system" para referirse a la aplicación de la ciencia de los sistemas y a las metodologías asociadas con esa ciencia para la solución de problemas.

La palabra "engineering" significó no sólo el dominio y manipulación de datos físicos, sino también consideraciones de comportamiento social, como parte inherente del proceso de ingeniería de diseño.

Durante los sesentas y principios de los setentas, practicantes de la Investigación de Operaciones intentaron transferir su enfoque al contexto de sistemas sociales. Esto fue un desastre, fue el período cuando emergió la 'social engineering' como un enfoque dirigido a los problemas sociales. Un reconocimiento de la falla de estos intentos, ha llevado a un cambio de dirección, mejor manifestada por la posición tomada de identificar metodologías sociales.

No obstante, el enfoque de la Ingeniería de Sistemas puede proveer de conceptos básicos, herramientas de análisis y métodos de ingeniería a usarse en el análisis y diseño de un sistema tecnológicamente complejo.

En este caso las relaciones e interacciones entre los diversos componentes son modelados. Esta información es entonces usada para determinar la mejor forma de regular y controlar las diferentes contribuciones y que se ejecute la meta, la cual puede ser la mejoría para una componente individual pero no necesariamente la mejor para el sistema como un todo.

Son conceptos y técnicas para tratar con grandes problemas de optimización encontrados en el diseño de grandes estructuras de ingeniería, control de sistemas interconectados, reconocimiento de patrones, planeación y operación de sistemas complejos; enfoques para particionar, relajar, restringir, descomponer, entre otras operaciones. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

*Ciencias de la administración (MS), es una rama interdisciplinaria de las matemáticas aplicadas, la ingeniería y las ciencias que utiliza la investigación científica basada en varios principios, estrategias y métodos analíticos, estadísticas y algoritmos para mejorar la capacidad de organización y adoptar decisiones de gestión racional y significativo para llegar a soluciones óptimas.

La Ingeniería de Sistemas y la Investigación de Operaciones son métodos de investigar sistemas: La definición de churchman, ackoff y arnoff: la investigación de operaciones es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas (hombre-máquina), a fin de que se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetivos de la organización, análisis cuantitativo de sistemas cerrados, (sistemas duros) la investigación de operaciones intenta encontrar una mejor solución, (llamada solución óptima) para el problema bajo consideración (decimos una mejor solución y no la mejor solución porque pueden existir muchas soluciones que empaten como la mejor.) En lugar de contentarse con mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible. Aun cuando debe interpretarse con todo cuidado en términos de las necesidades reales de la administración, esta "búsqueda de la optimidad" es un aspecto importante dentro de la investigación de operaciones, la teoría general de sistemas se ha formulado sobre la base de un elevado nivel de abstracción, de manera que esta pueda aplicarse a una variedad de disciplinas que pueda así desempeñar la función de Marco de Referencia, es decir, "albergar otras teorías relacionadas más específicas.

1.5 PLANEACIÓN

La Planeación es una actividad intelectual, cuyo objeto es proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para conseguirlo. Este es el concepto base al que aludiremos en esta tesis al hablar de planeación.

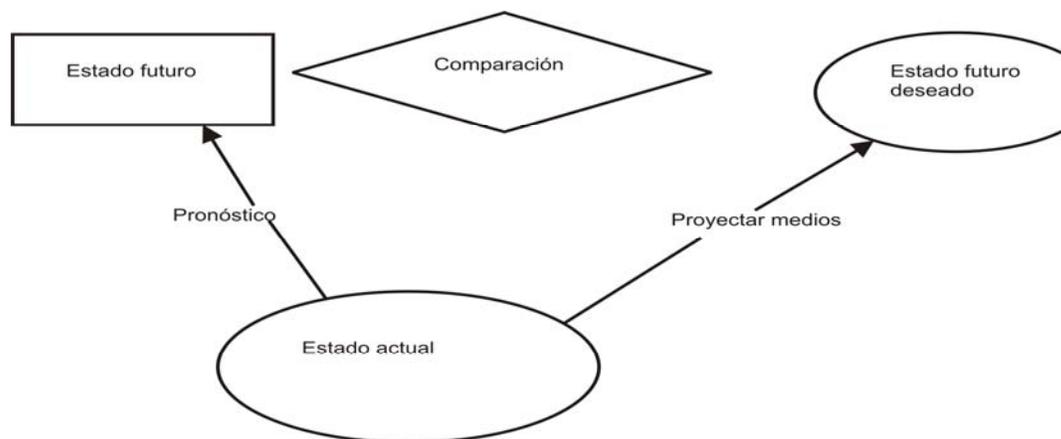


Figura I.5.1 El concepto de planeación

Este puede ser un concepto práctico para la ingeniería, actividad tradicionalmente orientada por proyectos, donde la infraestructura física como ejemplo de un sistema, tiene un cierto estado actual pero puede existir una problemática que active su revisión, en un estado futuro pronosticado y en relación con un estado futuro deseado.

La Planeación, atendiendo a su naturaleza: Es una actividad que supone la elaboración y evaluación de cada parte de un conjunto interrelacionado de decisiones, antes de que se inicie una acción, en una situación en la que se piense que a menos de que se emprenda tal acción, no es probable que ocurra el estado futuro que se desea y que de adoptarse la acción apropiada aumentará la probabilidad de obtener un resultado favorable.

En la primera parte de la definición anterior, se observa que la Planeación trata de sistematizar la toma de decisiones, lo cual se logra a través de programas y proyectos. La Planeación en general se establece entonces como el proceso sistemático de racionalización de decisiones en materia de desarrollo económico y social. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

Metodología de Sistemas Suaves, Soft Systems Methodology, SSM por sus siglas en ingles: Un Proceso Alternativo de Investigación: La SSM proporciona un vehículo ideal para emprender la Planeación Estratégica no-clásica. La SSM opera en tres niveles (figura 1.5.2):

- 1.- Primeramente trata con la Weltanschauungen* contenida en la situación haciendo que las creencias sostengan una parte explícita del debate.
- 2.- En segundo término llega a proporcionar una descripción de las actividades requeridas en la situación así como de la información requerida por las actividades y las medidas de actuación que podrían ser aplicadas a esas actividades.
- 3.- Finalmente, exige al usuario que mejore sus habilidades de usar la metodología a través de un proceso de investigación-acción.

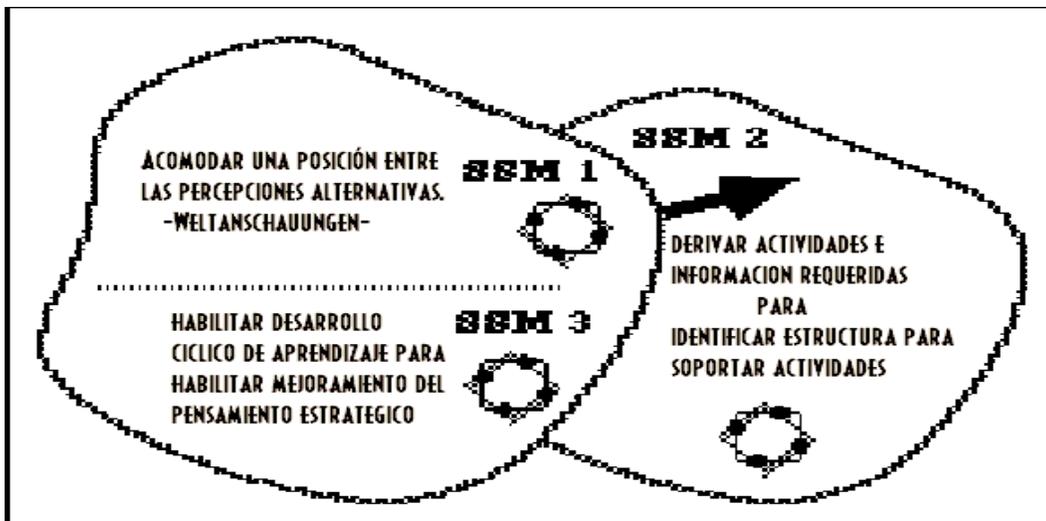


Figura 1.5.2: Los tres niveles de operación de la Metodología de los Sistemas Suaves

*Palabra alemana, que traducida de manera literal significa "visualización - palabra", esto es la visualización del mundo que permite a cada observador atribuir un significado de lo que observa. [Wilson, 1993]

La SSM emergió de la Ingeniería de Sistemas como resultado del aparente fracaso de ese método para provocar, a largo plazo, mejora en las organizaciones. Ese fracaso provino de los problemas asociados con la definición de los objetivos de una organización y su modelado como un sistema. La SSM adoptó la posición de Dilthey sobre las maneras en que las personas miran a la realidad, determinada cómo ellos la describen y cómo subsecuentemente ellos se comportan.

Además, la SSM reconoció que esto era idiosincrásico a la persona involucrada. La SSM también se fundamenta sobre la creencia de que el proceso de investigación debe ser interminable, el acto de inquirir altera la situación por lo que se hace necesario, una repetición de la investigación.

Como un resultado, cualquier investigación en las organizaciones necesita debatir abiertamente el Weltanschauungen, o las visiones del mundo, entre aquéllos involucrados con objeto de alcanzar un acomodamiento, no un acuerdo general, entre esas visiones. Esto es logrado posicionando diferentes maneras de mirar la situación y consiguiendo entonces que las personas involucradas reflexionen sobre esas visiones, y por lo tanto vengan a dar alguna luz acerca de los cambios que se podrían hacer. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

En esencia la metodología puede describirse como un proceso de siete etapas de análisis que emplean el concepto de un sistema de actividad humana como un medio de conseguir tanto “investigar” la situación como “efectuar acciones” para mejorarla.

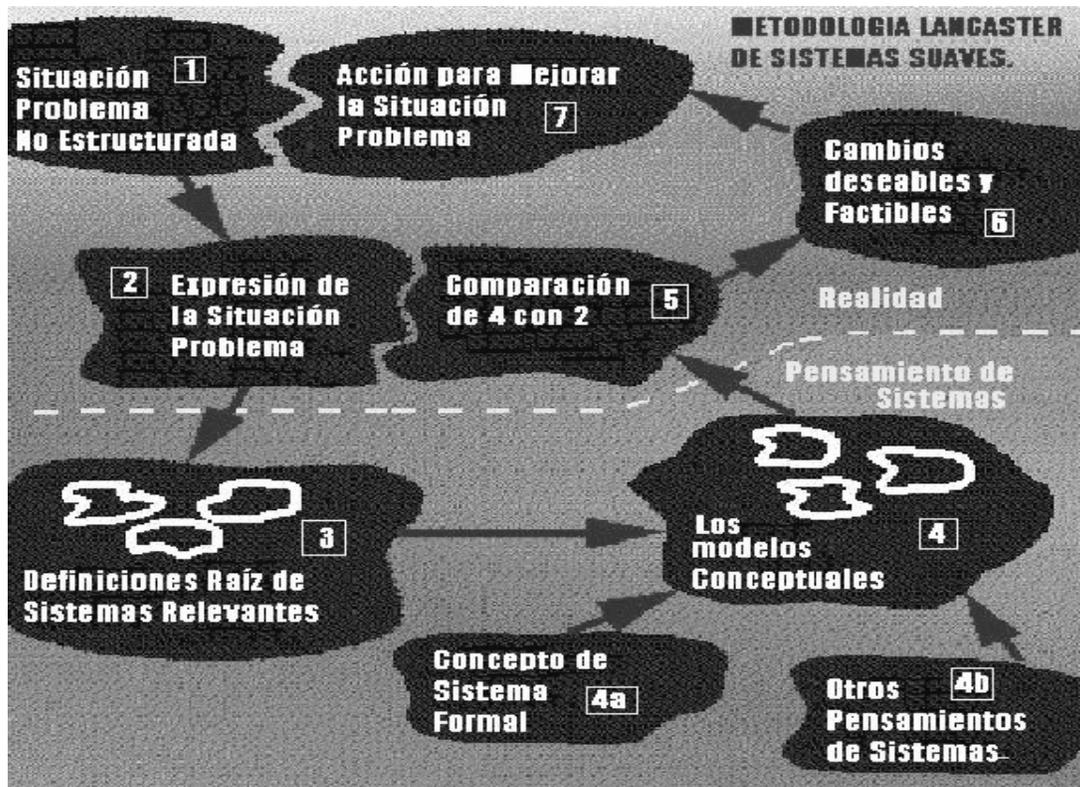


Figura 1.5.3: Procesos de la Metodología de los Sistemas Suaves

La secuencia lógica ilustrada mediante esta figura es una manera útil de describir la metodología pero no necesariamente representa la secuencia en que se usa. En realidad representa un patrón de actividades. El analista puede empezar con una actividad, progresar en alguna dirección y usar iteración significativa en cualquier etapa. La línea punteada representa el límite entre la actividad que esta en el mundo real y la actividad relacionada con el uso de los conceptos de sistemas para estructurar la consideración acerca del mundo real. Por encima de la línea, la descripción de la situación particular estará en el lenguaje cotidiano, mientras que debajo de la línea estará en el lenguaje de sistemas. [Wilson, 1993]

Al estar investigando, como lo estamos haciendo, la realidad de la situación problema o la visión enriquecida, debemos observar que es útil concebir a nuestro estudio de planeación también como una situación problema en sí mismo. Ya que esta concepción redundará en establecer la estructura cultural, misma que deberá soportar todo nuestro trabajo de planeación. Así esta investigación se compondrá de tres análisis complementarios, los que denominamos: la intervención, el sistema social y el sistema político.

Es muy útil analizar la estructura de la "intervención" en la situación problema, como generadora de tres papeles, en este análisis se busca identificar al cliente, al solucionador del problema propuesto (para nuestro ejercicio el investigador-tesista), y al propietario del problema. Se podría pensar en esto como la parte de entrada al diagnóstico del problema.

El papel del cliente es la institución o persona(s) que ocasionan que el estudio se lleve a cabo. Considerar como cliente la institución que solicita planear al sistema de infraestructura o investigar la situación problema. Decir las razones por las que el cliente quiere que se haga el estudio, es conveniente.

El solucionador del problema propuesto, en este caso es el tesista. Se caracteriza, en general por su percepción, conocimiento y prontitud para hacer disponibles los recursos de la información.

El dueño del problema es quien recibe los beneficios (o daños) de esta intervención. Es probable que halle varios propietarios del problema).

Un análisis social del sistema. Esto identifica, para la situación del problema, la interacción de tres conjuntos de elementos: papeles, normas y valores.

Con papel se quiere dar a entender una posición social que la gente en la situación problema identifica como significativa.

Un papel se caracteriza por el comportamiento esperado en él, esto constituye una norma.

El desempeño ya en la realidad de un papel, se juzgará de acuerdo a valores, esto es, las creencias acerca de lo que es buen o mal desempeño.

Análisis político del sistema: Esto identifica como se percibe el uso del poder en la situación problema. Se asume para este efecto que la política es un proceso por el cual los diferentes intereses alcanzan un acomodo. Estos acomodos dependerán de las disposiciones del poder. Por cierto el análisis político se vuelve práctico si nos preguntamos ¿cómo se expresa el poder en la situación bajo estudio?

Una vez que hayamos analizado nuestra estructura cultural, vamos a "centrarnos" mejor en nuestra situación problema. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004] Véase figura 1.5.4 [Che, 1999]

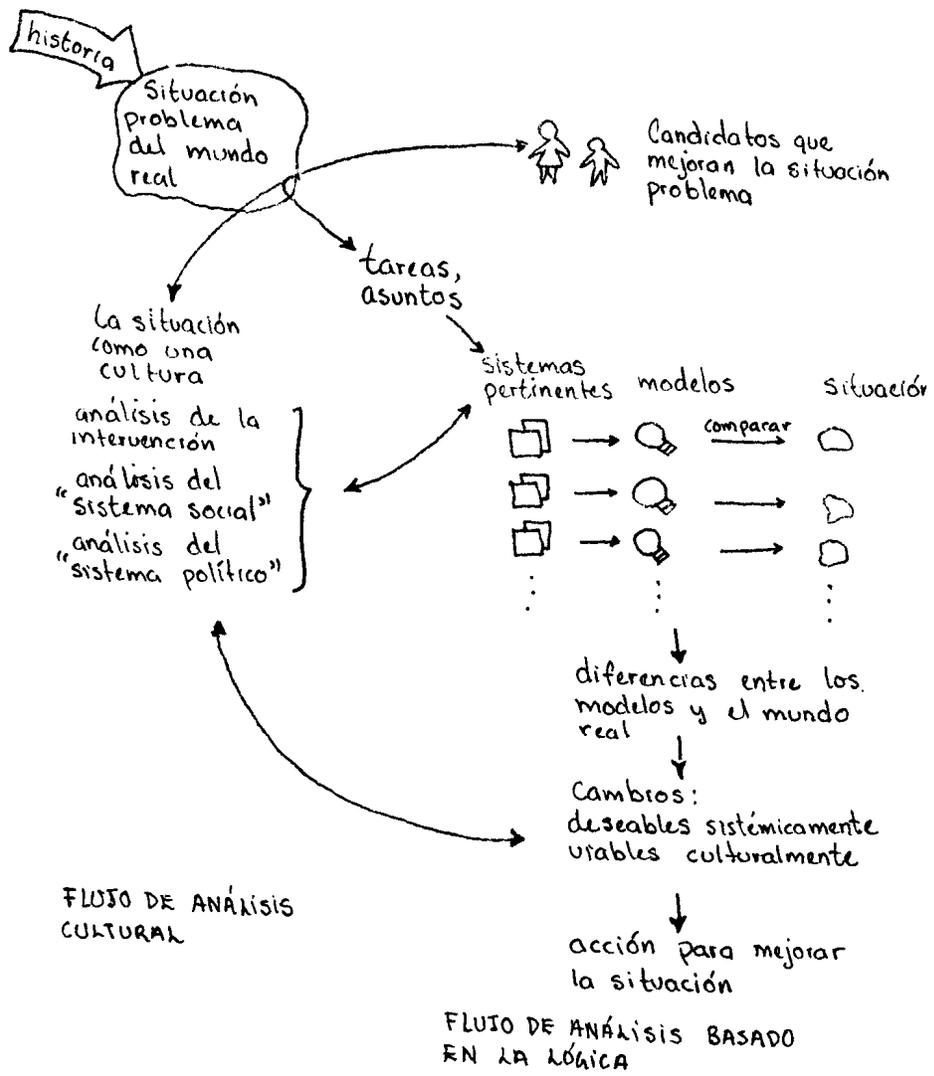


Fig. 1.5.4 Investigación cultural

CAPITULO II LA METODOLOGÍA DE LOS SISTEMAS SUAVES Y SU APLICACIÓN

INTRODUCCIÓN

La metodología de los sistemas suaves es una metodología cualitativa desarrollada por Peter Checkland y sus colegas de la Universidad de Lancaster. Aplica conceptos de los sistemas a la investigación cualitativa.

Se satisface determinando un análisis de los sistemas de información. Esa es una mera coincidencia: la mayoría de los programas y proyectos se pueden pensar como sistemas de información, centrándose en su toma de decisión.

En el corazón de SSM existe una comparación entre el mundo tal como es y algunos modelos del mundo, como puede ser que sea. Además de esta comparación se presentan una comprensión mejor del mundo " investigación ", y algunas ideas para la mejora " acción "

En SSM los investigadores comienzan con un problema del mundo real. Estudian los sistemas que contiene el problema. Después de esto, desarrollan algunos modelos de como esos sistemas pudieran trabajar mejor. Siendo la SSM una metodología de los sistemas, se forman los modelos usando conceptos de sistemas.

Se ofrece una descripción de siete etapas, tal como siguen. Utilizó la terminología de Checkland para escribir los títulos. Esto es una descripción abreviada

1.- La situación problema no estructurada

La situación del problema primero es experimentada, por el investigador. Es decir, en lo posible son necesarias las vivencias del investigador sobre la naturaleza de la situación.

2.- La situación del problema expresada "visión enriquecida"

En esta etapa, el investigador desarrolla una descripción detallada, una "visión enriquecida" de la situación, dentro de la cual ocurre el problema. Esto se hace de modo diagramático en lo posible.

A través de las siete etapas, se vierten los enfoques lógico y cultural de la situación considerada. Estas secuencias de la investigación, la lógica y la cultura, se incorporan en la "visión enriquecida".

Checkland lo plantea de esta manera: además de la lógica de la situación, la "visión enriquecida" también intenta capturar el valor de los juicios de la gente sobre su "sensación" de la situación.

3.- Definiciones raíz de los sistemas relevantes

Ahora se construyen las " definiciones raíz ", la esencia de los sistemas relevantes.

Para el análisis lógico, Checkland proporciona a la mnemotecnica CATWOE como lista de comprobación para asegurarse de que las características importantes de las definiciones raíz son incluidas:

Los clientes: ¿Quiénes son los beneficiarios?

Los agentes: ¿Quiénes transforman a las entradas de información en salidas?

Las entradas de información: Transformación salidas

El mundo relevante de Weltanschauung: La visión de la persona

El propietario: ¿Quién puede potenciar el veto?

Los apremios ambientales: Esa necesidad de considerar al medio.

El elemento " transformación " es el eje del CATWOE

El análisis cultural.- tiene tres partes:

- 1) Un análisis de los papeles, centrándose en la intervención por sí misma. Este busca identificar al cliente, al supuesto solucionador del problema (el investigador), y al propietario del problema (quien corre los riesgos). En los términos que utilizamos en sesiones anteriores usted podría pensar de entrada en esto como el diagnóstico.
- 2) Un análisis social del sistema. Esto identifica, para la situación del problema, tres conjuntos de elementos: papeles, normas, y valores.
- 3) Un análisis político del sistema. Esto identifica el uso del poder en la situación del problema.

4.- Modelos conceptuales.

El investigador ahora enfoca su conocimiento de los conceptos y de los modelos de los sistemas. El desarrolla descripciones, en términos del sistema, de cómo las partes relevantes de la situación pudieran funcionar idealmente.

Una de las preguntas importantes aquí es: ¿ideales desde que punto de vista? Si usted adopta el punto de vista de los que pagan, el cliente, usted puede producir la ayuda justa para los miembros de la organización con más con eficacia. Si usted adopta a cada uno en el sistema como cliente, usted evitará este problema. Pero quizás la demás gente del sistema cargará con algo del costo de esto. Aquí, como a otra parte, una identificación cuidadosa de propietarios puede diferenciar grandemente los resultados.

5.- Comparación de los modelos conceptuales con la realidad.

El objetivo es no implementar los modelos conceptuales, sino hacer que los modelos y la realidad puedan ser comparados y contrastados. Las diferencias pueden ser usadas como la base de una discusión: como trabajan los sistemas relevantes contra como pueden trabajar y cuales son las implicaciones que puedan presentarse.

6.- Identificar cambios factibles y deseables.

Desde la discusión de la etapa 5, ciertos cambios son identificados. Las alternativas de cambio varían en deseabilidad y factibilidad:

-Deseabilidad: ¿es técnicamente una mejora?

-Factibilidad: ¿se ajusta a la cultura?

7.- Acción para mejorar la situación problema.

Los cambios más deseables y factibles identificados en la etapa 6 ahora son puestos en práctica. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

II.1 SITUACIÓN PROBLEMA

Esta etapa inicial consiste simplemente en que los encargados (propietarios del problema) deciden que es requerida una revisión de la situación y la manera en que debe realizarse, llamando a un especialista (facilitador del problema). La gente de la organización acepta que puede haber un problema o ven una posibilidad de mejorar y apoyan la idea de que se inicie el análisis o la revisión. La metodología de sistemas sostiene en principio que el término problema es inadecuado por que hace que se minimice la visión de la situación. La metodología de los sistemas suaves cree que "la situación problema" es un

término más apropiado puesto que puede haber muchos problemas que tienen la necesidad percibida a ser solucionados.

Sea un sistema cualquiera, pudiendo ser un sistema de infraestructura física, en el que se pueda observar que se presentan manifestaciones de la realidad que nos permitan afirmar que existe diferencia con lo que pudiéramos desear y lo que en realidad sucede, entonces, podemos decir que hay una problemática.

Esta problemática de observarse, solo está implicando la existencia de síntomas que posiblemente o no, sean la manifestación de un problema real. Sin embargo, la problemática vista así, sería el detonador para iniciar un proceso de planeación.

Esta problemática solo está sugiriendo la necesidad de iniciar un estudio de planeación, donde se diagnostique la situación prevaleciente se identifiquen y diseñen acciones de solución.

No obstante, para fines de entender ampliamente este concepto de problemática, podemos apreciar que existen dos clases de sistemas, aquellos que se encuentran ya en funcionamiento y aquellos sistemas por establecerse. A los primeros, por su desempeño ya pudiéramos atribuirles una serie de problemáticas. Sin embargo la Planeación también es útil para establecer un sistema nuevo donde la problemática, como motor para iniciar el proceso de planeación, proviene de un suprasistema, donde se ha identificado al sistema en cuestión como una solución a un problema ya diagnosticado.

No obstante, la idea de problema es, por si misma muy compleja, y la noción de que puede encontrarse una solución que elimine el problema puede, en ocasiones, representar un ingenuo punto de vista en la actividad de solución de problemas.

Es evidente que hay situaciones en que el problema puede definirse en términos muy simples, por ejemplo aprobar el curso de planeación que se lleva en la carrera de ingeniería civil, entonces el problema puede definirse con mucha facilidad y se reconocerá como solución atender las reglas propuestas por el profesor.

No obstante, esta clase de problema definido como sencillo, representa un extremo del espectro de problemas, el cual se extiende hasta por ejemplo, la clase de problema que enfrenta el Gobierno de México en el momento actual; Es difícil prever una solución a esa situación y que sea reconocida como tal por todas las partes relacionadas. La diferencia es la complejidad de los sistemas, al problema calificado como sencillo se dice que constituye un sistema duro, mientras que al segundo se le dice sistema suave o blando.

No todos los sistemas en que actúan los ingenieros son duros, quizás los más abundantes a los que se enfrentan corresponden al rubro de suaves. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

En sentido inverso de complejidad, un ejemplo de sistema suave es la relación del ingeniero civil con los trabajadores de una obra, mientras que un sistema duro lo es el diseño estructural de la obra en cuestión.

Para nuestro caso de estudio, se presenta la situación problema, cuando se percibe en la facultad de ingeniería la necesidad de hacer una revisión al PE95 que ha venido funcionando desde el año de 1994; pero se han identificado problemáticas que se cree que ha llevado a la UNAM a perder liderazgo entre las instituciones que producen ingenieros civiles.

Descripción de la problemática.

Debido a los avances científicos y tecnológicos que día con día se dan en el mundo y la tendencia de la globalización mundial que exige mayor competitividad y siendo las universidades las primeras promotoras en la preparación de

profesionistas. En base a la tradición y normatividad de la UNAM, se hace necesaria una modificación al plan de estudios de ingeniería civil, para lo cual se tiene que pasar primeramente por una revisión minuciosa de este.

Con estas acciones la Facultad de ingeniería seguirá con la tradición de preparar ingenieros civiles con excelencia educativa y seguir produciendo como una de las mejores del país.

Se espera que los ingenieros egresados sirvan a la sociedad de manera eficiente

II.2 VISIÓN ENRIQUECIDA.

En la etapa 1 "Situación problema" se incluyo básicamente las problemáticas, lo que la gente de la organización sospecha que puede ser un problema o una posibilidad de mejora, y pide realizar un análisis o la revisión.

En la etapa 2 "visión enriquecida, el analista recoge y clasifica la información y provee una cierta explicación de la situación problema.

La situación del problema primero es experimentada, por el investigador. Es decir, en lo posible son necesarias las vivencias del investigador sobre la naturaleza de la situación. En esta etapa, el investigador desarrolla una "visión enriquecida" de la situación, dentro de la cual ocurre el problema. Esto se hace de modo diagramático en lo posible.

A través de ir recopilando la información, los analistas necesitan ir construyendo un documento, con textos y diagramas, con su propia visión que describa a la situación. A esto se le llama visión enriquecida, la cual se utiliza como técnica de comunicación entre los mismos analistas del sistema, y resume clarificando todo lo que se sepa de la situación. Ayuda a los analistas de sistemas a entender cuál es el contexto de la situación y encontrar que problema ocurre.

En esta visión, se muestra generalmente la estructura, las metas, el control de los recursos, los hechos, los problemas y las fuentes del conflicto de la organización. Uno puede comenzar a bosquejar la visión enriquecida buscando los elementos de la estructura en las áreas problemáticas tales como los límites del sistema, tipos del producto, la disposición geográfica. La etapa siguiente es buscar los elementos de proceso, para conocer qué es lo que está pasando, por ejemplo el flujo de información, el flujo de servicios. La liga entre la estructura y proceso muestra el clima de la situación.

La visión enriquecida contiene todo los hechos estructurados importantes de la situación de la organización y también los hechos suaves o subjetivos, tales como las reglas sociales que son importantes para la gente, clase de comportamiento previsto de la gente en estos papeles, y la clase de cosas por las que la gente se preocupa. ¿Es necesario que la visión enriquecida represente a los sistemas que se pueden describir en la situación? Más bien ¿En qué sistemas existentes piensa el encargado?. En este caso, los sistemas significan un agrupamiento de gente, infraestructura, objetos y de las actividades que son significativas para el conjunto.

La primera cosa a hacer al bosquejar la visión enriquecida, es poner el nombre del sistema en cuestión en una burbuja grande en el centro de la página. Entonces, se trazan otros símbolos para representar a los subsistemas, las instituciones, los sistemas de infraestructura, a la gente incluso si es posible y las cosas que se correlacionan dentro y afuera de la organización.

Una vez finalizado el bosquejo de la visión, es esencial identificar las tareas primarias que la organización debe realizar para sobrevivir, e indicar los hechos

implicados como si el comportamiento que resulta de ellos pudiera conducir a la falla de los sistemas de información formales. Es posible que los hechos sean resueltos en esta etapa, sin embargo, es muy importante tener una comprensión mejor de ellos.

Checkland lo plantea de esta manera: además de la lógica de la situación, la "visión enriquecida" también intenta capturar el valor de los juicios de la gente sobre su "sensación" de la situación. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

Visión enriquecida según Wilson: El mundo real de la actividad organizada es muy complejo. La intención dentro de la SSM es usar modelos de sistemas de actividad propositiva para ayudarnos a estructurar esa complejidad. Así en algún momento en el estudio es necesario entrar a investigar en el mundo real para intentar describir y entender la naturaleza de la situación, para que los procesos intelectuales contribuyan a esa comprensión. Es también necesario emprender después otra transición para hacer que algo pase como resultado de la actividad intelectual. La preocupación de este tema es con la primera de estas transiciones.

La preocupación principal aquí es haber tenido alguna inmersión en el mundo real, para después saber cómo usar el conocimiento ganado para seleccionar esos sistemas que serían útiles para modelar.

Una manera útil de lograr esto es a través de lo que es conocida como una 'visión enriquecida'.

Incluye las entidades organizacionales de interés, las relaciones entre ellas, los papeles de importancia clara, los problemas, las áreas de conflicto, etc. Se usan símbolos para representar entidades y papeles; dónde lo apropiado es usar flechas, de varios tipos, para expresar las relaciones. Para que la imagen sea coherente, los símbolos y las flechas deben ser escogidos con cuidado. Esos símbolos y flechas que parecen ser los mismos deben significar lo mismo. Dibujando una visión enriquecida de un concepto particular o de una idea involucra los pasos siguientes.

- Identificar las ideas principales, las condiciones, las partes de su comprensión.
- Usar los iconos para representar su comprensión de las ideas, las condiciones, las partes.

Dibujar las líneas entre condiciones que están relacionadas, y dibuje o escriba en cada línea un icono o frase que identifica la naturaleza de la relación.

Dibujar y describir las relaciones puede ser parte del proceso comprensivo. Si no podemos, ver el eslabón inmediatamente entre dos partes, necesitamos pensar sobre él. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

Para obtener la visión enriquecida en nuestro caso de estudio realice la investigación documental en todo lo que tiene alguna relación al plan de estudios 1995 para formarse una idea general de la situación, dicha información se obtuvo principalmente vía Internet, y documentos informativos que proporciona la facultad a la comunidad estudiantil.

(Ver apéndice "A" SUGERENCIAS PARA LOGRAR LA VISIÓN ENRIQUECIDA)

Figura II.2.1 Construcción de la Visión Enriquecida. Una Visión Enriquecida es una estimación esquemática de los procesos y estructuras de la situación problema, la cual muestra las relaciones entre ellos y con la situación percibida del problema. Enseguida se muestra, en una baja resolución de detalle, los procesos clave del negocio, entendido como impartir la carrera de ingeniero civil, para el sistema, en este caso el Plan de Estudios, bajo investigación.

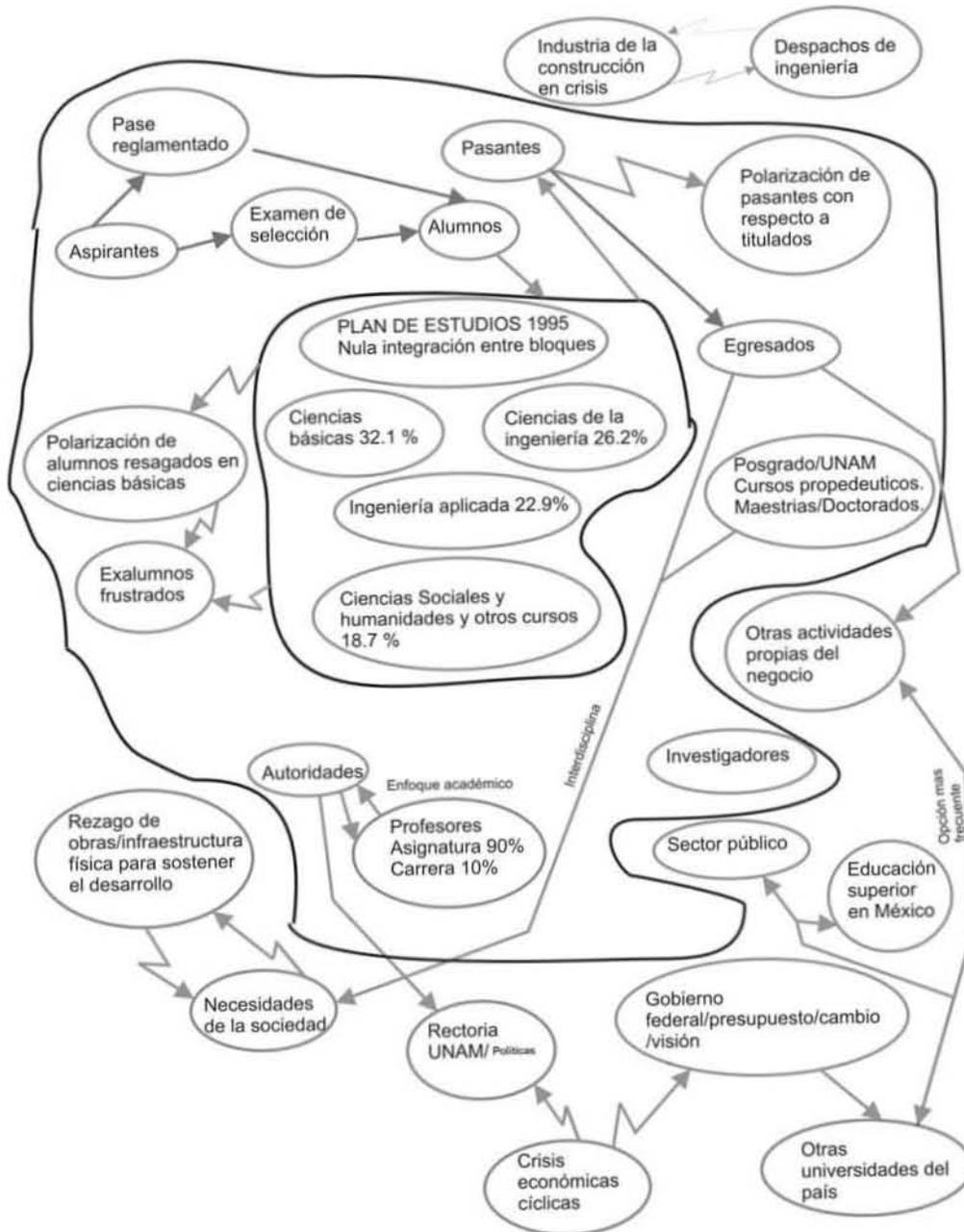


Figura II.2.1 Visión enriquecida de la situación problema expresado en la carrera de Ingeniería Civil de la UNAM

Investigación cultural.

Anotaciones respecto al análisis de intervención:

División de Ingenierías Civil y Geomática (DICyG), antes llamada División de Ingeniería Civil Topográfica y Geodésica (DICTyG): Una de sus funciones es la de actualizar los planes y programas de estudios que le corresponden y en su caso proponer las modificaciones, coordinar y supervisar el cumplimiento de los planes y programas de estudio, desarrollar actividades para la actualización del personal docente, *profesores de la facultad*.

Se hace referencia a la DICTyG por estar vigente al momento de realizarse la investigación cultural.

En nuestro caso de estudio por la DICTyG es el principal dueño del problema para efectuar la revisión al PE95

La secretaría técnica: Se observa que también tiene un papel importante en coadyuvar con el jefe de la división y los jefes de departamento, en la coordinación de actividades para el diseño, revisión y actualización de los planes y programas de estudio.

La secretaría académica: una de sus funciones relevantes para nuestro caso de estudio es coordinar y supervisar los proyectos e investigaciones que desarrolla la División, *para nuestro interés la secretaría académica esta en posibilidades de coordinar y supervisar un proyecto para la revisión del PE95*.

Junto con la coordinación de la Carrera de Ingeniero Topógrafo y Geodesta son responsables de orientar a los alumnos en lo relativo a los planes de estudios.

Los Departamentos: De Construcción, Estructuras, Geotecnia, Ing. Hidráulica, Ing. Sanitaria y Ambiental, Ing. de Sistemas y Planeación, Geodesia y Cartografía, Topografía y Fotogrametría se encargan de impartir clases y prácticas. También elaboran propuestas para actualizar los programas de las asignaturas del plan de estudios correspondiente.

Considerando que los profesores de cada departamento son expertos en su área, su participación es valiosa para la elaboración de propuestas, actualización de los programas del plan de estudio, ya que además de poseer los conocimientos, son los que viven la realidad de la situación que prevalece con los alumnos.

Consejo técnico: Es el máximo órgano colegiado de la Facultad, está constituido por profesores, representantes de las divisiones de Ciencias Básicas, Posgrado y Ciencias Sociales y Humanidades, y de cada una de las once carreras que se imparten en la Facultad, así como por dos representantes de los alumnos. Este órgano es presidido por el Director y el Secretario General funge como el Secretario del Consejo.

El consejo técnico al ser el máximo órgano colegiado es el que finalmente aprueba la modificación al plan de estudios.

La división de ciencias sociales y humanidades: al Impartirse clases correspondientes al área de ciencias sociales y humanidades se hace necesaria su participación en la revisión del PE95.

En nuestra investigación se realizaron entrevistas a profesores expertos de cada área, teniendo con esto una participación con personal involucrado en la problemática percibida lo cual motiva revisión al PE95.

Anotaciones respecto al análisis social del sistema:

Breve historia de la ingeniería mexicana y la Facultad de Ingeniería:

La ingeniería tiene su origen en Europa, introducida en la nueva España para resolver problemas ayudándose de la ciencia, *principio que sigue vigente para el ingeniero civil, Se puede ver observar que aún siguen vigentes algunas de las materias que se tuvieron en el programa de estudios del Seminario, dividido en cuatro años, actualmente de cinco años incluía matemáticas superiores, física, química, topografía, dinámica, hidráulica, dibujos y lenguas las que de algún modo representan materias del área de ciencias y humanidades así como se tenían prácticas activas en algún real de minas, amén de un gran acto público al término de la carrera, antecedente directo de nuestro examen profesional, (el examen profesional sigue siendo un requisito para obtener el título profesional, situación que en algunas facultades del país con calidad cuestionable, los alumnos se titulan por promedio, el cual no representa la realidad en cuanto a conocimientos).*

La facultad de ingeniería tiene en sus orígenes una cimentación muy sólida, se crea con la finalidad de servir a la sociedad colaborando con la solución de problemas aplicando la técnica, por lo que tiene el compromiso moral de seguir teniendo el liderazgo en producir ingenieros civiles implementando medidas para mejorar día con día.

El escudo de la Facultad de Ingeniería: *En el escudo de la facultad, aparece el águila, emblema del escudo nacional, lo cual nos recuerda el compromiso de servir a nuestra patria, con las herramientas que cuenta el ingeniero, como es la exactitud y la trascendencia de las obras.*

Carrera ingeniería civil: *La carrera de ingeniería civil es aquella que forma profesionistas con conocimientos generales en matemáticas, física y química como en sus inicios (“Breve historia de la ingeniería mexicana y la Facultad de Ingeniería”) siguen vigentes estos principios en la actualidad se requieren además de estos conocimientos nociones de computación, comunicación gráfica, informática, administración, construcción, operación y conservación de obras civiles y de infraestructura en las áreas de la ingeniería.*

Perfil del egresado: El perfil del egresado debe tener la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos en su disciplina, para dar solución integral a problemas concretos.

Análisis político del sistema: El actual plan de estudios 95, tiene una duración de 10 semestres, intervienen para su aprobación el Consejo Técnico de la Facultad y el Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías.

Cronología de las modificaciones al plan de estudios: La facultad en su historia ha venido funcionando con 16 planes de estudios que han sido actualizados, estos planes de estudios han sido cambiados para adecuarse a los cambios que el país requiere y en base a los adelantos técnicos que se van presentando.

Mapa curricular: El mapa curricular toma en cuenta asignaturas de Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanidades y otras que complementan la formación del egresado.

Tipo de Asignatura	Número de asignaturas	Número de créditos	Número de horas	Porcentaje de cada área, de acuerdo al número de asignaturas (%)	Porcentaje de cada área, de acuerdo al número de créditos (%)	Porcentaje de cada área, de acuerdo al número de horas (%)
Ciencias Básicas	18	144	1216	31.58	32.1	32.7
Ciencias de la Ingeniería	14	123	984	24.56	27.4	26.4
Ingeniería Aplicada	13	105	840	22.8	23.4	22.6
Ciencias Sociales y Humanidades	6	36	300	10.53	8	8
Otras	6	41	384	10.53	9.1	10.3
Total	57	449	3724	100%	100%	100%

De acuerdo con los porcentajes promedios se observa que en orden de importancia.

Ciencias Básicas con un porcentaje promedio de 32.12

Ciencias de la Ingeniería con un porcentaje promedio de 26.12

Ingeniería Aplicada con un porcentaje de 22.93

Ciencias Sociales y Humanidades con un porcentaje de 8.84

Otras con un porcentaje de 9.97

Requisitos de egreso:

Es requisito indispensable aprobar en su totalidad los créditos del plan de estudios de acuerdo con los requerimientos curriculares y no curriculares obligatorios.

Sistema político exterior, influencia de la globalización en la educación superior en México.

Declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación

La globalización en Europa la ha llevado a replantear la forma de afrontar los retos del nuevo milenio, y consideran de suma importancia la educación para el fortalecimiento de sociedades estables, en la declaración realizada, se hace hincapié en el papel central de las universidades para la obtención de empleos y desarrollo del continente.

Instituciones de educación Europeas han aceptado el reto y asegura que los sistemas de educación superior e investigación se adapten continuamente a las necesidades cambiantes, las demandas de la sociedad y los avances en el conocimiento científico, (esto implica realizar revisiones a sus planes de estudios), buscan incrementar la competitividad y buscan posicionarse en otros países, (situación que compromete a las universidades de México, hablando concretamente de la Facultad de Ingeniería, comprometerse con la competitividad, para no verse en desventaja con la ingeniería extranjera)

Europa ha aceptado la adopción de un sistema basado esencialmente en dos ciclos fundamentales, diplomatura (pregrado) y licenciatura (grado). El acceso al

segundo ciclo requerirá que los estudios de primer ciclo se hayan completado, con éxito, en un periodo mínimo de tres años. El diploma obtenido después del primer ciclo será también considerado en el mercado laboral Europeo como nivel adecuado de calificación. El segundo ciclo conducirá al grado de maestría y/o doctorado, al igual que en muchos países Europeos.(al realizar entrevistas con expertos del área comentaban, que al crear un nuevo plan de estudios se podría contemplar la posibilidad de que la facultad también proporcionara diplomas a los estudiantes que no concluyeran sus estudios, y se les reconociera como técnicos.)

Declaración de la Sorbona

Europa trata de consolidar y desarrollar las dimensiones intelectuales, culturales, sociales y técnicas de nuestro continente. Lo cual reconocen la importancia que han jugado las universidades, las cuales desempeñan un papel imprescindible en su desarrollo.

En este análisis político europeo se puede observar la determinación de la naciones de la unión europea por enfrentar la globalización proponiendo reformas educativas y soluciones para tener una mejor competitividad y alcanzar la excelencia educativa, esto nos lleva a reflexionar sobre nuestra situación en la facultad de ingeniería de la UNAM así como otras facultades debieran estar haciendo lo propio.

Marco institucional de docencia (Universidad Nacional Autónoma de México)

En la fundamentación del marco institucional de docencia es la de formar individuos que sirvan al país, alcanzar la excelencia.

Se hace mención en cuanto a los planes y programas de estudio ofrecidos por la Universidad deben atender tanto a las necesidades del desarrollo científico y tecnológico prioritarias para el país, como al desarrollo del conocimiento y a la preservación de la cultura nacional.

Es por ello que la iniciativa de crear nuevos planes y programas de estudio o de reorientar los ya existentes, debe partir de formas cada vez más sistemáticas, actualizadas y totalizadoras de entender el proceso enseñanza-aprendizaje, y al mismo tiempo relacionar sus contenidos con las necesidades del país y de la Institución.

En los principios generales relativos a la docencia fracción 2da, se faculta a la Institución para, sin presión ni injerencia externa alguna, crear y modificar libremente sus planes y programas de estudio, seleccionar sus contenidos de información, sus métodos de enseñanza y sus proyectos de investigación, así como para organizarse y administrarse de conformidad con sus propias necesidades.

Lineamientos generales acerca de los planes y programas de estudios
Para realizar cambios al plan de estudios debe de seguirse un proceso docente organizado por la UNAM, y cumplir con las normas establecidas, que se mencionan, algunos de estos son:

Los nuevos planes de estudio deben responder a las áreas prioritarias par el desarrollo de país.

Debe evitarse la formulación de nuevos planes de estudio que dupliquen innecesariamente esfuerzos.

Los planes y programas de estudio deben ser evaluados periódicamente en cuanto a sus fundamentos teóricos, a la programación educativa y operación de los mismos y tomar en cuenta para ello la realidad nacional, el desempeño de los egresados, así como las experiencias adquiridas a partir de la puesta en marcha del plan de estudios.

Es necesario que los consejos técnicos cada seis años realicen el diagnóstico de los planes de estudio de su competencia, con el fin de identificar las necesidades de modificación parcial o total de los mismos o de la creación de nuevos planes de estudio.

Los consejos técnicos y los directores de las entidades académicas deberán difundir ampliamente los procesos de modificación o de creación de nuevos planes de estudio y deberán promover y conducir la participación de la comunidad en estos procesos así como en los de evaluación de los planes de estudio vigentes.

La revisión del plan de estudios se justifica con el análisis de esta investigación documental, nos sugiere la necesidad, de modificar el actual, para que se adecue a las necesidades actuales del país y a la nueva tecnología, se ha analizado la documentación y se esta en posibilidades de construir la visión enriquecida de nuestra caso de estudio.

II.3 DEFINICIÓN RAÍZ.

Después de haber colectado, estudiado y modelado la información, es necesario dar un giro hacia el mundo de las ideas. En este sentido, tenemos que hacer gala de nuestra imaginación y concebir la realidad tal como quisiéramos que fuera y aún mejor. Tenemos así a dos actividades en puerta, una primera que globaliza la idealización del proceso y otra que lo especifica a través de actividades y subactividades humanas.

Esta etapa 3, Definición raíz de sistemas relevantes es el proceso de formalizar las hipótesis sobre los sistemas de actividad humana, esto es, aquellos que ayudan al desarrollo del modelo de sistema de actividades, implicado en la situación del problema. Puede haber varias definiciones raíz, cada una contendrá suposiciones y un punto de vista determinado, cada una afirmará diversas partes de la visión enriquecida. Para crear las definiciones de la raíz, hay algunos elementos esenciales que necesitan ser incluidos, esto se resume a través de la palabra nemotécnica CATWOE, como sigue:

Clientes, son los beneficiarios o víctimas afectados por las actividades del sistema. Pueden ser internos o externos al sistema. Estos podrían ser algunos tipos de clientes: académico, estudiante, médico, y mezclas de ellos.

Agentes son los actores del cambio. Realizan las actividades del sistema

Transformación es aquel proceso o tarea que describe el trabajo real realizado por el sistema. Debe ser singular y lógicamente coherente.

Weltanschauung son las suposiciones en las cuales descansa la perspectiva para hacer las definiciones raíz significativas. Se realiza esta actividad porque, en primer lugar, las ideas, los conceptos y los métodos que forman el SSM son inestimables para el cliente, y en segundo lugar, la estructura recientemente disponible de la presentación es inadecuada para el cliente referido.

Owner o propietario es el responsable quién se reserva los derechos de parar la actividad entera.

Enviroment o ambiente en el cual la actividad del sistema se efectúa.

La estructura del CATWOE implica que la versión más simple de una definición raíz sería "un sistema para hacer X" donde X es un proceso de transformación particular. Esto lleva al sistema mismo a seleccionar un medio de hacer X, entre varios disponibles; el sistema podría elegir un "como" para el "que" definido por

X. Esto podría integrar una definición raíz seria: Un sistema para hacer X mediante Y y así lograr Z, donde Y serían los medios adecuados y Z estaría relacionada con los objetivos a largo plazo.[del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

El propósito de la definición raíz es expresar el propósito central de un cierto sistema útil de actividad. Es importante que se ponga atención en el desarrollo de las definiciones raíz. Las definiciones raíz correctamente escritas proveen una directriz mucho más simple de usar en la construcción del modelo de un sistema. Una definición de raíz se expresa como un proceso de la transformación que toma una entidad como entrada de información, cambia o transforma a esa entidad, y produce una nueva forma de la entidad.

Producir una definición de raíz es un proceso progresivo de dos pasos.

1.- Se elige un hecho o una tarea de una visión enriquecida

2.- Se define un sistema para realizar la tarea o para dirigir los hechos.

Cada definición raíz implica dos cosas importantes. Lo primero es que debemos implicar cierta visión del mundo. La definición de la opinión del mundo no es siempre trivial. También, no es deseable definir todas las opiniones del mundo. Recuerde que cada visión enriquecida implicará una variedad de opiniones del mundo. Los ojos pueden venir de fuentes tales como oficiales del gobierno, ejecutivo de compañías, encargados del proyecto, ingenieros, clientes, competidores y medios de noticias. Cada una de estas opiniones del mundo será conectada a una o más definiciones raíz distinta.

Es importante prestar la atención a la cardinalidad del proceso de la transformación. Cada definición raíz implica una transformación de una entrada en una salida. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

La definición raíz propuesta para nuestro caso de estudio es:

“Un sistema propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México, administrado por autoridades y relacionado con el plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Civil, el cual recibe como alumnos, bachilleres para producir egresados bien preparados por profesores calificados, a través de un proceso enseñanza-aprendizaje de conocimientos pertinentes, organizados en asignaturas obligatorias y optativas, todo ello para contribuir de manera preponderante a producir los recursos técnicos para planear, diseñar, construir y conservar la infraestructura socioeconómica que el país demanda.”

El análisis CATWOE es el que se presenta a continuación:

Clientes: Autoridades, Profesores, egresados de la carrera de ingeniería civil

Agentes: Autoridades, profesores y alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM

Transformación: Un sistema propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México el cual recibe como alumnos, bachilleres para producir egresados bien preparados

Weltanschauung: para contribuir de manera preponderante a producir los recursos técnicos para planear, diseñar, construir y conservar la infraestructura socioeconómica que el país demanda

Enviroment o ambiente: antecedentes de los conocimientos propios del bachillerato, conocimientos pertinentes, organizados en asignaturas obligatorias y optativas.

(verbos)	Actividades	Actividades (antecedentes)
producir	<i>Egresados bien preparados</i>	Proceso enseñanza-aprendizaje de conocimientos pertinentes, organizados en asignaturas obligatorias y optativas.
planear	<i>Poner en práctica los conocimientos adquiridos</i>	Proceso enseñanza-aprendizaje de conocimientos pertinentes, organizados en asignaturas obligatorias y optativas
diseñar	<i>Poner en práctica los conocimientos adquiridos</i>	Proceso enseñanza-aprendizaje de conocimientos pertinentes, organizados en asignaturas obligatorias y optativas.
construir	<i>Poner en práctica los conocimientos adquiridos</i>	Para poner en práctica los conocimientos el egresado debe haber cumplido con todos los créditos del plan de estudios.
Conservar	<i>Poner en práctica los conocimientos adquiridos</i>	Para satisfacer las necesidades que el país requiere debe ser un ingeniero bien preparado y actualizado en sus conocimientos.
Requerir	Entender la demandas que el país requiere	Conocer y entender las demandas que el país requiere.

Tabla que muestra los verbos y actividades contenidas en la definición raíz.

II.4 MODELOS CONCEPTUALES.

Para esta etapa 4, Construcción del modelo conceptual o modelos conceptuales, la visión enriquecida y la definición raíz nos proporcionan una visión completa de la organización. Para terminar el análisis de los sistemas de actividad humana, el modelo conceptual es construido utilizando la teoría de sistemas para describir lo que el sistema necesita para hacer, cómo las distintas actividades están correlacionadas unas con otras, cómo ellas deberían estar lógicamente arregladas y conectadas. El modelo conceptual es un proceso abstracto para desarrollar una vista alternativa de la situación del problema y entonces, volver al mundo verdadero, y finalmente, probar al modelo. El modelo conceptual muestra lo qué debería suceder al lograr los objetivos especificados en la definición de la raíz. Se construye en términos de lo qué debe entrar al sistema.

Puede implicar varias etapas que muestren al modelo en diversos niveles de detalle. Es probable contenga los componentes siguientes:

Propósito

Medida del funcionamiento

Proceso de toma de decisiones

Sistemas componentes que interactúan.

Un ambiente, separado por un límite

Recursos

Continuidad y estabilidad

El modelo tiene tres objetivos:

i) Es un conjunto de instrucciones para los constructores

ii) Es un elemento significativo en las actividades de diseño de los ingenieros.

iii) Es un medio de comunicación entre ingenieros y clientes para permitir elegir el diseño correcto. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

Modelo conceptual de nuestro caso de estudio

De acuerdo con nuestra definición raíz, se muestra en la figura 2.4.1

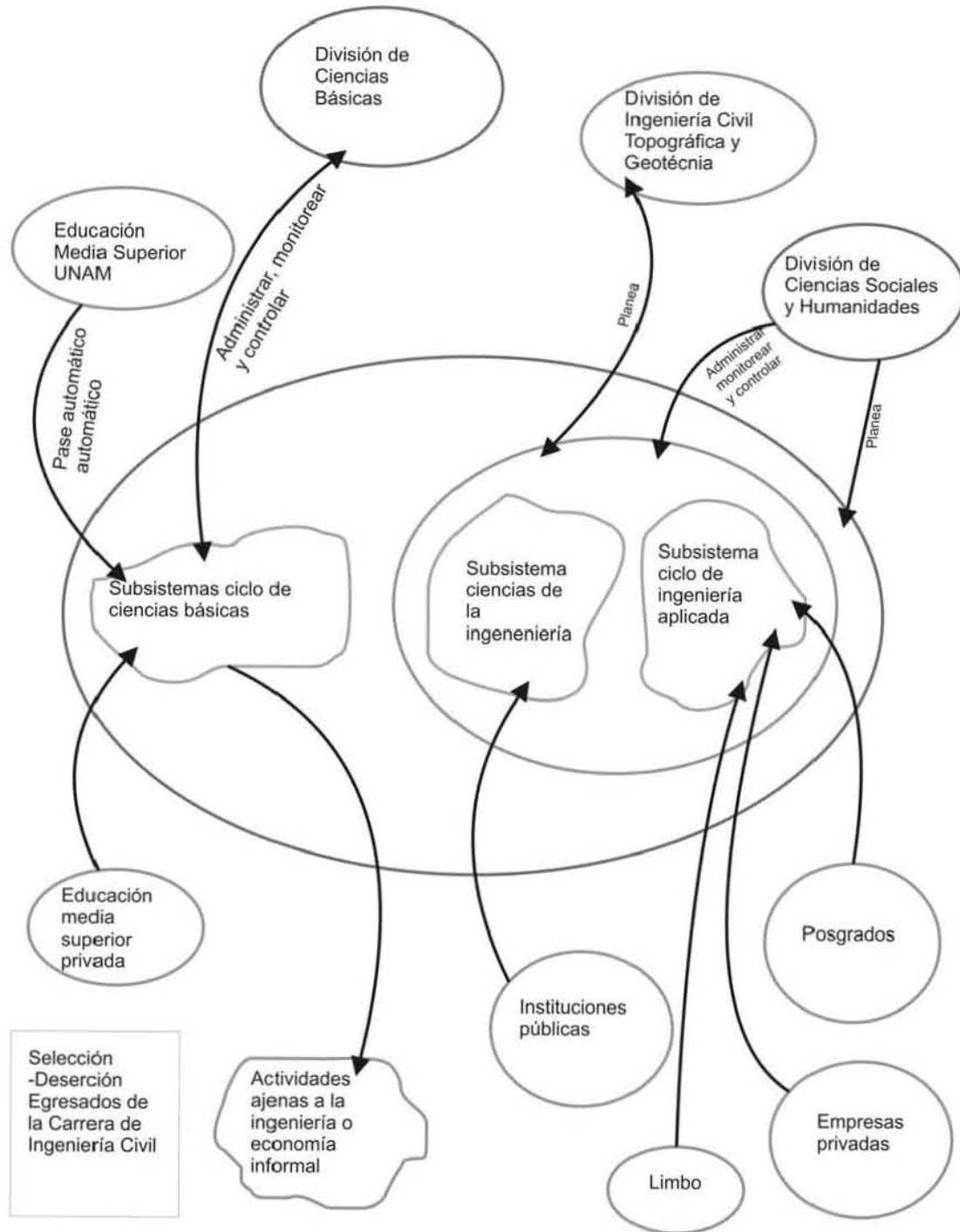


Figura II.4.1 Construcción del modelo conceptual

II.5 COMPARACIÓN

Una vez que en la anterior fase se han identificado los diferentes sistemas pertinentes que se han juzgado útiles para el estudio y se les ha nombrado informalmente, entonces ellos se desarrollan a través de definiciones raíz formales.

Incluidas dentro de las definiciones raíz están las declaraciones explícitas que describen lo que el sistema está intentando hacer; cómo el sistema piensa hacerlo para lograr esa meta deseada; y por qué está pensando hacer lo que está haciendo, esto último, para legitimar su existencia.

Cada actividad humana (vista como una burbuja en un diagrama) puede extenderse y 'explotarse' a una resolución más alta, en términos de un nuevo subsistema que debe exhibir todas las características sobre ser un sistema pertinente por derecho propio. Sin embargo, existe aquí un poco de confusión, ya que no es posible intentar mapear las actividades que constituyen una visión objetiva del sistema, aquellas que se suponen igual para todos los observadores, porque no puede garantizarse el plantear exactamente estas actividades, quizás porque como esencia de la SSM deberá ser más una exploración de ideas que de hechos definitivos, ya que todos podemos percibir de manera diferente. Se puede discrepar acerca de que algo sea la mejor solución (el cómo) para resolver un problema, ya que cada quien tendrá su propia visión de cómo resolver la situación problema, regularmente de diferente manera. Considerando que lo que busca la SSM aquí es explorar las ideas, se refuerza la etapa del análisis desarrollando y construyendo una definición raíz de consenso, en la que todos podamos acomodarnos.

Una vez se han desarrollado los distintos modelos y se han comparado entonces con el mundo real, la próxima fase a emprenderse es alcanzar este acuerdo y negociar un consenso general.

Esta es la etapa que nos regresa al pensamiento del mundo real, aquella situada sobre la línea punteada en el diagrama. En esta etapa, los modelos conceptuales construidos en la etapa 4 serán comparados con la expresión del mundo real de la etapa 2. El trabajo en esta etapa puede llevar a una retroalimentación de las etapas 3 y 4.

Esta etapa aporta lo que en la planeación normativa se conoce como diagnóstico y pronóstico.

Antes de efectuar la comparación, otros aspectos necesitan ser mencionados. La primera cuestión es que al final de la etapa 4 es cuando debiera ser el momento de parar la construcción del modelo conceptual y moverse a la comparación con el mundo real. La tentación en la metodología es siempre proclive a la construcción de modelos prolongados y elaborados. Es divertido trabajar sobre la modelación y no es tan comfortable traer el modelo a la realidad ya que compromete con las dificultades de las situaciones problema. De hecho, según experiencia de Checkland, es mejor moverse rápidamente a la etapa de comparación, ya que es permitido subsecuentemente refinar el modelo, cuando se ha regresado a la etapa de conceptualización otra vez.

Es necesario entender la definición de comparación. En general, la comparación es una parte importante de la SSM (pensamiento, racional y serio) que comprende percibir, predecir y comparar. En SSM, Checkland define a la comparación como el punto en que las percepciones intuitivas del problema son contrastadas con los sistemas construidos, esto es, con aquellos que analistas de

sistemas defienden por haberlos provisto de profundidad epistemológica y mayor visión general de la realidad y no estar bajo apariencias superficiales; es esta etapa de comparación la que involucra a las hipótesis de los sistemas básicos que conceptualizan a los sistemas, de aquellos que son un medio para modelar la complejidad de la "realidad". [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

Como ya se ha hecho mención en la introducción para realizar la comparación se hace uso de la herramienta conocida como Cruz Maltesa, aportación conceptual de Wilson para realizar la comparación de lo que se tiene con lo que se quiere, aportación conceptual limitada a un uso eficiente por tratarse de una comparativa visual, esta limitante se solvento con la automatización de la Cruz Maltesa, por parte del M.I. Juan Antonio del Valle Flores, donde se puede ingresar una gran cantidad de datos procesar la información y realizar comparativas. Contando con una herramienta eficaz para poder deducir conclusiones y recomendaciones.

		X		A3				
		X		A2				
				A1	X			
.....	I3	I2	I1	X	I1	I2	I3
				IPP1			X	
			X	IPP2		X		
				IPP3				
				IPP4				

Figura II.5.1 Ilustración de la estructura de la Cruz Maltesa.

II.6 CAMBIOS FACTIBLES Y DESEABLES.

El objetivo de la SSM será hacer algo acerca de la situación que se considera de alguna manera insatisfactoria. Los dos flujos de pensamiento y acción en la SSM convergen en un debate estructurado ocupado en definir los cambios que ayudarían a desaparecer la insatisfacción. Pero más allá de la definición de los cambios, el usuario de la SSM busca la implementación de los mismos.

Dicha implementación es en sí, por supuesto, "una situación problema" y no es raro el uso de la SSM para enfrentarla. Nosotros podríamos conceptualizar y modelar sistemas para implementar los cambios, y hacer eso de acuerdo a algunas *Weltanschauungen* pertinentes. Finalmente, podríamos apuntar con precisión hacia un "sistema para hacer los cambios" cuyas actividades pueden entonces convertirse en acción del mundo real. Podemos decidir si hacemos las actividades de dicho modelo final, en la situación del mundo real.

Los cambios mismos por lo general se describen como "deseables sistémicamente" y "viables culturalmente" [Che, 1981], y vale la pena el ahondar brevemente sobre estas frases porque si las entendemos, entenderemos la SSM. Los modelos de sistemas de actividad con propósito definido que se construyen dentro de la SSM se seleccionan al existir la esperanza de que sean pertinentes para la situación problema. Ellos no tienen como propósitos el ser modelos de la situación. Es debido a esto que los cambios provenientes del debate iniciado al comparar los modelos con la situación real sean (sólo) deseables argumentablemente, y no forzosos. Los cambios son deseables sistémicamente si se percibe que estos "sistemas pertinentes" son en verdad y de hecho pertinentes.

La implementación de los cambios se llevará a cabo en una cultura humana, y ésta modificará a la cultura, al menos en poca y, posiblemente, en gran medida.

Pero los cambios se implementarán sólo si se perciben como significativos dentro de dicha cultura, dentro de la visión del mundo de dicha cultura.

Lo que una cultura en particular percibe como "significativo" quizá vaya desde un pequeño cambio en incremento hasta un cambio revolucionario importante; no es la cantidad de cambio lo que determina la viabilidad del mismo, sino que éste sea o no sea considerado como *significativo*. Por ello los cambios introducidos por la SSM tienen que ser viables culturalmente en el sentido de que dentro de la cultura en cuestión se les debe considerar como significativos.

Así que los dos criterios para los cambios que la SSM busca son "deseables sistémicamente" y "viables culturalmente". El entender que esto es así proporciona una verificación para saber si la distinción entre el pensamiento de sistemas suaves y duros se entiende. Alguien encerrado intelectualmente dentro del paradigma "duro", y que cree que el mundo es sistémico, ¡imaginará que los cambios tienen que ser viables sistémicamente y viables culturalmente! [Checkland, Acholes, 1990]

En el ejercicio de esta tesis, en función de los resultados obtenidos con el uso de la herramienta denominada Cruz Maltesa en su versión automatizada, adaptándolos a viables y deseables se proponen los cambios factibles y deseables una vez analizados los resultados.

II.7 IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES

Desde la discusión de la etapa 5, ciertos cambios son identificados.

Las alternativas de cambio varían en deseabilidad y factibilidad:

- Deseabilidad: ¿es técnicamente una mejora?
- Factibilidad: ¿se ajusta a la cultura?

El trabajo de la etapa 7 es implementar los cambios, ponerlos en acción. Cuando la acción es tomada, podría aliviarse la situación problema enfocada, sin embargo, pueden encontrarse otras situaciones. La introducción de la acción puede cambiar la situación del problema originalmente percibido, aún podemos pensar que se ha eliminado, aunque seguramente un nuevo problema surgirá. A menudo se recomienda que un sistema temporal se use para llevar a cabo la tarea bajo la vigilancia del analista, visto como uno de transición al funcionamiento del nuevo sistema. Checkland señaló que esta metodología no tiene de hecho ninguna trascendencia como un enfoque de una sola vez-y-para-siempre, ya que se trata de algo tan difícil que ha sido definido y percibido como un problema. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

CAPITULO III MODELO DE REQUERIMIENTOS Y SU CRUZ MALTESA

INTRODUCCIÓN

Antes que cualquier estudio, se requerirá una cierta apreciación de la situación y será necesario considerar asuntos como los siguientes:

- a) ¿Qué es lo que se toma como límite del área bajo estudio?
- b) ¿Qué interacciones se asume que existen en relación con este límite particular?
- c) ¿Qué clase de actividades es posible que se presenten en estas áreas?

Siempre se ha encontrado útil construir una imagen simple para ilustrar las suposiciones que se hacen. Esta imagen es por si misma un modelo cualitativo y hacer explicitas nuestras suposiciones mediante una imagen es una manera eficiente de plantear las relaciones y de aclarar ideas relacionadas con el área de interés. 5 (Brian Wilson), en esta revisión al PE se recurre al modelo de Tarea Primaria Consensuados para lograr la apreciación de la situación a través del consenso general obtenido de los profesores entrevistados y poder así derivar la definición raíz de tarea primaria, una vez alcanzada la raíz se obtiene el Modelo Conceptual de Tarea Primaria Consensuado [CPTM], se derivan las tablas de entradas y salidas para el flujo de información las cuales son procesadas en la Cruz Maltesa, para realizar la fase cinco (modelos conceptuales) de la SSM, comparando lo que se tiene con lo que se quiere es decir una comparación entre la realidad y la del CPTM, lo que hace necesario comprender su funcionamiento y concepto de esta, en este capitulo se explican la manera en que fueron ingresados los datos en la Cruz Maltesa Automatizada.

III.1 DEFINICIÓN RAÍZ Y MODELO CONCEPTUAL DE TAREA PRIMARIA CONSENSUADOS.

El consenso se da dentro del grupo solucionador del problema: es acerca de eso que el grupo toma de lo que la organización está haciendo (ahora y/o en el futuro). Esto puede o no involucrar personal interno de la organización en la ruta a la derivación del CPTM

El CPTM ha resultado ser un desarrollo mayor en el análisis de problemas basado en la organización. Representa una declaración única del conjunto de actividades tomado para representar a la organización particular en cuestión; su importancia esta en el hecho que puede ser el punto de partida para una amplia gama de investigaciones.

Por ejemplo el análisis de requerimientos de información está buscando identificar la información necesaria para una organización y de una declaración de lo que la información soporta, por la vía de las actividades emprendidas, es una parte esencial del análisis. El CPTM da una respuesta que es independiente de quién hace las actividades, proporciona un conjunto robusto de requerimientos, por consiguiente independiente de la estructura de la organización (o la reestructuración). Debido a esta independencia de la estructura orgánica, es también una herramienta poderosa en el proceso de la reestructuración de la organización o para el rediseño organizacional.

Como una declaración de lo que se toma de lo que la organización hace, es una base poderosa y defendible en las revisiones estratégicas. [Wilson, 1990]

Se han desarrollado cuatro métodos que se han usado para la construcción del CPTM, ellos son descritos bajo los siguientes títulos:

A.- basada en la declaración de la Misión.

B.- descomposición del W (Weltanschauung) *

C.- extracto de un sistema más amplio.

D.- ensamblado del Modelo Empresa

A: Basado en la declaración de la misión

Éste es el método más defendible y el más simple de usar. Sin embargo, el es también probablemente el menos adaptado.

Las organizaciones frecuentemente derivan declaraciones de su misión, aunque estas tienden a ser confusas, imprecisas y comprensivas de todo. Es casi inevitable que la declaración de la misión sea bastante amplia e imprecisa puesto que la declaración ha sido convenida por un grupo de Gerentes/Directores cada uno con sus propias interpretaciones del propósito de la organización. Las palabras escogidas deberán ser capaces de satisfacer sus percepciones múltiples. Es el caso también de que exista un poco de consenso entre ellos. Estas son usualmente hechas para todos los empleados, quienes no deben tener ninguna duda.

Si la declaración de la misión está bien formada y realmente se concentra en la visión específica de la organización, o unidad de la organización, entonces puede traducirse en la estructura de una definición raíz y puede modelarse de la manera usual para crear el CPTM.

B.- descomposición del W

Éste es el método más complejo y difícil, parte de una identificación del rango de la W destinada a la población particular asociada con la investigación. Se construyen modelos del tarea primaria individuales para cada W y estos modelos se combina entonces en un solo modelo que usa un modelo neutral (no contencioso) como punto de partida.

C. Extracción de un sistema más amplio.

Aunque su importancia no se apreció en su momento, una manera alternativa de construir un CPTM se ha usado en varios proyectos, fechados desde 1976.

Esencialmente recae en dos suposiciones: (a) Un sistema más abierto, declaraciones de la misión, la especificación del trabajo etc., pertinente (pero más extensamente en el alcance) al papel que se explora, puede definirse y puede tomarse como dado.

(b) Un papel aceptable /factible puede identificarse mapeando varios límites del papel sobre el modelo desarrollado desde la citada anteriormente.

Las actividades dentro del límite, eventualmente desarrolladas como resultado de explorar la aceptabilidad como en el inciso b, se toma entonces el CPTM.

* (Es usual referirse a la palabra alemana Weltanschauung como "W", en lugar de usar la palabra entera, traducida de manera literal significa "visualización-palabra", esto es, la visualización del mundo que permite a cada observador atribuir un significado a lo que observa, puede compararse como un filtro, que se ha formado y es moldeado con frecuencia por la experiencia, la personalidad, la política, la sociedad y la situación) 6 (Brian Wilson)

D: Ensamblado del Modelo de la Empresa.

A un nivel muy alto de generalidad, cualquier empresa puede ser descrita en términos de cuatro tipos de sistema. Así un CPTM que es una estructura intelectual capaz de representar a cualquier empresa puede ser análogamente descrita en cuanto a cuatro tipos de sistema. Esto significa que un CPTM puede componerse de modelos individuales que representan a los cuatro tipos.

ANÁLISIS QUE REQUIERE UN CPTM.

Cuando se requiere una sola respuesta a la pregunta de lo que el analista toma que 'el sistema' servido sea. Ejemplos de sistemas de servicio son: provisión de conocimientos, información, entrenamiento, planeación, capacitación y dirección, etc.

Todos estos ejemplos requieren una respuesta a la pregunta ¿cuál apoyar? y esa respuesta se proporciona por una descripción del 'sistema servido', es decir por el CPTM.

Una aplicación grande que requiere un CPTM es cuando la preocupación se centra en un particular 'cómo', tal como en la estructura de una organización. Esta estructura puede ser tanto geográfica como departamental, donde un juego de procesos de negocio se da por la localización, está basado en lo que esos procesos pasan a ser, y su relación a los otros procesos de negocio que constituyen el juego total.

Un CPTM es una descripción 'libre de la estructura de la organización' de procesos de negocio hacia los cuales pueden mapearse los límites que representan papeles reales y/o departamentales potenciales y su localización.

El CPTM para la Revisión del Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniero Civil contenida en esta tesis, se obtuvo por la declaración hecha por un grupo de profesores expertos en cada una de las áreas de la ingeniería civil, por medio de una entrevista, (detallada mas adelante en el capítulo IV), donde se les preguntó acerca de las actividades, referidas al modelo conceptual y que en términos del PE corresponden con las capacidades que debe tener el egresado de la carrera de ingeniería civil, "de las declaraciones formadas puede traducirse en la estructura de una definición raíz y puede modelarse de la manera usual para crear el CPTM" [Wilson, 1993]

Como puede observarse el CPTM se obtuvo a través de una combinación de los métodos descritos, principalmente la basada en la declaración misión al entrevistar a los profesores, dentro de esta declaración va implícita la W, particular, de cada uno de ellos, donde finalmente a través de las declaraciones de la misión, la especificación de las capacidades que debe tener un egresado de la carrera se derivó el CPTM.

Se construyeron modelos de tarea primaria individuales para cada W y estos modelos combinándolos en uno solo modelo de resolución final el cual se presenta en la figura 3.1

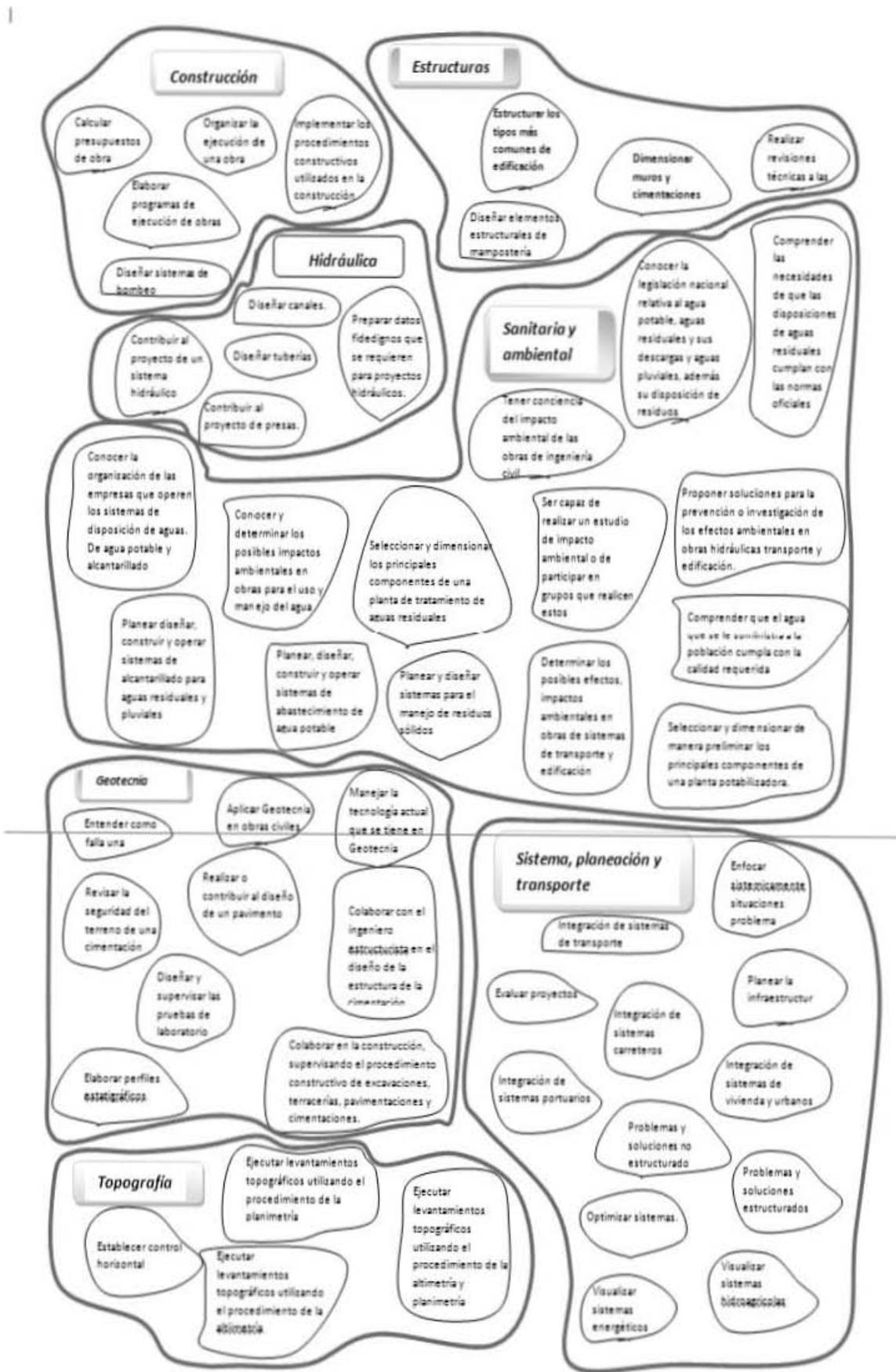


Fig. III.1 Modelo Conceptual de Tarea Primaria Consensuado en su nivel de resolución final.

Tabla de entradas y salidas para la estimación completa del flujo de la información para el

ACTIVIDAD HUMANA	CLAVE	ACTIVIDAD	ENTACTIVIDAD	ENTRADAS	DEPTO	CLAVEACTIVIDAD	SALACTIVIDAD	Descripción
Calcular presupuestos de obra	21	1	1	Conocer los recursos de la construcción: (Mano de Obra, materiales y maquinaria), sus características y la manera de determinar sus costos.	21	01	01	Conocer los recursos con los que se cuenta para ejecutar una obra, maximizando los recursos, traducéndose esto en un beneficio económico en la sociedad. En base a planos y especificaciones, cuantifica correctamente las cantidades de obra. Determinación de la utilidad de una obra. Determinación de los costos, tomando en cuenta los procedimientos de construcción.
	21	1	2	Cuantificar las cantidades de obra a partir de planos y especificaciones.	21	01	02	
	21	1	3	Conocer los procedimientos para el cálculo de los costos indirectos.	21	01	03	
	21	1	4	Conocer el procedimiento para calcular los costos de financiamiento.	21	01	04	
	21	1	5	Conocer los criterios para la determinación de la utilidad.	21	01	05	
	21	1	6	Conocer e interpretar las especificaciones de construcción.	21	01	06	
	21	1	7	Conocer los procedimientos de constructivos para la determinación de costos.	21	01	07	
	21	1	8	Comprender la influencia del entorno de la obra en los costos de construcción	21	01	08	
	21	1	9	Conocer el procedimiento para el cálculo y la integración de precios unitarios	21	01	09	
	21	1	10	Aplicar el software existente en el cálculo de precios unitarios e integración de presupuestos.	21	01	10	
Elaborar programas de ejecución de obras.	21	2	1	Conocer los elementos que influyen en la planeación de la obra.	21	02	01	En el ejercicio de su profesión, el ingeniero civil tendrá una correcta planeación tomando en cuenta todos los elementos que influyen en la planeación. Correcta elección del método constructivo apropiado a cada tipo de obra.
	21	2	2	Conocer los procedimientos constructivos que se usarán para la ejecución de la obra.	21	02	02	
	21	2	3	Conocer los sistemas de representación gráfica para la representación de las actividades de obra y su interrelación.	21	02	03	
	21	2	4	Aplicar los algoritmos para el cálculo de la red de actividades.	21	02	04	
	21	2	5	Conocer los procedimientos para llevar a cabo el balance u optimización de los recursos que intervienen en la obra.	21	02	05	
	21	2	6	Conocer el procedimiento para la elaboración de los programas particulares para la ejecución de la obra: programa de mano de obra, de suministro de materiales, de maquinaria y del personal técnico-administrativo.	21	02	06	
Organizar la ejecución de una obra.	21	3	1	Conocer los elementos necesarios para la organización de la obra: frentes de trabajo, almacenes, bodegas, talleres, campamentos, etc.	21	03	01	Correcta organización en la obra Construcción de obras con calidad Control físico y financiero de la obra.
	21	3	2	Conocer y aplicar en obra los requerimientos de calidad establecidos en las especificaciones.	21	03	02	
	21	3	3	Coordinar e interpretar los resultados de las pruebas de laboratorio para el control de calidad de los materiales y procedimientos constructivos.	21	03	03	
	21	3	4	Establecer los mecanismos necesarios para el control de avance físico y financiero de los trabajos.	21	03	04	

Implementar los procedimientos constructivos más utilizados en la construcción.	21	4	1	Conocer la tecnología del concreto hidráulico.	21	4	1	Elección del mejor procedimiento de construcción en estructuras de concreto, madera, metálicas y de mampostería, terracerías y pavimentación Conocimiento del rendimiento del equipo usado en la construcción, maximizando los recursos.
	21	4	2	Conocer los procedimientos de construcción de estructuras de concreto, madera, metálicas y de mampostería.	21	4	2	
	21	4	3	Conocer los procedimientos de construcción en terracerías, excavaciones subterráneas y pavimentación.	21	4	3	
	21	4	4	Conocer el procedimiento para el cálculo detallado de los rendimientos del equipo usual en construcción.	21	4	4	
Estructurar tipos más comunes de edificación.	22	1	1	Conocimientos básicos de estática	22	1	1	Estructuración correcta de los tipos más comunes de edificación en ciudades, garantizando la seguridad de estos
	22	1	2	Conocimientos básicos de dinámica.	22	1	2	
	22	1	3	Conocimientos básicos de probabilidad y estadística.	22	1	3	
	22	1	4	Conocimientos de la legislación relativa a la estructuras.	22	1	4	
	22	1	5	Aspectos fundamentales de análisis y diseño de estructuras	22	1	5	
Diseñar o dimensionar elementos estructurales de acero y de concreto.	22	2	1	Conocimientos básicos de estática	22	2	1	Diseño o dimensionamiento de los elementos estructurales conformados por el acero y cemento.
	22	2	2	Conocimientos básicos de dinámica aplicados a las estructuras.	22	2	2	
	22	2	3	Conocimientos básicos de probabilidad y estadística.	22	2	3	
	22	2	4	Conocimientos de la legislación relativa a la estructuras.	22	2	4	
	22	2	5	Aspectos fundamentales de resistencia de materiales.	22	2	5	
	22	2	6	Aspectos fundamentales de cálculo	22	2	6	
	22	2	7	Aspectos fundamentales de álgebra lineal.	22	2	7	
	22	2	8	Aspectos fundamentales de estructuras	22	2	8	
Diseñar elementos estructurales de mampostería.	22	3	1	Conocimientos básicos de estática	22	3	1	Correcto diseño de estructuras de mampostería
	22	3	2	Conocimientos básicos de dinámica.	22	3	2	
	22	3	3	Conocimientos de la legislación relativa a la estructuras.	22	3	3	
	22	3	4	Aspectos fundamentales de análisis y diseño de estructuras	22	3	4	
Elaborar, leer y entender planos	22	4	1	Conocimientos básicos de dibujo técnico	22	4	1	Correcta elaboración de planos conforme a las normas de dibujo, para su correcta lectura y entendimiento
Manejar software de dibujo.	22	5	1	Conocimientos básicos de computación.	22	5	1	Elaboración y modificación de planos utilizando Software para dibujo
Realizar revisiones técnicas a las estructuras.	22	6	1	Conocimientos básicos de estática	22	6	1	Revisiones técnicas a las estructuras que requieran de una evaluación, debido a sus condiciones o cambios propuestos en ellas.
	22	6	2	Conocimientos básicos de dinámica.	22	6	2	
	22	6	3	Conocimientos de la legislación relativa a la estructuras.	22	6	3	
	22	6	4	Aspectos fundamentales de resistencia de materiales.	22	6	4	
	22	6	5	Comprensión de los métodos básicos del análisis estructural	22	6	5	

Dimensionar muros y cimentaciones.	22	7	1	Aspectos fundamentales de estática	22	7	1	Correcto dimensionamiento de muros y cimentaciones, trabajando en equipo con el especialista en geotecnia.
	22	7	2	Aspectos fundamentales de dinámica	22	7	2	
	22	7	3	Aspectos fundamentales de resistencia de materiales.	22	7	3	
	22	7	4	Conocimientos básicos de mecánica de suelos y cimentaciones.	22	7	4	
Entender como falla una cimentación.	23	1	1	Entender como trabaja un suelo sometido a cargas de trabajo.	23	1	1	Prever el comportamiento de un suelo cuando es sometido a soportar una carga de trabajo. Manejo de los conocimientos de mecánica que permiten entender y prever el comportamiento mecánico de una cimentación. Manejo de los conocimientos básicos en geotecnia los cuales contribuyen a proporcionar los datos de diseño de una cimentación.
	23	1	2	Conocimientos básicos de estática.	23	1	2	
	23	1	3	Conocimientos básicos de Dinámica.	23	1	3	
	23	1	4	Conocimiento básico de Mecánica.	23	1	4	
	23	1	5	Aspectos básicos de estructuras.	23	1	5	
	23	1	6	Conocimientos básicos de mecánica de suelos.	23	1	6	
	23	1	7	Conocimientos básicos de geotecnia.	23	1	7	
Realizar o contribuir al diseño un pavimento.	23	2	1	Debe ser capaz de entender como trabaja un pavimento sometido a diferentes tipos de carga.	23	2	1	Diseño, reparación o dictaminación de las medidas de uso de un pavimento sometido a diferentes tipos de carga.
	23	2	2	Conocimientos básicos de Dinámica de suelos.	23	2	2	
	23	2	3	Conocimientos básicos de geotecnia.	23	2	3	
Aplicar geotecnia en obras civiles.	23	3	1	Conocimientos básicos de Geotecnia.	23	3	1	Manejo con soltura de los conocimientos básicos en geotecnia para aplicarlos en obras civiles
	23	3	2	Conocimientos básicos en Mecánica de suelos.	23	3	2	
Manejar la tecnología actual que se tiene en geotecnia.	23	4	1	El uso y manejo de software	23	4	1	Diseño y control en obras de pavimentos, cimentación utilizando software.
Diseñar y supervisar la exploración de campo.	23	5	1	Conocimientos básicos de Geotecnia.	23	5	1	Manejo de los conocimientos básicos en geotecnia en el diseño y exploración de un campo.
Diseñar y supervisar las pruebas de laboratorio.	23	6	1	Conocimientos básicos de dinámica de suelos.	23	6	1	Correcto diseño y supervisión de pruebas de laboratorio
	23	6	2	Conocimientos básicos de estática.	23	6	2	
	23	6	3	Conocimientos básicos de geotecnia.	23	6	3	
	23	6	4	El uso y manejo de software	23	6	4	
Elaborar perfiles estratigráficos.	23	7	1	Conocimientos básicos de mecánica de suelos	23	7	1	Proporcionar datos para el diseño de cimentaciones con la elaboración de perfiles estratigráficos
	23	7	2	Conocimientos básicos de geotecnia	23	7	2	
	23	7	3	Clasificación de suelos.	23	7	3	

Revisar la seguridad del terreno de una cimentación.	23	8	1	Conocimientos básicos de geotecnia	23	8	1	Correcta supervisión en la seguridad del terreno, garantizando una cimentación segura.
	23	8	2	Conocimientos básicos de mecánica de suelos.	23	8	2	
	23	8	3	Aspectos básicos de estructuras	23	8	3	
	23	8	4	Fenómeno de deformación de los suelos.	23	8	4	
	23	8	5	Fenómeno de resistencia al corte de los suelos.	23	8	5	
	23	8	6	Capacidad de cargas	23	8	6	
Colaborar con el ingeniero estructurista en el diseño de la estructura de cimentación.	23	9	1	Aspectos básicos de estructuras	23	9	1	Proporcionar los datos necesarios al ingeniero estructurista para el diseño de la estructura de cimentación.
Colaborar en la construcción, supervisando el procedimiento constructivo de excavaciones.	23	10	1	Procedimientos constructivos más comunes en las excavaciones	23	10	1	Correcta supervisión en el procedimiento constructivo de excavación, garantizando la seguridad en la obra.
Colaborar en la construcción, supervisando el procedimiento constructivo de terracerías.	23	11	1	Procedimientos constructivos más comunes en las terracerías.	23	11	1	Correcta supervisión en el procedimiento constructivo de terracerías, garantizando la calidad de los trabajos ejecutados.
Colaborar en la construcción, supervisando el procedimiento constructivo de pavimentos.	23	12	1	Procedimientos constructivos más comunes en los pavimentos.	23	12	1	Colaboración en la supervisión del procedimiento constructivo de pavimentos, garantizando la calidad de los trabajos ejecutados.
Colaborar en la construcción, supervisando el procedimiento constructivo de cimentaciones profundas.	23	13	1	Procedimientos constructivos más comunes en las cimentaciones profundas.	23	13	1	Colaboración en la supervisión del procedimiento constructivo de cimentaciones profundas, garantizando la seguridad y calidad de los trabajos ejecutados.

Preparar datos fidedignos que se requieren para proyectos hidráulicos.	24	1	1	Conceptos básicos de hidráulica.	24	1	1	Correcta elaboración de proyectos hidráulicos, utilizando datos fidedignos
	24	1	2	Conceptos básicos de hidrología.	24	1	2	
	24	1	3	Aspectos generales de geología	24	1	3	
Diseñar sistemas de bombeo.	24	2	1	Conceptos básicos de hidráulica.	24	2	1	Diseño en sistemas de bombeo, maximizando los recursos disponibles
	24	2	2	Seleccionar características y tipo de las bombas de agua.	24	2	2	
	24	2	3	Metodología para la preparación e interpretación de datos.	24	2	3	
Contribuir al proyecto de un sistema hidráulico.	24	3	1	Conceptos básicos de hidráulica.	24	3	1	El ingeniero civil es un elemento necesario e indispensable para la contribución a los proyectos de sistemas hidráulicos
	24	3	2	Conceptos básicos de Hidrología.	24	3	2	
	24	3	3	Conceptos generales de Geología.	24	3	3	
	24	3	4	Metodología para la preparación e interpretación de datos.	24	3	4	
Diseñar canales.	24	4	1	Conceptos básicos de Hidráulica.	24	4	1	Correcto elaboración en el diseño de canales.
	24	4	2	Metodología para la preparación e interpretación de datos.	24	4	2	
	24	4	3	Conceptos básicos de Hidrología.	24	4	3	
	24	4	4	Aspectos básicos de hidráulica de canales	24	4	4	
Contribuir al proyecto de presas.	24	5	1	Metodología para la preparación e interpretación de datos.	24	5	1	El ingeniero civil es un elemento necesario e indispensable para la contribución de proyectos en presas.
	24	5	2	Aspectos fundamentales de Hidráulica.	24	5	2	
	24	5	3	Aspectos fundamentales de Hidrología.	24	5	3	
	24	5	4	Aspectos generales de Geología	24	5	4	
	24	5	5	Aspectos generales de turbinas.	24	5	5	
Diseñar tuberías.	24	6	1	Conocimientos básicos de hidráulica.	24	6	1	Correcto diseño en sistemas de tuberías, contribuyendo a la maximización de recursos.
	24	6	2	Metodología para la preparación e interpretación de datos.	24	6	2	
	24	6	3	Debe conocer las características de las piezas comerciales que intervienen en un sistema de tuberías	24	6	3	
Tener conciencia del impacto ambiental de las obras de ingeniería civil.	25	1	1	Conocer el campo de acción de Ingeniería Civil	25	1	1	Tomar las medidas necesarias para contrarrestar los posibles efectos nocivos en el ambiente, que puedan ocasionar las obras de ingeniería civil.
	25	1	2	Conocer y aplicar los aspectos más relevantes de la legislación nacional relativa al impacto ambiental.	25	1	2	
	25	1	3	Conocer de manera general como se proponen, estudian y promulga la legislación nacional en cuanto a leyes, reglamentos, normas oficiales y decretos.	25	1	3	
	25	1	4	Conocimiento general de la distribución de los recursos naturales en México.	25	1	4	
	25	1	5	Conocimientos básicos de ecología	25	1	5	
	25	1	6	Conocimientos básicos de biología	25	1	6	
	25	1	7	Conocimientos básicos de química orgánica e inorgánica.	25	1	7	

Ser capaz de realizar un estudio de impacto ambiental o de participar en grupos que realicen estos.	25	2	1	Conocer el campo de acción de Ingeniería Civil	25	2	1	El ingeniero civil es un elemento necesario e indispensable para contribuir en equipo con otros especialistas en estudios de impacto ambiental.
	25	2	2	Conocer y aplicar los aspectos más relevantes de la legislación nacional relativa al impacto ambiental.	25	2	2	
	25	2	3	Conocimiento general de la distribución de los recursos naturales en México.	25	2	3	
	25	2	4	Conocimientos básicos de ecología	25	2	4	
	25	2	5	Conocimientos básicos de biología	25	2	5	
	25	2	6	Conocimientos básicos de química orgánica e inorgánica.	25	2	6	
	25	2	7	Conocimientos básicos de estadística.	25	2	7	
	25	2	8	Conocimientos básicos de análisis costo-beneficio.	25	2	8	
Determinar los posibles efectos impactos ambientales en obras de sistemas de transporte.	25	3	1	Conocer características generales de obras típicas de sistemas de transporte.	25	3	1	Tomar las medidas necesarias para contrarrestar los posibles impactos ambientales, que ocasiona las obras de transporte.
	25	3	2	Conocimiento general de la necesidad de obras públicas de infraestructura en México para propiciar y apoyar el crecimiento y desarrollo del país.	25	3	2	
	25	3	3	Conocimientos básicos de análisis costos-beneficio.	25	3	3	
Conocer y determinar los posibles impactos ambientales en obras de edificación.	25	4	1	Conocer características generales de obras típicas de edificación.	25	4	1	Tomar las medidas necesarias para contrarrestar los efectos nocivos al ambiente, que ocasiona las obras de edificación.
	25	4	2	Conocimiento general de la necesidad de obras públicas de infraestructura en México para propiciar y apoyar el crecimiento y desarrollo del país.	25	4	2	
	25	4	3	Conocimientos básicos de análisis costos-beneficio.	25	4	3	
Conocer y determinar los posibles impactos ambientales en obras para el uso y manejo del agua.	25	5	1	Conocer características generales de obras típicas de para el uso y manejo del agua.	25	5	1	Tomar las medidas necesarias para contrarrestar los efectos nocivos al ambiente, que ocasiona las obras hidráulicas.
	25	5	2	Conocimiento general de la necesidad de obras públicas de infraestructura en México para propiciar y apoyar el crecimiento y desarrollo del país.	25	5	2	
	25	5	3	Conocimientos básicos de análisis costos-beneficio.	25	5	3	
Proponer soluciones, para la prevención o investigación de los efectos ambientales en obras de transporte.	25	6	1	Conocer el campo de acción de Ingeniería Civil	25	6	1	Colaboración del ingeniero civil, aportando ideas factibles y razonadas en base a sus conocimientos técnicos en la investigación de los efectos ambientales negativos en la realización de obras de sistemas de transporte y proponer soluciones.
	25	6	2	Conocer características generales de obras típicas de sistemas de transporte.	25	6	2	
	25	6	3	Conocimientos básicos de ecología	25	6	3	
	25	6	4	Conocimientos básicos de biología.	25	6	4	
	25	6	5	Conocimientos básicos de química orgánica y química inorgánica.	25	6	5	
	25	6	6	Conocimientos básicos de estadística,	25	6	6	
	25	6	7	Conocimientos básicos de costos-beneficios.	25	6	7	

Proponer soluciones, para la prevención o investigación de los efectos ambientales en obras de edificación.	25	7	1	Conocer el campo de acción de Ingeniería Civil	25	7	1	Colaboración del ingeniero civil, aportando ideas factibles y razonadas en base a sus conocimientos técnicos en la investigación de los efectos ambientales negativos en la realización de obras de edificación y proponer soluciones efectivas.
	25	7	2	Conocer características generales de obras típicas de edificación..	25	7	2	
	25	7	3	Conocimientos básicos de ecología	25	7	3	
	25	7	4	Conocimientos básicos de biología	25	7	4	
	25	7	5	Conocimientos básicos de química orgánica y química inorgánica.	25	7	5	
	25	7	6	Conocimientos básicos de estadística,	25	7	6	
	25	7	7	Conocimientos básicos de costos-beneficios.	25	7	7	
Proponer soluciones, para la prevención o investigación de los efectos ambientales en obras de hidráulicas.	25	8	1	Conocer el campo de acción de Ingeniería Civil	25	8	1	Colaboración del ingeniero civil, aportando ideas factibles y razonadas en base a sus conocimientos técnicos en la investigación de los efectos ambientales negativos en la realización de obras hidráulicas y proponer soluciones efectivas.
	25	8	2	Conocer características generales de obras típicas para el uso y manejo del agua.	25	8	2	
	25	8	3	Conocimientos básicos de ecología	25	8	3	
	25	8	4	Conocimientos básicos de biología	25	8	4	
	25	8	5	Conocimientos básicos de química orgánica y química inorgánica.	25	8	5	
	25	8	6	Conocimientos básicos de estadística.	25	8	6	
	25	8	7	Conocimientos básicos de costos-beneficios.	25	8	7	
Comprender que el agua que se le suministra a la población cumpla con la calidad requerida.	25	9	1	Conocimientos básicos de química (soluciones, suspensiones, ácidos, bases, equilibrio químico)	25	9	1	Garantizar a la sociedad que el suministro de agua cumple con la calidad requerida y las normas aplicables.
	25	9	2	Conocimientos básicos de bacteriología	25	9	2	
Seleccionar y dimensionar de manera preliminar los principales componentes de una planta potabilizadora.	25	10	1	Conocimientos básicos de química (soluciones, suspensiones, ácidos, bases, equilibrio químico)	25	10	1	El ingeniero civil es un elemento necesario e indispensable para contribuir en equipo con otros especialistas en el proyecto de una planta potabilizadora.
	25	10	2	Conocimientos básicos de bacteriología	25	10	2	
	25	10	3	Conocimientos básicos de hidráulica	25	10	3	
	25	10	4	Conocimientos básicos de canales.	25	10	4	
	25	10	5	Conocimientos básicos de tuberías a presión.	25	10	5	
	25	10	6	Conocimientos básicos de bombas para agua limpia y aguas residuales.	25	10	6	
	25	10	7	Conocimientos básicos de estructuras de concreto.	25	10	7	
	25	10	8	Conocimientos básicos de análisis de sistemas.	25	10	8	
	25	10	9	Conocimientos básicos de termodinámica (mezclas de gases)	25	10	9	
Conocer y aplicar la legislación nacional relativa a las descargas residuales.	25	11	1	Conocimientos básicos de química (soluciones, suspensiones, ácidos, bases, equilibrio químico)	25	11	1	El ingeniero civil aplicará la legislación relativa a descargas residuales en proyectos y ejecución de obras, colaborando con la sociedad en la salud pública.
	25	11	2	Conocimientos básicos de bacteriología	25	11	2	

Comprender la necesidad de que la disposición de aguas residuales cumplan con las normas oficiales.	25	12	1	Conocimientos básicos de química (soluciones, suspensiones, ácidos, bases, equilibrio químico)	25	12	1	El ingeniero civil al realizar proyectos de disposición de aguas residuales aplicará las normas oficiales garantizando a la sociedad la salud pública.
	25	12	2	Conocimientos básicos de bacteriología	25	12	2	
Seleccionar y dimensionar los principales componentes de una planta de tratamiento de aguas residuales.	25	13	1	Conocimientos básicos de química (soluciones, suspensiones, ácidos, bases, equilibrio químico)	25	13	1	El ingeniero civil es un elemento necesario e indispensable para contribuir en equipo con otros especialistas en el proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales.
	25	13	2	Conocimientos básicos de bacteriología	25	13	2	
	25	13	3	Conocimientos básicos de hidráulica	25	13	3	
	25	13	4	Conocimientos básicos de canales.	25	13	4	
	25	13	5	Conocimientos básicos de tuberías a presión.	25	13	5	
	25	13	6	Conocimientos básicos de bombas para agua limpia y aguas residuales.	25	13	6	
	25	13	7	Conocimientos básicos de estructuras de concreto.	25	13	7	
	25	13	8	Conocimientos básicos de análisis de sistemas.	25	13	8	
Conocer la legislación nacional relativa al agua potable, aguas residuales y aguas pluviales.	25	14	1	Conocer el procedimiento general para realizar el estudio de impacto ambiental de las obras de Ingeniería Civil.	25	14	1	El ingeniero civil aplicará la legislación nacional relativa al agua potable, aguas residuales y aguas pluviales en proyectos y ejecución de obras, colaborando con la sociedad en la salud pública.
	25	14	2	Conocimiento general del desarrollo y situación actual de las condiciones sociales, económicas y demográficas de México.	25	14	2	
Planear, diseñar, construir y operar sistemas de abastecimiento para agua potable.	25	15	1	Conocimientos básicos de de hidrología y de hidráulica (escurrimiento en canales, tuberías a presión y bombas)	25	15	1	Realización de una correcta planeación, diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, así como ejecutar una correcta operación del sistema.
	25	15	2	Conocimientos básicos de Probabilidad y Estadística.	25	15	2	
	25	15	3	Conocimientos básicos de química (soluciones, suspensiones, ácidos, bases.)	25	15	3	
Planear diseñar, construir y operar sistemas de alcantarillado para aguas residuales y pluviales.	25	16	1	Conocimientos básicos de de hidrología y de hidráulica (escurrimiento en canales, tuberías a presión y bombas)	25	16	1	Realización de una correcta planeación, diseño y construcción de un sistema de alcantarillado para aguas residuales, así como ejecutar una correcta operación del sistema.
	25	16	2	Conocimientos básicos de Probabilidad y Estadística.	25	16	2	
	25	16	3	Conocimientos básicos de química (soluciones, suspensiones, ácidos, bases.)	25	16	3	

Conocer la organización de las empresas que operen los sistemas de disposición de aguas.	25	17	1	Conocer el procedimiento general para realizar el estudio de impacto ambiental de las obras de Ingeniería Civil.	25	17	1	El ingeniero civil que esta a cargo de una empresa pública o privada que operen sistemas de disposición de aguas residuales y pluviales ejecutará una correcta organización y administración de dicha organización.
	25	17	2	Conocimiento general del desarrollo y situación actual de las condiciones sociales, económicas y demográficas de México.	25	17	2	
Conocer la organización de las empresas que operen los sistemas para agua potable.	25	18	1	Conocimiento general del desarrollo y situación actual de las condiciones sociales, económicas y demográficas de México.	25	18	1	El ingeniero civil que esta a cargo de una empresa pública o privada que operen sistemas de agua potable ejecutará una correcta organización y administración de dicha organización.
	25	18	2	Conocer el procedimiento general para realizar el estudio de impacto ambiental de las obras de Ingeniería Civil.	25	18	2	
Conocer la organización de las empresas que operen los sistemas de alcantarillado.	25	19	1	Conocimiento general del desarrollo y situación actual de las condiciones sociales, económicas y demográficas de México.	25	19	1	El ingeniero civil que esta a cargo de una empresa pública o privada que operen sistemas de alcantarillado ejecutará una correcta organización y administración de dicha organización.
	25	19	2	Conocer el procedimiento general para realizar el estudio de impacto ambiental de las obras de Ingeniería Civil.	25	19	2	
Conocer y aplicar la legislación nacional relativa al manejo y disposición de los residuos sólidos.	25	20	1	Conocer el procedimiento general para realizar el estudio de impacto ambiental de las obras de Ingeniería Civil.	25	20	1	El ingeniero civil aplicará la legislación relativa al manejo de residuos sólidos en proyectos y ejecución de obras, así como asesorar a las comunidades, colaborando con la sociedad en la salud pública.
	25	20	2	Conocimiento general del desarrollo y situación actual de las condiciones sociales, económicas y demográficas de México.	25	20	2	
Planear y diseñar sistemas adecuados para el manejo de residuos sólidos.	25	21	1	Conocer el procedimiento general para realizar el estudio de impacto ambiental de las obras de Ingeniería Civil.	25	21	1	Correcta planeación y diseño de sistemas para el manejo de residuos sólidos
	25	21	2	Conocimiento general del desarrollo y situación actual de las condiciones sociales, económicas y demográficas de México.	25	21	2	
	25	21	3	Conocimientos básicos de epidemiología, hidrología y geohidrología.	25	21	3	
	25	21	4	Conocimientos básicos de Análisis de Sistemas.	25	21	4	
	25	21	5	Conocimientos generales de vehículos de transporte de materiales a granel y de vehículos especiales para transporte de residuos sólidos municipales.	25	21	5	

Enfocar sistemáticamente.	26	1	1	Conocer los conceptos básicos de sistemas.	26	1	1	Elaborar proyectos de ingeniería de manera sistémica. Documentar una visión sistémica de las situaciones problema en el ejercicio de la profesión, principalmente en proyectos de infraestructura Discriminar a los problemas por su tipo de solución: estructurados y no estructurados.
	26	1	2	Conocer el pensamiento sistémico y su evolución.	26	1	2	
	26	1	3	Características de los problemas estructurados y no-estructurados	26	1	3	
Problemas y soluciones estructurados.	26	2	1	Conocer características de tipo de problemas por técnicas disponibles en la Ingeniería de Sistemas.	26	2	1	Proponer soluciones viables a problemas propios de la ingeniería de forma estructurada. Saber si el egresado posee los conocimientos para buscar la solución a un problema.
	26	2	2	Conocer el catálogo de Métodos de solución determinísticos.	26	2	2	
	26	2	3	Conocer el catalogo de Métodos de solución probabilísticos.	26	2	3	
Problemas y soluciones no-estructurados.	26	3	1	Visión general de la metodología de sistemas.	26	3	1	Aplicar la metodología de sistemas suaves para proponer problemas no estructurados. El egresado puede descubrir el verdadero problema. Define lo que el sistema debiera ser. Diseña sus modelos conceptuales. Compara lo que debiera ser contra lo que es. Identifica los cambios deseables y factibles.
	26	3	2	Situación problema o problemática.	26	3	2	
	26	3	3	Visión enriquecida o descubrimiento del problema.	26	3	3	
	26	3	4	Definición raíz.	26	3	4	
	26	3	5	Modelación conceptual.	26	3	5	
	26	3	6	Comparación o diagnóstico.	26	3	6	
	26	3	7	Cambios deseables y factibles.	26	3	7	
	26	3	8	Implementación o puesta en marcha	26	3	8	
Optimizar.	26	4	1	Clasificar a los problemas de programación matemática.	26	4	1	El egresado planteará sus propios modelos de optimización. Conocer y aplicar el algoritmo de optimización lineal: el simplex. Determinar soluciones óptimas a problemas de transporte y asignación. Plantear problemas de redes y emplear algoritmos especiales. El egresado podrá controlar sus proyectos.
	26	4	2	Conocer los principios y técnicas de la Programación Lineal.	26	4	2	
	26	4	3	Conocer y aplicar algunos algoritmos especiales para optimizar: transporte, asignación	26	4	3	
	26	4	4	Conocer y aplicar optimización a redes.	26	4	4	
	26	4	5	Control de proyectos.	26	4	5	
	26	4	6	Interpretación de resultados en Programación lineal.	26	4	6	

Planear.	26	5	1	Condiciones socioeconómicas de México.	26	5	1	Tener conciencia de la relación entre los proyectos de ingeniería y las condiciones socioeconómicas del país.
	26	5	2	Necesidades de la Planeación y sus tipos.	26	5	2	Diferenciar las metodologías de la Planeación en gobierno y en el sector privado.
	26	5	3	Una metodología para diagnosticar y proponer soluciones.	26	5	3	Descubrir el verdadero problema y proponer soluciones
	26	5	4	Programación y presupuestación.	26	5	4	Tener conciencia de la programación y Presupuestación de los proyectos de ingeniería.
	26	5	5	Control de resultados.	26	5	5	Dar seguimiento y controlar los resultados de un plan de proyecto.
	26	5	6	Evaluación de Proyectos	26	5	6	
Evaluar proyectos.	26	6	1	Proceso global de evaluación de un proyecto.	26	6	1	Correcta evaluación de proyectos El flujo financiero. Programa financiero. Medidas de Efectividad Financiera.
	26	6	2	Estudio de mercado.	26	6	2	
	26	6	3	Estudio Técnico.	26	6	3	
	26	6	4	Estudio financiero.	26	6	4	
	26	6	5	Estudio económico.	26	6	5	
Visualizar sistemas de transporte.	26	7	1	Conocer globalmente los distintos sistemas de transporte	26	7	1	Ver al transporte como un elemento del progreso socioeconómico. Posibilitar la participación del ingeniero civil en sistemas carreteros. Posibilitar la participación del ingeniero civil en sistemas aeroportuarios. Posibilitar la participación del ingeniero civil en los sistemas marítimos.
	26	7	2	Integración de un proyecto carretero.	26	7	2	
	26	7	3	Integración de un proyecto ferrocarrilero.	26	7	3	
	26	7	4	Integración de un proyecto aeroportuario.	26	7	4	
	26	7	5	Integración de un proyecto marítimo portuario.	26	7	5	
	26	7	6	Integración de un proyecto marítimo portuario costa afuera.	26	7	6	
	26	7	7	Integración de un proyecto de transporte urbano.	26	7	7	
Visualizar sistemas de vivienda y urbanos.	26	8	1	Conocer globalmente los distintos sistemas urbanos	26	8	1	Conocer la participación de la ingeniería civil en sistemas de vivienda y urbanísticos.
	26	8	2	Integración de un proyecto de urbanización.	26	8	2	
	26	8	3	Integración de un proyecto de vivienda.	26	8	3	
Visualizar sistemas energéticos.	26	9	1	Conocer globalmente los distintos sistemas energéticos	26	9	1	Conocer la participación de la ingeniería civil en sistemas eléctricos y petroleros.
	26	9	2	Integración de un proyecto eléctrico.	26	9	2	
	26	9	3	Integración de un proyecto petrolero.	26	9	3	
visualizar sistemas hidroagricolas	26	10	1	Conocer globalmente los distintos sistemas de infraestructura hidroagrícola.	26	10	1	Conocer la participación de la ingeniería civil en sistemas hidroagricolas.

Establecer control horizontal	27	1	1	Conocer poligonales	27	1	1	Correcta ubicación horizontal de los puntos en levantamiento topográfico, para garantizar la correcta ubicación de las obras de ingeniería.
Ejecutar levantamientos topográficos: utilizando el procedimiento de la planimetría.	27	2	1	Aspectos básicos de trigonometría	27	2	1	Correcta ejecución del ingeniero civil en levantamientos topográficos donde solo se requiere proyectar en un plano horizontal.
	27	2	2	Aspectos básicos de geometría.	27	2	2	
	27	2	3	Aspectos fundamentales de óptica.	27	2	3	
	27	2	4	Aspectos fundamentales de metrología	27	2	4	
	27	2	5	Control horizontal del levantamiento.	27	2	5	
Ejecutar levantamientos topográficos: utilizando el procedimiento de la altimetría.	27	3	1	Aspectos básicos de trigonometría	27	3	1	Correcta ejecución del ingeniero civil en levantamientos topográficos utilizando la altimetría
	27	3	2	Aspectos básicos de geometría	27	3	2	
	27	3	3	Aspectos fundamentales de óptica.	27	3	3	
	27	3	4	Aspectos fundamentales de metrología	27	3	4	
	27	3	5	Control vertical del levantamiento.	27	3	5	
Ejecutar levantamientos topográficos: utilizando el procedimiento de planimetría y altimetría simultánea.	27	4	1	Representar el terreno mediante curvas de nivel.	27	4	1	Correcta ejecución del ingeniero civil en levantamientos topográficos. Correcto interacción entre el ingeniero civil y el ingeniero tipógrafo para la elaboración de proyectos y ejecución de obras civiles.
	27	4	2	Control horizontal y vertical de un levantamiento topográfico.	27	4	2	

Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniero Civil.

El establecimiento de los distintos elementos de información de la tabla en términos de entradas y salidas se deriva de preguntar qué necesidades de información se necesitan para llevar a cabo esa actividad con éxito.

La próxima fase es desarrollar mecanismo, denominado Cruz Maltesa, para comparar lo que se necesita con lo que existe, para hacer recomendaciones convenientes acerca de lo que el nuevo Plan de Estudios tiene que proporcionar o eliminar.

Una declaración de la misión normalmente está en el formato de varios puntos y en la tarea inicial, por consiguiente, es convertir éstos en una sola frase que represente a la definición raíz, algunos de estos puntos pueden verse a un nivel de mas detallado que otros y puede dejarse para la inclusión tanto como el modelo sea elaborado, es vital que ellos no se ignoren completamente puesto que eso destruiría la defendibilidad que estamos buscando lograr. Es útil ilustrar esta conversión inicial, desde la declaración de la misión en una definición raíz: el proceso de modelar ya se ha cubierto [Wilson, 1993]

En un esfuerzo por convertir las declaraciones de los expertos presento la Definición Raíz global:

“Un sistema PE, dividido en materias de ciencias básica, materias de ingeniería y de ciencias y humanidades, que proporciona los conocimientos necesarios al egresado para ejecutar, planear y organizar obras en el área de construcción, diseñar, estructurar tipos mas comunes en obras, contribuir a proyectos y diseños en sistemas hidráulicos, planear , diseñar construir y operar sistemas sanitarios y ambientales, y exploración de campo así como enfocar sistemicamente situaciones problemas, integrar proyectos en sistemas de viviendas, carreteros y transporte, todo ello para contribuir de manera preponderante a producir los recursos técnicos, conservar la infraestructura socioeconómica que el país demanda.”

III.2 MARCO CONCEPTUAL DE LA CRUZ MALTESA

La Cruz Maltesa, elemento metodológico, esta soportada en el enfoque de sistemas de la Metodología para el análisis de Requerimientos de Información (IRA) que Brian Wilson deriva de la Metodología de Sistemas Suaves (SSM) de Peter Checkland.

Una problemática metodológica que ha impedido una difusión del pensamiento de sistemas suaves, es su falta de formalidad (no obstante su singular capacidad de manejar más de una perspectiva).

Una de las fuentes de falta de formalidad reside en la submetodología denominada “Cruz Maltesa”, herramienta visual de gran ayuda para diagnosticar en la planeación de sistemas, y comparar lo que se tiene con lo que se quiere, la Cruz Maltesa es popular por que muestra los desequilibrios entre las necesidades y los usos actuales de los procedimientos de procesos a la información (IPP).

Esta falta de formalidad en la Cruz Maltesa es solventada con la automatización de la Cruz Maltesa, trabajo realizado por el MI Juan Antonio del Valle Flores, dicha automatización se detallara en el capítulo IV

La Cruz Maltesa modela el equilibrio existente en un tiempo dado, entre los requerimientos de información y el flujo de datos que hay en ese momento; además puede aplicarse en niveles diferentes de resolución y abstracción, desde una apreciación global de un sistema hasta una descripción detallada de un subsistema, donde las propiedades de la SSM puede ayudar a aumentar la resolución de detalle. Finalmente desde un punto de vista lógico representa lo que el sistema debe hacer o lo que hace. Es una construcción intelectual de representación sistémica, basada en una interpretación subjetiva de la realidad. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

III.3 ESTRUCTURA Y ENSAMBLADO DE LA CRUZ MALTESA

En esencia la Cruz Maltesa es una matriz de cuatro partes. La mitad superior contiene actividades tomadas del modelo de actividad. La mitad inferior contiene una declaración de los procedimientos del procesamiento de información existentes (IPP's). La fig. III.3.1 ilustra la estructura de la Cruz Maltesa, el eje del norte es una lista del conjunto de actividades que constituyen el “sistema de tarea primaria” relevante para el área particular u organización bajo estudio. Los ejes este y oeste son idénticos y contienen categorías de información consideradas esenciales para el apoyo de actividades en este nivel de resolución,

<conocimientos que debe poseer el egresado para poder realizar las actividades primarias> el eje oeste (que representa las entradas) es la imagen reflejada del eje del este (que representa las salidas). El eje del sur es una lista de los IPP's (automatizados y manuales) y representan el estado existente de la red del procesamiento de información anterior a la revisión (materias, temas subtemas). Si el propósito de la revisión es examinar el potencial para el procesamiento basado en la computadora de una red manual existente, la mitad inferior de la Cruz Maltesa representará los sistemas manuales completos, que ilustra su alcance e interacciones. Si la situación está por desarrollar, la mitad inferior estará en blanco. [Wilson, 1993]

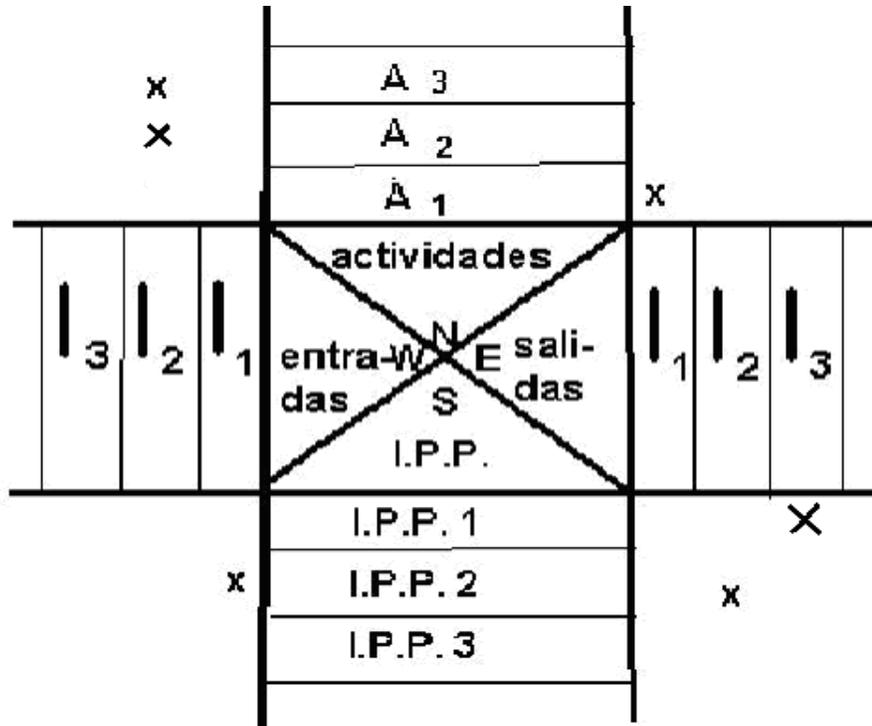


Figura III.3.1 Ilustración de la estructura de la Cruz Maltesa

III.4 PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS Y COMPARACIÓN CON LOS REQUERIMIENTOS.

Su objetivo esencialmente *de la Cruz Maltesa* es dominar cuatro matrices en una sola visión. El proceso de construcción es bosquejado aquí a partir de la tabla de entradas y salidas, tabla que es mapeada hacia la Cruz Maltesa para establecer e identificar requerimientos de información del sistema bajo investigación. La Cruz Maltesa es entonces organizacionalmente mapeada hacia la organización, con lo que cumple con la última fase y bajo las recomendaciones de diseño es formulado el sistema de información.

La Construcción de una Cruz Maltesa: En base a los requerimientos de información derivados de la Tabla Entradas/Salidas, el desplegado y comparación de los datos requeridos contra la información que ya existe es muy complejo. Estos conjuntos de datos requeridos se introducen, se despliegan y se comparan contra la información que realmente existe en una gráfica que semeja una Cruz Maltesa, ayudando a la comparación.

La Cruz Maltesa se compone de cuatro partes, una matriz en cada una, la cual puede verse en la figura III.3.1 [Wilson, 1993]

Una Cruz Maltesa para el Plan de Estudios: Se toman las actividades primarias <que cada egresado debe ser capaz de realizar> generadas en el PTCM y se ponen en la mitad superior de la Cruz Maltesa, junto con los flujos de información de actividad a actividad, generados en la Tabla de Entradas/Salidas. La mitad inferior de la Cruz contiene a los procedimientos existentes de procesamiento a la información en la organización Materias, Temas, Subtemas y otros, los cuales vienen siendo los IPP's), <Listado de 2595 subtemas derivados de los temas y estos a su vez de las materias>

Si los ejes del diagrama se denominan como norte, sur, este y oeste, entonces el eje norte contiene las actividades que constituyen al modelo de tarea primaria, el eje sur contiene a los mencionados IPP's. El eje este <Conocimiento que debe poseer el egresado para poder realizar las actividades primarias> y el eje oeste son idénticos, con el eje este (representando salidas) siendo una imagen espejo del eje oeste (representando entradas). Ambos este y oeste contienen las categorías de información (que son esenciales para el apoyo de las actividades, ya que definen cómo el sistema debe trabajar.

Después de que la Cruz Maltesa se ha construido, las entradas y las salidas requeridas por los Procedimientos de Procesamiento a la Información existentes, son registrados con cruces en la mitad inferior de la Cruz, y las entradas y salidas de las actividades que se derivaron de la Tabla de entradas/salidas se registran con cruces en la mitad superior. Cualquier cruz que aparezca en el cuadrante noreste de la cruz y no esté en el sureste, es parte del conjunto de requerimientos de información del sistema a ser desarrollado. Análogamente cualquier marca en el cuadrante sureste que no aparezca en el cuadrante noreste indica que es un IPP ajeno a los requerimientos. La Cruz Maltesa indica y realiza la comparación entre la información y requerimientos de datos y qué provisión actual existente, esto lleva ahora a tomar las decisiones siguientes:

Decisiones sobre qué diseñar o desarrollar.
Decisiones sobre qué abandonar o modificar
Decisiones sobre qué priorizar. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

En relación con la fig, III.3.1. La x en la matriz suroeste indica que el dato perteneciente a la categoría de información I1 es usado por IPP2 para producir una salida procesada en la categoría de información I2 (sureste de la matriz).

El noroeste de la matriz, muestra que esta categoría de información I2 es requerida como entrada para las actividades A2 y A3.

La x en el noreste de la matriz muestra que la categoría I1 es producida emprendiendo la actividad A1 y por lo tanto esta actividad (o la dirección responsable de la actividad A1) tiene la posibilidad de actualizar la categoría y así proveer datos oportunos como entrada a IPP2. Lo significativo de las dos x en el NW de la matriz es que dado que las x muestran que I2 es una entrada esencial para ambas, A2 y A3; las direcciones responsables de estas dos actividades deben tener acceso a esta salida de IPP2 en particular.

La Cruz Maltesa se completa llenando en todas las x en el NW y NE de la matriz para tener una visión completa de las actividades y la los flujos de información actividad a actividad considerados relevantes. En el suroeste y sureste de la matriz se obtiene una visión de todas las IPP usadas para procesar la información y la información procesada.

Relacionando la mitad inferior de la Cruz Maltesa con la mitad superior, se activan directamente un conjunto de cuestionamientos de la red total de procesamiento a la información por la existencia de una falta de coherencia indicada por un número de x en las mismas columnas.

El propósito de la fase de análisis es responder a la pregunta, “¿Quién en términos de rol, necesita cierta información para que propósito?” En esta etapa de rol, no se relaciona con la manera en que podría proporcionarse esa información. Una fase de diseño decide si la información se procesa por computadora o por métodos manuales, la fuente de datos y cosas como si esos datos se encontrarán en una base de datos central o distribuida.

El enfoque supone que se es sensible derivar las necesidades de información con base en un modelo de la organización y entonces y sólo entonces, relacionar los flujos de información con el flujo conjunto existente de roles de administración.

En términos amplios el enfoque lo formaron las siguientes etapas.

Desarrollar una descripción de la actividad de la organización (o parte de la organización) bajo estudio como es el modelo de tarea primaria, dependiendo del grado del estudio, puede ser necesario derivar varios modelos de actividad a diversos niveles de resolución para describir por completo las necesidades de información.

(Para el desarrollo de las actividades de nuestro caso de estudio se definieron en base a la opinión de los expertos de cada una de las áreas de la ingeniería civil y se les pregunto sobre las capacidades que debe tener el egresado de la carrera y en base a esas capacidades que conocimientos debe tener, de esta manera fueron definidas las actividades que debieran estar para que funcione el sistema).

Derivar las categorías de información requeridas para apoyar las actividades en los modelos y las actividades particulares de las que puede obtenerse información.

(Para definir la información mínima que apoya a los conocimientos se pregunto también a los expertos cuales son los conocimientos que debe poseer el egresado para poder realizar las actividades primarias.)

Para una estructura de organización particular, definir los roles de administración en términos de las actividades para las que cada poseedor de rol tiene la responsabilidad de tomar decisiones.

(Un examen de los conocimientos en la matriz noroeste, define a las capacidades que nos proporcionan los conocimientos como salidas.)

Emplear estas definiciones de rol para convertir los flujos de información "actividad a actividad", (por ejemplo, definir las necesidades de información particulares del egresado con base en este análisis de actividades de las que se es responsable.)

Definir los sistemas de información necesarios que corresponden a las necesidades de desempeño de las actividades que cada sistema apoya, de manera que pueda desarrollarse una red coherente que use con eficiencia los recursos de computación o de mano de obra.

(Para este uso eficiente de la información en nuestro caso de estudio se procedió a utilizar la Cruz Maltesa automatizada, donde al realizar la labor de ligas se crearon tablas que son bases de datos para un uso eficiente de la información.)

En resumen las etapas anteriormente descritas:

Define cuales actividades deben estar en proceso para que funcione el sistema.

Define la información mínima necesaria para apoyar estas actividades

Define quien (en términos de rol) es responsable de cuál conjunto de actividades.

Define el patrón del flujo del mínimo de información, por ejemplo, quién es responsable de suministrar cual información a quién.

Define el conjunto de procedimientos de procesamientos de la información (automatizados y otros) que representan el uso eficiente de los recursos. Esta es una etapa importante que incluye el proceso de diseño.

Rara vez un estudio de este tipo se emprende en una situación por desarrollar, por lo tanto, se requerirán algunos medios de exhibición de los procedimientos de procesamiento de información que ya existen, junto con sus interacciones, de tal manera que se puedan tomar decisiones que consideren toda la información de cuales procedimientos seguir, cuáles crear o desarrollar y cuales discontinuar.

Es para este proceso de decisión particular que se derivo la exhibición de la Cruz Maltesa.

Habiendo descrito la Cruz Maltesa como un mecanismo de esta metodología, ahora es razonable regresar al proceso completo e ilustrar dónde se adapta el mecanismo y las etapas de su ensamblado. La figura III.4.1 es una representación gráfica de la metodología como un todo.

La primera etapa de esta metodología se relaciona con la derivación de un modelo de tarea primaria de consenso como el que ya se describió en el capítulo III.

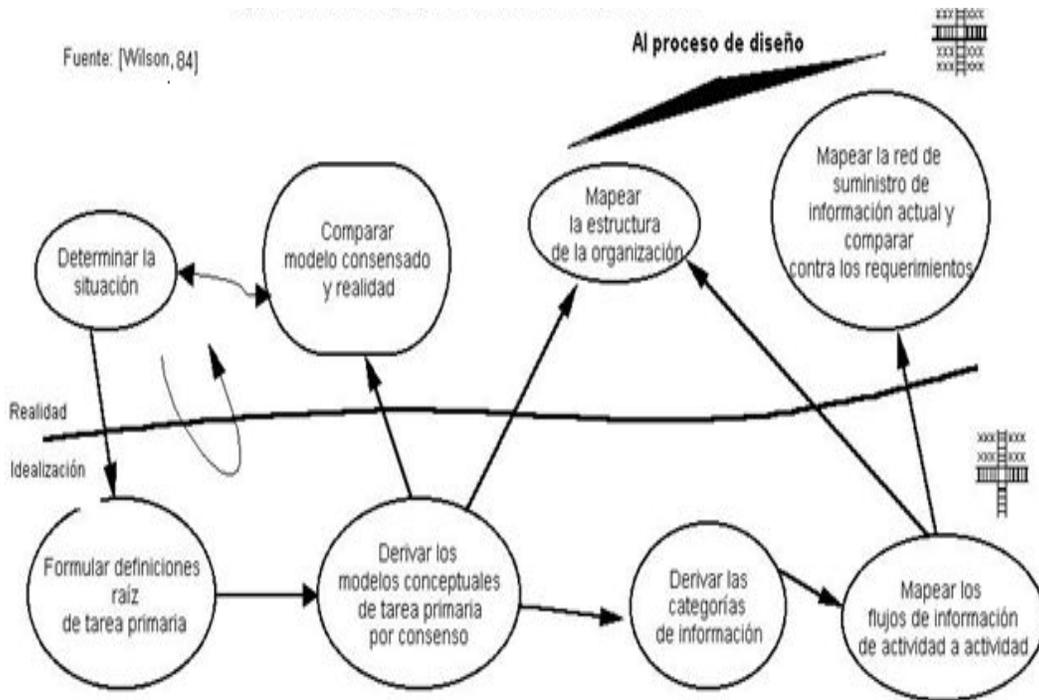


Fig III.4.1 La metodología de Wilson para el análisis de los requerimientos de información. [Wilson, 1993]

Como este tipo de modelo se emplea como base para la definición de los requerimientos de información, estos se vuelven muy particulares a la organización para la cual se derivan. El conjunto de actividades dentro de este modelo presenta una declaración única de lo que la organización busca emprender, basándose en el análisis del conjunto relevante de Ws.

Cada una de estas actividades, a su vez, se emplea para derivar la información de entrada necesaria a fin de apoyar la actividad, junto con la salida de información producida al realizar la actividad. Las actividades, la entrada y las categorías de información de salida se emplean entonces para construir la mitad superior de la cruz Maltesa. Después se emprenden dos procedimientos separados. Uno es considerar los procedimientos de procesamiento de información existentes de la misma manera que las actividades, por ejemplo derivar las categorías de información a las que pertenecen los datos de entrada y relacionar los datos de salida con las categorías de información. Una vez concluido esto, puede ensamblarse la mitad inferior de la cruz de Maltesa. El segundo procedimiento es mapear el modelo de tarea primaria del conjunto de roles organizacionales que tienen la responsabilidad de toma de decisiones para las actividades. Entonces este mapeo puede emplearse para convertir los flujos de información "actividad a actividad" en flujos de información "rol a rol". La salida de la fase de análisis está en forma de una definición de quién (en términos de rol) necesita cual información para cual propósito (en términos de las actividades de las que son responsables) y también quien la suministra, junto con la imagen de cómo, en

este momento, el conjunto existente de procedimientos de procesamiento de información satisface esas necesidades.

Entonces se inicia el proceso de diseño con las decisiones que tienen que tomarse en relación con que tan bien se satisfacen las necesidades totales, que modificaciones podrían hacerse a los procedimientos existentes, cuales procedimientos necesitan crearse.

Estas decisiones se realizan con respecto a su efecto en la situación total y, por lo tanto, permitirán desarrollos en la red del procesamiento de información para conservar la coherencia. Conforme tiene lugar el desarrollo, se actualiza la Cruz Maltesa y así siempre representa su estado actual. [Wilson, 1993]

CAPITULO IV. MEMORIA DE ACTIVIDADES E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

INTRODUCCIÓN

Es importante hacer mención que la información obtenida de los profesores por medio de la entrevista represento información valiosa para el desarrollo de esta tesis, pues bien al tratarse de expertos en sus respectivas áreas, ser profesores de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería y estar en contacto permanente con alumnos y profesionales del área nos proporciona una visión enriquecida del análisis, dicha información sirvió para elaborar la Cruz Maltesa en su eje Norte correspondientes a las actividades, eje Oeste a las entradas de procedimientos, del PE94 se enlistaron las Materias Temas y Subtemas en el eje Sur teniendo con esto los procedimientos, debido a la gran cantidad de datos a ser analizados en la Cruz Maltesa y por tratarse de un mecanismo de revisión visual, se utilizo el programa computacional de la Cruz Maltesa automatizada, explicando en este capitulo las funciones básicas de las ventana que aparecen al ejecutar el programa, contando con la información del funcionamiento del programa se describe la actividad de ligar las capacidades conceptuales proporcionadas con el mapa curricular del PE 94, para poder realizar la optimización propuesta por el M. I. Juan Antonio del Valle Flores, e interpretar los resultados, emitir opiniones y recomendaciones de acuerdo con los datos obtenidos al utilizar la SSM con el apoyo de la Cruz Maltesa Automatizada.

IV.1 ENTREVISTA CON EXPERTOS EN LAS ÁREAS DE INGENIERÍA CIVIL.

Construcción.

La persona entrevistada fue el Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez el cual es conductor de radio UNAM del programa "autoconstrucción", profesor de la Facultad de Ingeniería con reconocida experiencia en el ramo de la construcción.

La entrevista estuvo dirigida por el M. en I. Juan Antonio del Valle Flores en su cubículo y el que realiza esta tesis, pasante Roberto Quintana Suro, donde se le hicieron varias preguntas al Ing. Ernesto Mendoza y en base a su experiencia y perspectiva nos fue contestando las capacidades deseables que debe tener el egresado y con que conocimientos debe contar en el área de Construcción; Posteriormente el Ing. Mendoza resumió en un documento los puntos ya mencionados para complementar la información.

Estos datos obtenidos son los que se encuentran en la Cruz Maltesa, correspondientes al área de Construcción, también pueden verse en la tabla de entradas y salidas con la clave 21

Geotecnia

La persona entrevistada fue el M. en I. Agustín Demenegui Colina, el cual es profesor de carrera y cuenta con una amplia experiencia en el área de Geotecnia, la entrevista se llevó a cabo en su cubículo en dos partes, la primera dirigida por el M. en I. Juan Antonio del Valle Flores y el que realiza esta tesis, pasante Roberto Quintana Suro, el cual el M.I. Agustín Demenegui nos fue narrando de acuerdo a su experiencia y perspectiva las capacidades que debe tener el egresado de la carrera en el área de Geotecnia y con que conocimientos debe contar.

En la segunda entrevista dirigida por mí, Roberto Quintana Suro se complementa y detalla la información recabada en la investigación.

Estos datos obtenidos son los que se encuentran en la Cruz Maltesa, correspondientes al área de Geotecnia, o bien se pueden ver en la tabla de entradas y salidas con la clave 23

Hidráulica

Se entrevistó al M. en I. Humberto Gardea Villegas en su cubículo, el cual es profesor de carrera y reconocido profesional por su amplia experiencia en el área de hidráulica, la entrevista se llevó a cabo en dos partes, la primera fue dirigida por el M. I. Juan Antonio del Valle Flores y el que realiza esta tesis, Roberto Quintana Suro, en dicha entrevista se obtuvo información valiosa donde el experto opina de acuerdo a su visión las capacidades deseables que debe tener el egresado de la carrera en el área de Hidráulica y cuáles son los conocimientos necesarios para tener esas capacidades.

La segunda entrevista, fue dirigida por mí, Roberto Quintana Suro, la cual consistió en ampliar la información recabada y mostrar al experto si las notas tomadas corresponden con lo que el experto expresa en la entrevista.

Estos datos obtenidos son los que se encuentran en la Cruz Maltesa, correspondientes al área de Hidráulica, o bien pueden verse en la tabla de entradas y salidas con la clave 24

Estructuras

Se entrevistó al Ing. Miguel Ángel Rodríguez Vega profesor de carrera, con amplia experiencia en labor docente y profesional, la entrevista se llevó a cabo en su cubículo y fue dirigida por el que realiza esta tesis, Roberto Quintana Suro, se tomó nota de las opiniones del experto en cuanto a las capacidades que debe tener el egresado en materia de estructuras y que conocimientos debe tener para poder tener esas capacidades.

Estos datos obtenidos son los que se encuentran en la Cruz Maltesa, correspondientes al área de Estructuras, o bien se pueden ver en la tabla de entradas y salidas con la clave 22

Sanitaria

En el área de ingeniería sanitaria se entrevistó al M. en I. Enrique Heras Herrera profesor de carrera, con gran compromiso por la didáctica, se realizaron dos entrevistas la primera la dirigió el M. en I, Juan Antonio del Valle Flores con el que realiza esta tesis, Roberto Quintana Suro, donde se tomó nota de la visión que tiene el experto de las capacidades deseables del egresado y los conocimientos requeridos, en la segunda entrevista dirigida por mí, le mostré al M.I. Enrique Heras las notas de la primera entrevista donde se

hicieron las observaciones correspondientes a las capacidades y conocimientos, posteriormente el experto nos hace entrega de sus opiniones por escrito.

Estos datos obtenidos son los que se encuentran en la Cruz Maltesa, correspondientes al área de Ingeniería Sanitaria, o bien se pueden ver en la tabla de entradas y salidas con la clave 25

Sistemas y Planeación

En el área de Sistemas y Planeación, la opinión de las capacidades y conocimientos necesarios que debe tener el egresado en el área de Sistemas y Planeación las proporciono el M. en I. Juan Antonio del Valle Flores, con amplia experiencia en el área, profesor de carrera, el cual dirige esta tesis.

Estos datos obtenidos son los que se encuentran en la Cruz Maltesa, correspondientes al área de Sistemas y Planeación, o bien se pueden ver en la tabla de entradas y salidas con la clave 26

Topografía

Se le realizó una entrevista al Ingeniero Topógrafo Víctor Robles Almeraya, profesor de carrera, con amplia experiencia en el área, por el M. en I. Juan Antonio del Valle Flores y el que realiza este trabajo de tesis Roberto Quintana Suro, dicha entrevista se realizó en su cubículo donde se le pidió al experto su opinión de las capacidades que debe tener el egresado y que conocimiento considera de acuerdo a su experiencia son necesarios, se anotaron las opiniones y se realizó una segunda entrevista dirigida por mí, donde le mostré al Ing. Víctor Robles Almeraya, si eran precisas, las opiniones que se captaron, haciendo comentarios al respecto y estando de acuerdo con lo anotado,

Estos datos obtenidos son los que se encuentran en la Cruz Maltesa, correspondientes al área de Topografía, o bien se pueden ver en la tabla de entradas y salidas con la clave 27

IV.2 PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AUTOMATIZAR LA CRUZ MALTESA.

En documento para la defensa del tema doctoral del M. en I, Juan Antonio del Valle Flores, presenta la justificación de la creación de un programa computacional para automatizar la Cruz Maltesa.

Dicho programa es el utilizado en esta tesis para procesar todos los datos que son el plan de estudios para su revisión.

Como ya se ha mencionado, una de estas fuentes de falta de formalidad en la metodología de SSM, reside en la submetodología denominada "Cruz Maltesa", herramienta visual de gran ayuda para diagnosticar en la planeación de sistemas, la Cruz Maltesa es popular por que muestra los desequilibrios entre las necesidades y los usos actuales de los procedimientos de procesos a la información (IPP).

Así un aspecto que no esta presente en la Cruz Maltesa, tal como originalmente fue presentada por su autor (Brian Wilson), es la eficiencia económica.

He experimentado que en sistemas relativamente grandes, esta herramienta de diagnóstico es inoperante para seleccionar racionalmente, ya que es humanamente imposible advertir por una revisión visual las sobre - coberturas innecesarias. La problemática que presenta la Cruz Maltesa, es que es un mecanismo selectivo solo de apreciación visual y no de optimidad."

La automatización de la Cruz Maltesa permite ingresar una gran cantidad de datos y procesar la información para interpretar los resultados, lo cual no seria posible de otra manera. [del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

A continuación se muestra la pantalla de la Cruz Maltesa automatizada fig. IV.2.1 con la que se trabajo, en la parte del glosario se detalla el funcionamiento del programa de automatización.

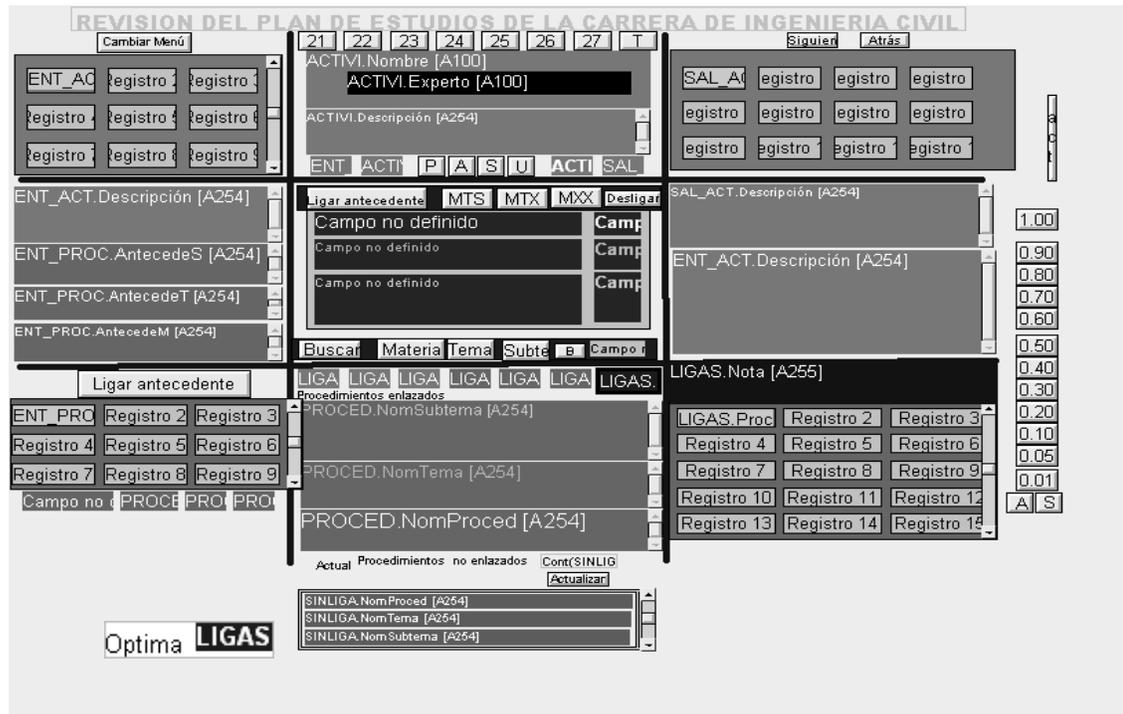


Fig IV.2.1 Aspecto general de la Cruz Maltesa, automatizada.

IV.3 LABOR DE LIGAR CAPACIDADES CONCEPTUALES CON MAPA CURRICULAR.

La labor de ligar las capacidades conceptuales, (Capacidades deseables, no necesariamente es lo que ocurre en la realidad.), con el mapa curricular, se realizó utilizando una herramienta habilitada dentro de la pantalla de la Cruz Maltesa automatizada, descrita en el punto anterior, de acuerdo a la capacidad que debe tener el egresado, debe contar con ciertos conocimientos, estos conocimientos son los aportados por las Materias, Temas, Subtemas contemplados en el mapa curricular actual, y otros, propuestos en caso de no encontrarse en el mapa curricular, este proceso de ligar capacidades conceptuales son contempladas en el proceso de optimización, mismo que se encargará de elegir las variables óptimas de acuerdo con el programa de optimización

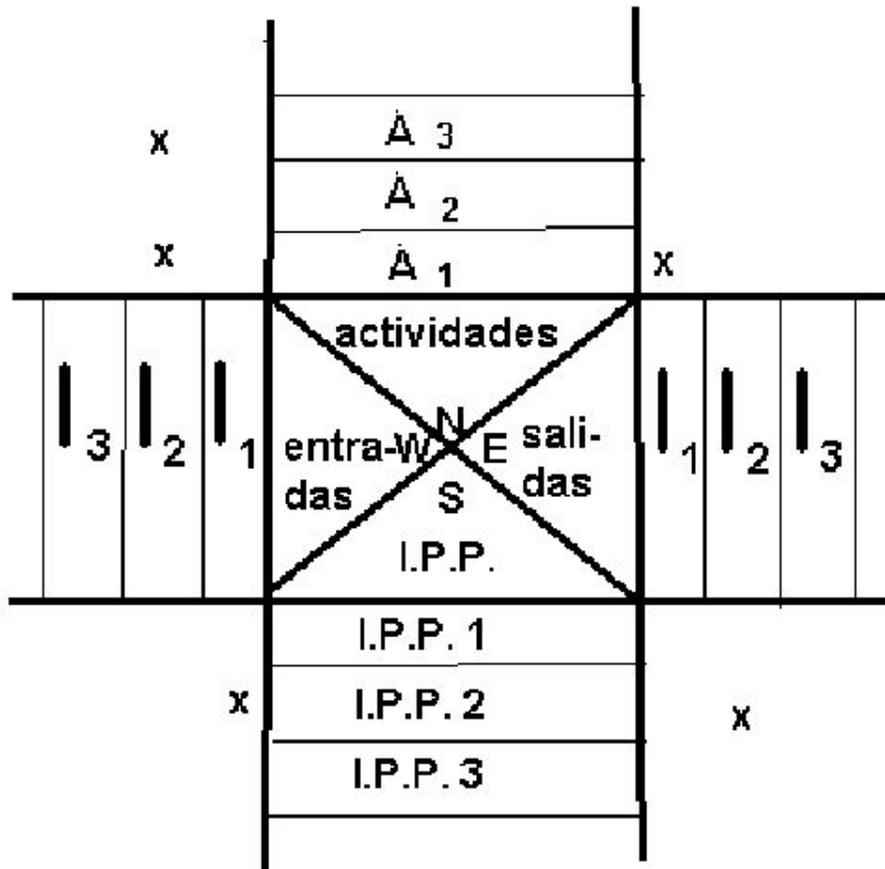
En la parte central superior de la Cruz Maltesa se van mostrando en orden las capacidades según el área en que se este trabajando, 65 registros, en cuanto a los antecedentes 255 registros proporcionados por los expertos entrevistados. Para cada una de estas actividades le correspondieron una o algunas capacidades, con dichos datos se procedió a realizar la tarea de buscar las materias temas y subtemas del PE95; 2595 registros en total que proporcionan estos conocimientos, esto se logró con la automatización de la Cruz Maltesa donde en la parte central inferior, se pudo ir trabajando uno a uno de los registros de los IPP's de las materia la cual su respectivo tema y subtema, proporciona el conocimiento al localizar la información, se procedía a ejecutar el comando ligar, el programa realiza un enlace y lo almacena en la tabla denominada ligas, la tabla nos muestra en orden cuantas materias temas y subtemas sirven como antecedente al conocimiento, teniéndose al final 6748 ligas

Una vez realizadas las ligas se procedió a buscar en el mapa curricular los antecedentes de cada una de las M-T-S ligados a los conocimientos, dando un recorrido a todas las M-T-S y al considerar que alguna se requiere como antecedente se procedía a realizar el enlace, el programa lo almacena en la tabla denominada entr_proc. Db (entradas de procedimientos) obteniéndose 15866 M-T y S enlazados, Se observo durante el proceso que algunas M-T y S tenían una cobertura mayor como antecedente y otros en menor medida, por lo que el M.I. Juan Antonio del Valle agrego al programa de la Cruz Maltesa comandos para poder darle una calificación al las coberturas del 0.01 al 1, esto se hizo una vez concluidos los enlaces referentes a los antecedentes.

Al enlazar los antecedentes se conformó en la Cruz Maltesa la matriz suroeste; donde en la parte central inferior se enlistan los IPP's correspondientes a todas las M-T y S, en el ala derecha los conocimientos, pudiendo relacionarse los antecedentes de cada materia correspondientes a cada conocimiento, estos enlaces no los podemos ver en una sola presentación en la Cruz debido a la imposibilidad de mostrar tantos datos, estos se solventó con las ventanas mostradas en el ala izquierda donde una a una se pueden ir observando. La matriz noreste quedó conformada al enlazar los conocimientos, con cada una de las capacidades.

IV.4 INTERPRETACION DE RESULTADOS

Las interacciones más importantes con los procedimientos de procesos de información <IPPs> existentes se identifican mediante un examen de la matriz sureste, estos IPP's son datos que sirven como apoyo de las actividades, esto puede examinarse tomando el conjunto de datos de salida de la matriz sureste y mediante la interpretación de aquellas actividades para las que las mismas categorías de información constituyen las entradas a partir de la matriz noroeste [Wilson,1993]



IV.4.1 Ilustración de la estructura de la Cruz Maltesa.

La matriz suroeste de la Cruz Maltesa, nos proporciona un sistema de ecuaciones, el cual se resuelve con el método de optimización, con programación matemática, que pretende encontrar el valor óptimo del objetivo del sistema, sujeto a una serie de restricciones que surgen de las relaciones que existen entre sus entidades, una de la técnicas más importantes y mas utilizadas es la programación lineal, donde todas sus relaciones funcionales se pueden expresar como ecuaciones lineales.

La programación lineal trata con sistemas cuyos problemas es asignar recursos limitados entre actividades que compiten, de la mejor forma posible, es decir optimizar, algunas veces puede ser objetivo del sistema encontrar el valor mínimo [Flores, 1982], como es nuestro caso de estudio.

Para resolver estos problemas, se utiliza el modelo de programación lineal. Los resultados son derivados de los datos ingresados en la Cruz Maltesa automatizada, la gran cantidad de datos manejados con ayuda de la computadora y la programación matemática.

Los resultados obtenidos fueron tomados de la tesis del asesor M. I. Juan Antonio del Valle Flores, ya que la optimización escapa al alcance de este trabajo, sin embargo se manejan resultados para emitir opiniones.

Se utilizó el manejador de base de datos Paradox versión 5, para manejar la información, en la automatización, una extensión optimizante utilizando el software API LINDO para resolver un problema de 259 inequaciones y 2595 variables.

La forma de interpretación de datos propuesta por el M.I. Juan Antonio del Valle Flores en donde se utilizó un modelo de programación matemática que refleja el principio rector de la estructura conceptual de la Cruz Maltesa el cual optimiza el cubrimiento de las actividades conceptuales con los procedimientos existentes.

En un contexto de optimización matemática, tiene que aportar una solución en la cual cada variable, cada procedimiento puede tomar los valores de cero o uno, una variable cero asignada a un procedimiento significará que éste debe desaparecer, el valor de uno en una variable asignada a un procedimiento significará que este es vital para el sistema.

El concepto clave en esta optimización será el modelo de cobertura. [del Valle Flores, doc]

En el proceso de optimización, se trabaja con la matriz sureste transpuesta, conformada en la Cruz Maltesa, las columnas corresponden a los IPPs, 2595 procedimientos (Materias – temas – Subtemas), 259 filas número de restricciones (requerimientos).

$$\text{Minimizar } \sum_{j=1}^n x_j$$

Función objetivo

sujeto a las restricciones

$$x_j \in \{0,1\} \text{ para } j= 1, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 1 \quad i= 1, \dots, m$$

Restricciones

Fórmula de optimización

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo del ejercicio realizado en la revisión del PE94 es mostrar los procedimientos que una optimización determinó o no como viables.

Las diferentes visiones alcanzadas son:

Cuántas y cuáles asignaturas son viables y no viables.

Listado de materias viables.

Listado de materias no viables.

-En el ejercicio se analizaron 92 materias a nivel tema y subtema resultando 82 óptimas y 10 no óptimas,

A continuación se muestra una relación de las materias resultantes como básicas = 1 y no básicas = 0)

	CIENCIAS BÁSICAS		resultado
1	Álgebra	1	básica
2	Álgebra Lineal	1	básica
3	Análisis Gráfico	1	básica
4	Cálculo I	1	básica
5	Cálculo II	1	básica
6	Cálculo III	0	No básica
7	Cinemática	0	No básica
8	Dinámica	1	básica
9	Computadoras y Programación	1	básica
10	Ecuaciones Diferenciales	0	No básica
11	Termodinámica	1	básica
12	Electricidad y Magnetismo	1	básica
13	Geometría Analítica	1	básica
14	Probabilidad	1	básica
15	Estadística	1	básica
16	Química	1	básica
17	Métodos Numéricos	1	básica
18	Matemáticas Avanzadas	0	No básica
19	Física Experimental	1	básica
20	Estática	1	básica
21	Cultura y Comunicación	0	No básica
22	Introducción a la Economía	0	No básica
23	Recursos y Necesidades de México	1	básica
	CIENCIAS BÁSICAS Y HUMANIDADES		
24	Temas selectos de ética aplicada: Ética profesional	0	No básica
25	Temas selectos de filosofía de la ciencia y de la tecnología	0	No básica
26	Temas selectos de Historia, Literatura y Sociedad	0	No básica

	ASIGNATURAS DE INGENIERÍA CIVIL		
26	Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado	1	básica
27	Análisis Estructural	1	básica
28	Cimentaciones	1	básica
29	Comportamiento de Suelos	1	básica
30	Estructuras Isostáticas	1	básica
31	Geología	1	básica
32	Hidráulica Básica	1	básica
33	Hidráulica de Canales	1	básica
34	Hidráulica de Máquinas y Transitorios	1	básica
35	Hidrología	1	básica
36	Ingeniería de Sistemas I	1	básica
37	Ingeniería de Sistemas II	1	básica
38	Mecánica de Materiales I	1	básica
39	Mecánica de Materiales II	1	básica
40	Mecánica de Materiales III	1	básica
41	Mecánica de Suelos	1	básica
42	Mecánica del Medio Continuo	1	básica
43	Obras Hidráulicas	1	básica
44	Mecánica de Suelos	1	básica
45	Mecánica del Medio Continuo	1	básica
46	Obras Hidráulicas	1	básica
47	Planeación	1	básica
48	Sistemas de Transporte	1	básica
49	Tratamientos de Aguas Residuales	1	básica
50	Construcción I	1	básica
51	Construcción II	1	básica
52	Evaluación de Proyectos	1	básica
53	Diseño Estructural	1	básica
54	Topografía	1	básica
55	Impacto Ambiental	1	básica
56	Movimiento de Tierras	1	básica
57	Administración en Ingeniería	1	básica
58	Construcción III	1	básica
59	Diseño Avanzado de Estructuras de Acero I	1	básica
60	Plantas de Tratamiento Para Agua Potable	1	básica
61	Estructuras de Pavimentos	1	básica
65	TEMAS ESPECIALES DE ING. CIVIL I		-----
66	Dinámica Estructural	1	básica
67	Ingeniería de Tránsito	1	básica
68	Ingeniería Sísmica I	1	básica
69	Instalaciones Sanitarias en Edificación	1	básica
70	Mecánica de Rocas	1	básica
71	Presas de Almacenamiento y Derivación	1	básica
72	Recolección y Almacenamiento de Residuos Sólidos	0	No básica
73	Teoría de los Elementos Finitos	1	básica
74	Teoría General de las Estructuras I	1	básica
	TEMAS ESPECIALES DE ING. CIVIL II		
75	Edificación	1	básica
76	Estructuras de Concreto	1	básica
77	Geohidrología	1	básica
78	Ingeniería Civil Costa Afuera	1	básica
79	Preesfuerzo y Prefabricación	1	básica
80	Seminario de Construcción	1	básica

	TEMAS ESPECIALES DE ING. CIVIL III		
81	Vías Terrestres	1	básica
82	Análisis de Sistemas de Transporte	1	básica
83	Captaciones y Conducciones	1	básica
84	Construcción Pesada	1	básica
85	Estructuras de Pavimentos	1	básica
86	Estructuras Metálicas	1	básica
87	Ingeniería Legal	1	básica
88	Instalaciones Eléctricas en Edificaciones	1	básica
89	Problemas de Geotecnia	1	básica
90	Puentes	1	básica
91	Puertos	1	básica
92	Ríos y Costas	1	básica

El análisis realizado al PE94 concluye que 10 materias probablemente no son viables, actualmente tenemos funcionando un nuevo plan de estudios 2006 con modificaciones realizadas por las autoridades, realizando un cuadro comparativo se identifican 5 asignaturas que coinciden con el criterio de eliminación del plan del estudios 2006.

Mostrando la siguiente tabla comparativa.

Las materias no básicas obtenidas del PE 2004 son:	De acuerdo con el PE 2006
T. Esp. De Ing. I : Recolección y Almacenamiento de Residuos Sólidos	Coincide el criterio De eliminación
Introducción a la Economía	Se reestructura la materia, aumenta de créditos
Cultura y Comunicación.	Se reestructura la materia, se elimina un tema, se conserva lo demás
Cinemática.	Desaparece la materia, se contempla una nueva materia llamada dinámica y cinemática de la cual cinemática se conserva un solo tema.
Ecuaciones diferenciales	Se conserva el nombre, se reestructura la materia, en esencia se conservan los mismos temas, se elimina uno.
Cálculo III	Se cambia de nombre la materia a Cálculo vectorial, cambian las hrs de cada tema conservándose los mismos.
Temas selectos de filosofía de la ciencia y de la tecnología: ciencia tecnología y sociedad.	Coincide el criterio De eliminación
Matemáticas Avanzadas	Coincide el criterio De eliminación
Temas selectos de historia, literatura y sociedad: literatura.	Coincide el criterio De eliminación
Temas selectos de ética aplicada: Ética profesional.	Coincide el criterio De eliminación

Tabla comparativa de todas las materias del PE1994 y PE2006

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACION
CIENCIAS BASICAS		CIENCIAS BÁSICAS			
Álgebra	(9)	Álgebra	(9)	Se reestructura la materia, conserva el nombre, cambian dos temas y aumenta dos.	Cambios realizados
Álgebra Lineal	(6)	Álgebra Lineal	(9)	Conserva el mismo nombre se reestructura, se agregan tres temas más.	Cambios realizados
Análisis Gráfico	(6)	Dibujo	(6)	Cambio de nombre, se reestructuran los temas (se introduce dibujo con computadora)	Cambios realizados
Cálculo I	(9)	Cálculo Diferencial	(9)	-----	Solo cambio de nombre
Cálculo II	(9)	Cálculo Integral	(9)	cambio de nombre, se suprime un tema y cambian en las hrs de cada tema	Cambios realizados
Cálculo III (materia fuera según los resultados obtenidos)	(9)	Cálculo Vectorial	(9)	Cambio de nombre, cambio en las hrs de cada tema se conservan los mismos.	Cambios realizados
		Cinemática y Dinámica	(9)	Se conserva un solo tema de dinámica, y dos de cinemática, se reestructuran las dos materias.	Cambios realizados
Cinemática (materia fuera según los resultados obtenidos)	(6)	Desaparece la materia	—	-----	Coincide con el criterio de eliminación
Dinámica	(6)	Desaparece la materia	—	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Computadoras y Programación	(7)	Computación para Ingenieros	(8)	Cambio de nombre, se reestructura la materia.	Cambios realizados
Ecuaciones Diferenciales (materia fuera según los resultados obtenidos)	(9)	Ecuaciones Diferenciales	(9)	Se conserva el nombre, se reestructura la materia, en esencia se conservan los mismos temas, se elimina uno.	Cambios realizados
No se contempla	---	Principios de Termodinámica y Electromagnetismo	(11)	Se reestructura la materia, cambio de nombre, conserva dos temas de la materia anterior termodinámica y dos de electricidad y magnetismo, tres temas nuevos y se mantienen las practicas de laboratorio.	Se toman en cuenta algunos temas de las materias de Termodinámica y Electricidad y magnetismo
Termodinámica	(10)	Desaparece la materia	—	-----	No coincide con el criterio de eliminación

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACION
CIENCIAS BASICAS		CIENCIAS BÁSICAS			
Electricidad y Magnetismo	(10)	Desaparece la materia	---	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Geometría Analítica	(6)	Geometría Analítica	(9)	Se reestructura la materia, al PE94, se elimina un tema y se agregan tres más.	-----
No se contempla como tal en el PE 1994	----	Probabilidad y Estadística	(9)	Se reestructura la materia de probabilidad y la de estadística quitándole temas a ambas.	-----
Probabilidad	(7)	Desaparece la materia	---	Se reestructura la materia junto con la materia de estadística	No coincide con el criterio de eliminación
Estadística	(6)	Desaparece la materia	---	Se reestructura la materia junto con la materia de Probabilidad	No coincide con el criterio de eliminación
Química	(11)	Química para Ingenieros Civiles	(10)	Cambio de nombre se reestructura la materia.	-----
Métodos Numéricos	(9)	Desaparece la materia	---	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Matemáticas Avanzadas (materia fuera según los resultados obtenidos)	(6)	Desaparece la materia	---	-----	Coincide el criterio De eliminación
Física Experimental	(7)	Desaparece la materia	---	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Estática	(9)	Desaparece la materia	---	De algún modo algunos temas se suplen en la materia de Estática Estructural	No coincide con el criterio de eliminación
Cultura y Comunicación (Materia fuera según los resultados obtenidos)	(6)	Cultura y Comunicación	(6)	Se reestructura la materia, se elimina un tema, se conserva lo demás	No coincide con el criterio de eliminación
Introducción a la Economía (materia fuera según los resultados obtenidos)	(6)	Introducción a la Economía	(9)	Se reestructura la materia, aumenta de créditos	No coincide con el criterio de eliminación
Recursos y Necesidades de México	(6)	Recursos y Necesidades de México	(6)	-----	-----

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACION
Ciencias Básicas y Humanidades		Ciencias Básicas y Humanidades			
Materia no contemplada en el PE 94	---	Literatura Hispanoamericana Contemporánea	---	-----	-----
Materia no contemplada en el PE 94	---	Ética Profesional	(6)	-----	-----
Temas selectos de ética aplicada: Ética profesional.(materia fuera)	---	Desaparece la materia	---	-----	Coincide el criterio De eliminación.
Temas selectos de ,filosofía de la ciencia y de la tecnología (materia fuera)	(6)	Desaparece la materia	---	-----	Coincide el criterio De eliminación
Temas selectos de Historia, Literatura y Sociedad (materia fuera)	(6)	Desaparece la materia	---	-----	Coincide el criterio De eliminación

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACION
Asignaturas de Ingeniería Civil		Asignaturas de Ingeniería Civil			
Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado	(9)	Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado	(9)	Se conserva el nombre se reestructura la materia	-----
Análisis Estructural	(9)	Análisis Estructural	(9)	Se mantiene el nombre se aumenta un tema y se reestructura la materia	-----
Cimentaciones	(9)	Optativa de Geotecnia (cimentaciones)	(9)	Se mantiene el nombre se aumenta un tema y se reestructura la materia	-----
Comportamiento de Suelos	(9)	Comportamiento de Suelos	(9)	Se mantiene el nombre se aumentan tres temas y se reestructura la materia	-----
Materia no contemplada en el PE 94		Estática Estructural	(9)	Materia nueva	-----
Estructuras Isostáticas	(9)	Desaparece la materia		Desaparece la materia	
Materia no contemplada en el PE 94	---	Evaluación de Proyectos	(6)	-----	-----

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Asignaturas de Ingeniería Civil		Asignaturas de Ingeniería Civil			
Geología	(9)	Geología	(9)	Se mantiene el nombre se reestructura la materia la materia	-----
Hidráulica Básica	(9)	Hidráulica Básica	(9)	Se mantiene el nombre se aumenta un tema y se reestructura la materia	-----
Hidráulica de Canales	(9)	Hidráulica de Canales	(9)	Se mantiene el nombre se aumenta un tema y se reestructura la materia	-----
Hidráulica de Máquinas y Transitorios	(9)	Hidráulica de Máquinas y Transitorios	(9)	Se mantiene el nombre y se reestructura la materia	-----
Hidrología	(9)	Hidrología	(9)	Se mantiene el nombre y temas estos se reordenan.	-----
Materia no contemplada en el PE 94		Teoría General de Sistemas	(6)	-----	Se sugiere el tema en la información proporcionada en el área de sistemas y planeación
Materia no contemplada como tal		Ingeniería de Sistemas	(9)	Se reestructuraron las materias de Ingeniería de Sistemas I e Ingeniería de Sistemas II para ser sustituidos por ingeniería de sistemas	-----
Ingeniería de Sistemas I	(6)	Desaparece la materia	---	Desaparece la materia	-----
Ingeniería de Sistemas II	(9)	Desaparece la materia	---	Desaparece la materia	-----
Mecánica de Materiales I	(9)	Mecánica de Materiales I	(9)	Se conserva el nombre y temas	-----
Mecánica de Materiales II	(9)	Mecánica de Materiales II	(9)	Se conserva el nombre y temas	-----
Mecánica de Materiales III	(9)	Desaparece la materia	---	Desaparece la materia	-----

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Asignaturas de Ingeniería Civil		Asignaturas de Ingeniería Civil			
Mecánica de Suelos	(9)	Mecánica de Suelos	(9)	Se mantiene el nombre aumenta un tema y se reestructura la materia	-----
Mecánica del Medio Continuo	(9)	Fundamentos de Mecánica del Medio Continuo	(6)	Cambio de nombre, se reestructura la materia	-----
Obras Hidráulicas	(9)	Optativa de Hidráulica (Obras Hidráulicas)	(9)	Se mantiene el nombre disminuye un tema	-----
Mecánica de Suelos	(9)	Mecánica de Suelos	(9)	Se mantiene el nombre aumenta un tema y se reestructura la materia	-----
Mecánica del Medio Continuo	(9)	Fundamentos de Mecánica del Medio Continuo	(6)	Cambio de nombre, se reestructura la materia	-----
Obras Hidráulicas	(9)	Optativa de Hidráulica (Obras Hidráulicas)	(9)	Se mantiene el nombre disminuye un tema	-----
Planeación	(6)	Planeación	(6)	Se mantiene el nombre disminuye un tema y se reestructura la materia	-----
Sistemas de Transporte	(9)	Sistemas de Transporte	(9)	Se mantiene el nombre siguen los mismos temas	-----
Tratamientos de Aguas Residuales	(9)	Optativa de Ingeniería Ambiental (Tratamiento de agua residual)	(9)	Se mantiene el nombre disminuyen seis tema y se reestructura la materia	-----
		Asignaturas de Ingeniería Civil Nuevas			
Materia no contemplada en el PE 94	---	Presupuestación de Obras	(9)	-----	-----
Construcción I	(9)	Desaparece la materia	---	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Construcción II	(6)	Desaparece la materia	---	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Materia no contemplada en el PE 94		Programación y construcción de estructuras	(9)	-----	-----
Evaluación de Proyectos	(6)	Integración de Proyectos	(6)	Cambio de nombre disminuye un tema y se reestructura la materia	-----
Diseño Estructural	(9)	Diseño Estructural	(9)	Se mantiene el nombre disminuye un tema y se reestructura la materia (se incrementa mampostería como se sugiere en la entrevista)	-----

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACION
Asignaturas de Ingeniería Civil		Asignaturas de Ingeniería Civil			
Materia no contemplada en el PE 94	---	Geomática	(9)	-----	-----
Topografía	(7)	Desaparece la materia	---	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Materia no contemplada en el PE 94	---	Impacto Ambiental y Manejo de Residuos Municipales	(9)	-----	En la entrevista realizada la materia es mencionada como necesaria.
Impacto Ambiental	(6)	Desaparece la materia	---	-----	No coincide con el criterio de eliminación
Movimiento de Tierras	(6)	Movimiento de Tierras	(6)	Se mantiene el nombre aumenta un tema y se reestructura la materia	-----
Administración en Ingeniería	(9)	Administración en Ingeniería	(6)	Se mantiene el nombre disminuye un tema y se reestructura la materia	-----
Construcción III	(6)	Desaparece la materia	---	Desaparece la materia	No coincide con el criterio de eliminación
Materia no contemplada en el PE 94	---	Optativa de Estructuras (Proyecto Estructural para Edificaciones de Concreto y Mampostería)	(9)	-----	En la entrevista realizada la materia es mencionada como necesaria.
Materia no contemplada en el PE 94	---	Optativa de Estructuras (proyecto de Estructuras Metálicas)	(9)	-----	En la entrevista realizada la materia es mencionada como necesaria.
Diseño Avanzado de Estructuras de Acero I	(6)	Desaparece la materia	---	Desaparece la materia	No coincide con el criterio de eliminación
Plantas de Tratamiento Para Agua Potable	(9)	Optativa de Ingeniería Ambiental (Tratamiento de Agua para Consumo Humano)	(9)	Se reestructura la materia, cambio de nombre, conserva tres temas de la materia anterior y disminuye uno.	-----
Estructuras de Pavimentos	(9)	Optativa de Geotecnia (Estructuras de Pavimentos)	(9)	Se reestructura la materia, cambio de nombre,	-----

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACION
Asignaturas de Ingeniería Civil		Asignaturas de Ingeniería Civil			
Temas Especiales de Ing. Civil I					
Dinámica Estructural	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Ingeniería de Tránsito	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Ingeniería Sísmica I	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Instalaciones Sanitarias en Edificación	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Mecánica de Rocas	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Presas de Almacenamiento y Derivación	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Recolección y Almacenamiento de Residuos Sólidos (materia fuera según los resultados obtenidos)	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	Coincide con el criterio de eliminación
Teoría de los Elementos Finitos	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Teoría General de las Estructuras I	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Temas Especiales de Ing. Civil II					
Edificación	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Estructuras de Concreto	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Geohidrología	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Ingeniería Civil Costa Afuera	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Esfuerzo y Prefabricación	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Seminario de Construcción	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación

PE 1994	CREDITOS	PE 2006	CREDITOS	COMENTARIOS	OBSERVACION
Asignaturas de Ingeniería Civil		Asignaturas de Ingeniería Civil			
Vías Terrestres	(6)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Análisis de Sistemas de Transporte	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Captaciones y Conducciones	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Construcción Pesada	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Estructuras de Pavimentos	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Temas Especiales de Ing. Civil III					
Estructuras Metálicas	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Ingeniería Legal	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Instalaciones Eléctricas en Edificaciones	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Problemas de Geotecnia	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Puentes	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Puertos	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación
Ríos y Costas	(9)	Desaparece la materia	---	El PE2006, considera la materia como una especialización.	No coincide con el criterio de eliminación

El resultado es el producto del trabajo personal realizado en los enlaces entre necesidad de conocimientos y procedimientos por lo que deben ser tomados con las reservas del caso.

Una vez realizada la comparación de los datos arrojados en la optimización, con el PE 2006, se observan coincidencias con las materias no óptimas obtenidas en la tesis, de las diez materias sugeridas para desaparecer, cinco coinciden en el criterio para ser eliminadas del PE 2006, en los que respecta a la materia de cinemática, el criterio de eliminación, prácticamente coincide con lo sugerido en la optimización ya que solo se conserva un solo tema de la materia al fusionarse con dinámica, en las cuatro restantes se da una diferencia de criterio, al no desaparecer las materias, pero si se observan pequeños cambios en sus temarios.

Cabe señalar que se encuentran otras coincidencias como es el caso en el departamento de estructuras, en la entrevista realizada al profesor Ing. Miguel Ángel Rodríguez Vega, propone que el alumno debe ser capaz de diseñar elementos estructurales de mampostería, lo cual ya se toma en cuenta en el PE 2006, en la materia Proyecto estructural para edificaciones de concreto y mampostería.

Durante el proceso de ligas se realizaron observaciones a la materia de computadoras y programación como en el caso del área de Geotecnia percibe la necesidad de agregar un tema de procesador de textos, subtema uso y manejo del procesador de textos word, en el área de estructuras se sugiere que el egresado maneje software de dibujo lo cual ya aparece un subtema en la materia de dibujo. En cuanto al área de ingeniería de sistemas y planeación, aparece como materia nueva Teoría general de sistemas, donde ya aparecen temas sugeridos como Programación matemática, y en la materia de planeación reestructurada aparece el subtema del pensamiento sistémico.

Como se ha mencionado la metodología, no considera el ejercicio de revisión como un trabajo terminado, por tratarse de un ciclo que se retroalimenta constantemente y el "solucionador" escoge el momento de presentar el resultado, teniendo en cuenta que el problema percibido cambia y al momento del análisis este se va modificando.

En lo que se refiere a las materias denominadas Temas selectos de ingeniería I, II y III, prácticamente desaparecen en el PE 2006 y en la revisión aparecen como óptimas, considero que se da debido a la nueva visión que se tiene del Ingeniero Civil, donde estas materias ya se consideran de especialización y se busca que el estudiante realice sus estudios en menor tiempo, lo cual no se considero en este ejercicio de optimización, confirmando los cambios que sufren los sistemas, cuando nos movemos hacia el.

La bondad de la metodología es la retroalimentación que se tiene al realizar la revisión, se aprende, se observan los casos no considerados y estos pueden ser incluidos en una nueva, hasta considerar los resultados satisfactorios, teniendo presente que no existe una solución óptima, pero si satisfactoria, es por esto que se propone la SMM con la ayuda de la submetodología de análisis de requerimientos y el uso de la Cruz Maltesa como una herramienta eficaz que nos puede servir para proponer soluciones cuando se percibe una problemática, todo esto de manera sistemática y razonada.

Apéndice

SUGERENCIAS PARA LOGRAR LA VISIÓN ENRIQUECIDA

Cómo entender una situación problema

¿Qué es la comprensión? y ¿Cómo puede lograrse?

Antes de que podamos entender los temas de Planeación sobre este asunto, necesitamos considerar estas dos preguntas. Una técnica del diagramación usada en algunos proyectos de desarrollo de la planeación, la llamada visión enriquecida se usará para contestar estas preguntas y ayudará a nuestro aprendizaje de hacer Planeación.

Un énfasis sobre este asunto está en aprender a través de entender en lugar de aprender a través de la memorización.

¿Qué es la comprensión?

Las personas describen a la comprensión de muchas maneras, por ejemplo:

- Tener una visión clara.
- Descubrir el enigma.
- Tener una versión propia de los hechos.
- Tener un antecedente al que el nuevo material podría enlazarse.
- Poder explicar un concepto a otros, entre ellos al jefe.
- Saber cómo y cuándo aplicar un concepto a nuevas situaciones.

[del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004]

Una comprensión también puede ser considerada de una manera lógica. Considere comprender la manera en que la facultad de ingeniería opera, en particular la facultad opera con autoridades, profesores y alumnado, se imparten conocimientos propios de cada área de la ingeniería civil, por ejemplo.

Podemos ver que la comprensión del funcionamiento de la facultad requiere:
Saber las partes que la constituyen.

(Saber sobre cada parte.

Saber sobre los eslabones entre las partes

Una comprensión de cualquier concepto tiene los mismos tres componentes: las partes, el detalle de cada parte y las relaciones entre las partes.

¿Cómo puede lograrse la comprensión?

Una comprensión sólo puede lograrse a través de una intención de entender, esto es, una intención para familiarizarse con las partes, los detalles de cada parte y las relaciones entre las partes.

Una intención para memorizar algún asunto material significa que una comprensión no puede lograrse. Si la intención del proceso de aprendizaje es memorizar, ningún esfuerzo se hace para unir las partes juntas. ¡Una comprensión no es posible!

El material memorizado se olvida en poco tiempo, después del examen, y es, por consiguiente, de poco uso en nuestras carreras. Una comprensión dura mucho tiempo. Dado que las partes de una comprensión están relacionadas, una sola sugerencia del ambiente puede evocar nuestra comprensión de un concepto.

Para aprender a entender debemos unir los diferentes componentes de la materia, y relacionarlos a las ideas de otros temas y a nuestra propia experiencia. La visión enriquecida proporciona una manera diagramática de

desarrollar y representar una comprensión. Ellos pueden usarse para varios propósitos específicos, como para:

- Resumir las ideas de un libro de texto que usted quiere entender completamente.
- Organizar juegos de ideas que son complejas y difíciles entender.
- Clarifique pasajes de texto que no se escribe bien.
- Resumir las notas de la conferencia.
- Organizar las ideas para escribir los ensayos o hacer los discursos.
- Hacer una revisión de los exámenes.
- Desarrollar su entendimiento.
- Inspeccionar su comprensión.
- La visión enriquecida puede ayudarnos a identificar fuerzas y debilidades entendiendo.

Manual de uso de la cruz maltesa automatizada.

REVISION DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Este es el titulo de la Cruz Maltesa

Eje Norte

21 22 23 24 25 26 27 T

Cada uno de estos botones, nos indica la clave de cada una de las áreas de la carrera de ingeniería civil, utilizadas en la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica., al hacer clic izquierdo sobre la clave nos permite consultar o ingresar datos y realizar ligas del área respectiva.

ACTIVI.Nombre [A100]

Esta ventana corresponde al eje norte de la Cruz Maltesa, donde se van ingresando las actividades que constituyen el sistema de tarea primaria para la organización bajo estudio (en nuestro caso son las actividades que debe ser capaz de realizar el egresado de la carrera de ingeniería civil)

ACTIVI.Descripción [A254]

En esta ventana se ingresa una descripción complementaria de la actividad de la que se esta trabajando.

ENT

La ventana “ENT” nos indica el número según el orden en que se presenta en la matriz noreste los conocimientos requeridos del egresado de la carrera.

ACTI

La ventana “ACTIV” nos indica el número correspondiente a la actividad que se esta viendo en ventana “ACTIVI. “Nombre (A100)”, y su respectiva descripción en la ventana “ACTIVI.Descripción (A254)”, según el orden en que se presenta en la parte norte de la matriz las actividades.

ACTI

La ventana “ACTI”, nos indica la clave del área de la carrera de ingeniería civil en la que se esta trabajando.

SAL

La ventana “SAL” nos indica el número correspondiente a las salidas de actividad que se presenta en la parte oeste de la matriz.

P | A | S | U

El primer botón de izquierda a derecha “P” tiene la misma función para la matriz NE, MW, SE y SW dependiendo en que parte de la matriz se este trabajando, al hacer clic izquierdo con el botón del mouse, nos va a situar en el primer registro.

El segundo botón “A” nos va a situar en el registro inmediato anterior.

El tercer botón de izquierda a derecha “S” nos sitúa en el registro inmediato siguiente.

El cuarto botón de izquierda a derecha “U”, nos sitúa en el último registro.

Parte central de la cruz maltesa



Al hacer clic izquierdo en la ventana “ligar antecedentes” el programa realiza la liga entre los conocimientos necesarios y las Materias – Temas – Subtemas que proporcionan estos conocimientos (Estas Materias – Temas – Subtemas a ligar son los que deben estar visualizados en la ventana de la parte sur de la Cruz correspondientes a los IPPs).

Una vez que se ha encontrado la MTS que se requiere como antecedente para la actividad requerida, se hace clic sobre el botón MTS, el cual realiza la liga.

El botón “MTX” es de utilidad cuando se presente el caso de buscar un antecedente entre la lista de los IPPs para los conocimientos necesarios, cuando existe en la materia el tema pero no el subtema que lo proporcione, se realiza solamente la liga de la Materia y Tema dejando indicado con una X que no hay subtema.

El botón “MXX” es de utilidad cuando se presente el caso de buscar un antecedente entre la lista de los IPPs para los conocimientos necesarios, existe la materia, no así el tema y subtema que lo proporcione, se realiza solamente la liga de la Materia dejando indicado con dos equis XX que no hay tema y subtema que no proporcionan los conocimientos.

El botón “desligar sirve para eliminar una liga que se haya realizado y que a criterio sea conveniente eliminarla.



Esta ventana se enlistan los procedimientos del procesamiento de información los cuales representan el estado existente de la red de procesamientos de información en nuestro caso es el listado de todas las materias que contiene el plan de estudios 94, con sus respectivas Materias, Temas Subtemas y otros.



El botón B nos permite borrar el nombre de la materia que aparece en la ventana “campo no definido”, esto con la finalidad de proceder a buscar otra materia.

EL botón campo nos proporciona la clave de la materia con su respectivo tema y subtema.



El botón “buscar” entra en función cuando se ingresa el nombre de la materia en la ventana denominada campo no definido al hacer clic izquierdo el programa realiza una búsqueda de la materia cuando es encontrado el nombre se muestra en la parte sur de la matriz junto con el primer tema y subtema.



El botón “materia”, al hacer clic izquierdo nos muestra una pantalla al centro de la matriz preguntando ¿Este es el procedimiento buscado?, “Nombre de la materia el orden de la tabla proced?, teniendo tres opciones a escoger, “si, no, cancelar”, si se hace clic izquierdo en si, nos aparece una segunda ventana con el mensaje “proceda a buscar su tema de interés”.

En el caso de no ser la materia buscada se hace clic en la opción no, y nos aparece el siguiente registro de la tabla proced.

En el caso en que se desee salir de la búsqueda se tiene la opción cancelar.

De forma similar se procede con el El botón “tema”, con la variante de que se presentan los temas correspondientes a la materia seleccionada anteriormente, el mismo procedimiento se utiliza para realizar la búsqueda de los subtemas haciendo uso del botón denominado “subtema”.

Eje sur de la cruz maltesa



Las ventanas con el nombre liga nos proporcionan los siguientes datos de izquierda a derecha.

- 1er: clave del área de la carrera en que se este trabajando.
- 2do: clave de la actividad a la que esta referida en la parte norte da la Cruz.
- 3er: clave de la entrada de actividad referida en la matriz noroeste de la Cruz
- 4to: clave de clave de la materia, ligada en la matriz sur este de la cruz
- 5to: clave de clave del tema, ligado en la matriz sur este de la cruz
- 6to: clave o de clave del subtema, ligado en la matriz sur este de la cruz

PROCED.NomSubtema [A254]

PROCED.NomTema [A254]

PROCED.NomProced [A254]

Estas ventanas “PROCED”, nos proporcionan el nombre del subtema “NomSubtema (A254)”, del tema “NomTema (A254)” y de la materia “NomProced (A254)” a ligar o bien si ya se ha realizado aparece en la matriz sureste la clave correspondiente. (recordando que son los registros de la tabla ligas)

Actual Procedimientos no enlazados Cont(SINLIG)

Actualizar

SINLIGA.NomProced [A254]

SINLIGA.NomTema [A254]

SINLIGA.NomSubtema [A254]

En estas ventanas se puede observar los procedimientos no enlazados, con el botón “actualizar”, la tabla ligas actualiza los datos mas recientes que se hayan ligado.

A la izquierda de la cruz maltesa.

ENT_ACT.Descripción [A254]

Esta ventana nos muestra las categorías de información (conocimientos necesarios que debe tener el egresado para poder realizar las actividades indicadas en el eje norte de la Cruz Maltesa.

ENT_PROC.AntecedeS [A254]

ENT_PROC.AntecedeT [A254]

ENT_PROC.AntecedeM [A254]

Estas ventanas “ENT_PROCED”, nos proporcionan el nombre del antecedente que requiere la materia ligada, correspondiente a la indicada en la matriz sureste de la Cruz, “AntecedeS (A254)” nos proporciona el nombre del subtema, “AntecedeT (A254)” del tema, “AntecedeM (A254)” de la materia.

LIGAS.Nota [A255]

La ventana LIGAS.Nota nos permite ingresar una nota correspondiente a la justificación de ligar los conocimientos necesarios, con las materias temas y subtemas que proporcionan estos conocimientos.

Ala derecha de la cruz maltesa.

SAL_ACT.Descripción [A254]

Esta ventana "SAL_ACT:Descripción" nos muestra la salida de actividad, que se espera obtener con la entrada de la actividad.

ENT_ACT.Descripción [A254]

Esta ventana que aparece en el ala derecha de la Cruz es la misma que aparece en el ala izquierda. (recordemos que las salidas son un espejo de las entradas).

Matriz noroeste

ENT_ACT	Registro	Registro
Registro	Registro	Registro
Registro	Registro	Registro

Esta matriz "ENT_ACT" nos muestra el orden en que se acomoda en la tabla entrada de actividad correspondiente al antecedente que se requiere, dicho antecedente es una M-T-S, sus claves aparecen en la matriz Sureste.

Matriz noreste

SAL_ACT	registro	registro	registro
registro	registro	registro	registro
registro	registro	registro	registro

Esta matriz de SAL_ACT nos muestra el número correspondiente en la tabla SAL_ACT. su texto aparece en la ventana descrita en el ala derecha de la Cruz.

Matriz sureste

LIGAS.Nota [A255]

Esta ventana Nos proporciona una breve descripción de por que se considera que la materia, tema y subtema sirven como antecedente a los conocimientos necesarios.

LIGAS.Proc	Registro 2	Registro 3
Registro 4	Registro 5	Registro 6
Registro 7	Registro 8	Registro 9

Esta matriz de "LIGAS.Proc" nos muestra la clave correspondiente del antecedente que requiere el conocimiento capturado en la tabla Ent_Act.

Optima **LIGAS**

Una vez ya realizada la optimización corriendo el programa de optimización enlazado a la Cruz Maltesa automatizada, en este botón "optima LIGAS" y posicionándonos en la matriz sureste seleccionar una ficha con cierta materia tema y subtema este nos indica si es o no optimo para el PE

Matriz suroeste de la cruz

	Ligar antecedente	
ENT PROC	Registro 2	Registro 3
Registro 4	Registro 5	Registro 6
Registro 7	Registro 8	Registro 9
	PROCÉ	PRO, PRO,

Esta matriz con el nombre " ENT-PROC" nos muestra la clave del antecedente necesario de la M-T y S de la matriz Sureste, en caso de no aparecer algún registro se ha considerado que no requiere de antecedente alguno para poder entender la M_T y S.

La ventana con el nombre "Ligar antecedente", al hacer clic izquierdo sobre el se realiza el enlace correspondiente al antecedente que se juzga necesario para la M_T y S mostrado en la matriz Sureste de la Cruz.

La ventana "PROCED" nos muestra la clave correspondiente a la matriz sureste.

1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.05
0.01
A S

Estos botones nos permiten ingresar una “calificación” por así decirlo a la M-T y S. Consistente en ponerle un valor, según el criterio de que tanto conocimiento aporta al antecedente necesario para las actividades a realizar.

Los botones inferiores “A” y “S” nos sitúan en el registro anterior y inmediato posterior de la M- T y S que se este valorando.

Los botones que aparecen en la parte derecha de la cruz maltesa, nos sirven para estimar la cobertura de cada subtema al requerimiento.

En la barra de herramientas del programa paradox, si se accesa en procesos e ingresando en optimar se corre el programa de optimización enlazado a la Cruz Maltesa. Para realizarse dicha optimización y ver los resultados de la optimización, se puede ingresar a la opción “interpretar”

Glosario de Términos utilizados

Ambiente: es el conjunto de todas aquellas entidades, que al determinarse un cambio en sus atributos o relaciones pueden modificar el sistema.

Atributos: Se entiende por atributo las características y propiedades estructurales o funcionales que caracterizan las partes o componentes de un sistema. los atributos determinan las propiedades de una entidad al distinguirlas por la característica de estar presentes en una forma cuantitativa o cualitativa.

Ambiente: Se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema. En lo que a complejidad se refiere, nunca un sistema puede igualarse con el ambiente y seguir conservando su identidad como sistema. La única posibilidad de relación entre un sistema y su ambiente implica que el primero debe absorber selectivamente aspectos de éste. Sin embargo, esta estrategia tiene la desventaja de especializar la selectividad del sistema respecto a su ambiente, lo que disminuye su capacidad de reacción frente a los cambios externos. Esto último incide directamente en la aparición o desaparición de sistemas abiertos.

Complejidad: Por un lado, indica la cantidad de elementos de un sistema (complejidad cuantitativa) y, por el otro, sus potenciales interacciones (conectividad) y el número de estados posibles que se producen a través de éstos (**variedad, variabilidad**).

Contexto: Un sistema siempre estará relacionado con el contexto que lo rodea, o sea, el conjunto de objetos exteriores al sistema, pero que influyen decididamente a éste, y a su vez el sistema influye, aunque en una menor proporción, influye sobre el contexto; se trata de una relación mutua de contexto-sistema.

Objetivo: El analista trata de determinar para que a sido requerido ya que en general se le plantean los efectos pero no las causas.

Elemento: Se entiende por elemento de un sistema las partes o componentes que lo constituyen. Estas pueden referirse a objetos o procesos.

Entidad: Es lo que constituye la esencia de algo y por lo tanto es un concepto básico. Las entidades pueden tener una existencia concreta, si sus atributos pueden percibirse por los sentidos y por lo tanto son medibles y una existencia abstracta si sus atributos están relacionados con cualidades inherentes o propiedades de un concepto.

Entradas: Las entradas son los ingresos del sistema que pueden ser recursos materiales, recursos humanos o información. Las entradas constituyen la fuerza de arranque que suministra al sistema sus necesidades operativas.

Estructura: Las interrelaciones más o menos estables entre las partes o componentes de un sistema, que pueden ser verificadas (identificadas) en un momento dado, constituyen la estructura del sistema.

Frontera: En términos operacionales puede decirse que la frontera del sistema es aquella línea que separa al sistema de su entorno y que define lo que le pertenece y lo que queda fuera de él.

Sistemas abiertos: Se trata de sistemas que importan y procesan elementos (energía, materia, información) de sus ambientes, Que un sistema sea abierto significa que establece intercambios permanentes con su ambiente, intercambios que determinan su equilibrio, capacidad reproductiva o continuidad,

Sistemas cerrados: Un sistema es cerrado cuando ningún elemento de afuera entra y ninguno sale fuera del sistema. Estos alcanzan su estado máximo de equilibrio al igualarse con el medio

Salidas: Las salidas de los sistemas son los resultados que se obtienen de procesar las entradas. Al igual que las entradas estas pueden adoptar la forma de productos, servicios e información. Las mismas son el resultado del funcionamiento del sistema o, alternativamente, el propósito para el cual existe el sistema

Sistema humano: Es el nivel del ser individual, considerado como un sistema con conciencia y habilidad para utilizar el lenguaje y símbolos.

Sistema social: Considera el contenido y significado de mensajes, la naturaleza y dimensiones del sistema de valores, la transcripción de imágenes en registros históricos, y la compleja gama de emociones humanas.

Sistemas suaves: Estos sistemas son intuitivos, incluyen decisiones personales, y tienden a ser cualitativos, más que cuantitativos. Estos métodos utilizan juicios y se apoyan en la mente humana para integrar sus numerosas variables son descriptivos o cualitativos, no estrictamente reproducibles, intuitivos, discontinuos, flexibles y no necesariamente numéricos.

Sistemas duros: Estos sistemas son cuantitativos, reproducibles, estrictamente lógicos, ceñidos al modelo y dependientes de los datos Involucran matemáticas, modelos y computadoras. Se enfocan sobre factores que pueden ser cuantificados.

Transformación: Todos los sistemas son transformadores de entradas en salidas. Entre las entradas se pueden incluir informaciones, actividades, una fuente de energía, conferencias, lecturas, materias primas, etc. Lo que recibe el sistema es modificado por éste de tal modo que la forma de la salida difiere de la forma de entrada.

Weltanschauung: palabra alemana, traducida de manera literal significa “visualización-palabra”, esto es, la visualización del mundo que permita a cada observador atribuir un significado a lo que observa.

Bibliografía.

[folleto informativo, 1992], Folleto informativo, "200 años de enseñanza de la ingeniería en México, 1792 • 1992", Universidad Nacional Autónoma de México, enero de 1992

[Wilson, 1993], Wilson Brian, Sistemas: Conceptos y Aplicaciones, 1993, gpo Noriega editores

[del Valle Flores, apuntes de Planeación, 2004],
<http://planeacion.javica1|.com/Planeación>

[Arnold, Ph.D. y Fco Osorio, 1998], Marcelo Arnold, Ph.D. y Fco Osorio, M.A., 1998, Universidad de Chile.

[Che, 1981], Checkland, PB, (1981) *Systems Thinking, Systems Practice*, Wiley, Chichester

[Checkland, Acholes, 1990], Checkland, PB; y Acholes, J; (1990) *Soft Systems Methodology in Action*, Wiley, Chichester.

[Che, 1999], Checkland P.B. , Scholes Jim, Metodología de los Sistemas Suaves de Acción, 1990, gpo Noriega editores.

[Wilson, 1990], Wilson Brian, Soft systems Methodology Conceptual Model Building and its Contribution.

[del Valle Flores, doc], del Valle Flores Juan Antonio, documento para la defensa del tema doctoral.

[Flores, 1982], Flores Zavala Victor, Ingeniería de Sistemas, 1982, facultad de ingeniería, UNAM.