



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y
DOCTORADO EN INGENIERÍA**

**Sistema de Toma de Decisiones en la Industria
de la Construcción, en el área de Edificación**

TESIS
para obtener el grado de
Doctor en Ingeniería (Planeación)

Presentada:
M. en I. Hiram Ruiz Esparza González

Director: Dr. José Jesús Acosta Flores





UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

OF. 649/2013/SE-60.2

DR. MANUEL ENRIQUE VÁZQUEZ VALDÉS
Coordinador de la Unidad de la Administración del Posgrado
Dirección General de la Administración Escolar
P r e s e n t e

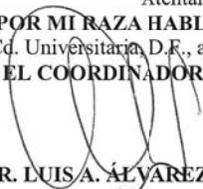
Este Programa informa a usted que el alumno **HIRAM RUIZ ESPARZA GONZÁLEZ**, de nacionalidad **Mexicana**, con número de cuenta **88560340** y número de expediente en la UAP. **11951336**, ha solicitado autorización para presentar examen con tesis, con el fin de obtener el grado de **Doctor en Ingeniería, plan 11-590**.

El mencionado alumno ha elaborado el trabajo titulado: **“SISTEMA DE TOMA DE DECISIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, EN EL ÁREA DE EDIFICACIÓN”**, mismo que fue aprobado por su Jurado Doctoral, sin otorgarle valor en créditos académicos.

Tomando en cuenta que el interesado ha cumplido con todos los requisitos que se exigen para sustentar dicho examen, no hay inconveniente en que se lleve a cabo ante el jurado integrado por los profesores:

Presidente:	DR. MARCO ANTONIO MURRAY LASSO
Secretario:	DR. JORGE CARRERA BOLAÑOS
Vocal:	DR. JOSÉ JESÚS ACOSTA FLORES
Suplente:	DR. ARCADIO MANUEL GAMBOA MEDINA
Suplente:	DR. ARNULFO ORTIZ GÓMEZ

Atentamente
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Cd. Universitaria, D.F., a 16 de agosto del 2013
EL COORDINADOR DEL PROGRAMA


DR. LUIS A. ÁLVAREZ ICAZA LONGORIA

Anexo: cinco votos aprobatorios
BJS.

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$dS \geq 0$$

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla p + \nabla \cdot T + f$$

$$\nabla \cdot D = \rho v$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times H = \frac{\partial D}{\partial t} + J$$

$$E = mc^2$$

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H} \Psi$$

$$\hat{f}(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-2\pi i x \xi} dx$$

$$H = -\sum p(x) \log_2 p(x)$$

A Yanet O.
Yanet R.
Hiram R.

A mis Padres

A Helios R.

Gracias al apoyo de mi comité Doctoral y a su paciencia
para el termino de este trabajo

Dr. José Jesús Acosta Flores
Dr. Marco Antonio Murray Lasso
Dr. Jorge Carrera Bolaños
Dr. Arcadio Manuel Gamboa Medina
Dr. Arnulfo Ortiz Gómez

A la Dirección General Asuntos del Personal
Académico-UNAM le agradezco la Beca que me
otorgo a principios de mi estudio de Doctorado.

CONTENIDO

Resumen

La industria de la construcción es de gran importancia para México, ya que llega a representar más del 5% del producto interno bruto. Actualmente en nuestro país existen alrededor de 30 reglamentos y leyes para la construcción y para poder trabajar en esta área se debe conocer la normativa de forma detallada ya que no es lo mismo construir una edificación cerca del centro del país, que una localizada cerca del mar, o una en el norte del país, cada una de ellas a pesar de ser muy similares difieren en su reglamentación y su construcción, por lo que se buscó desarrollar un programa que nos permita dar apoyo al ingeniero en la toma de decisiones durante la obra en la que esté trabajando. Este desarrollo del software busca que sea fácil de comprender y utilizar ya que se desea que sea de auto aprendizaje.

Abstract

The construction industry is of great importance for Mexico, as it comes to represent more than 5% of gross domestic product. Currently in our country there are about 30 laws and regulations for the construction and to work in this area should know the rules in detail since it is not the same to build a building near the center of the country, one located near the sea , or one in the north of the country, each of them to be very similar despite differ in their regulation and their construction, so they sought to develop a program that allows us to support the engineer in making decisions during the play in this work. This software development seeks to be easy to understand and use and which you want to be self-learning.

Este trabajo está dividido en cuatro capítulos, en el primer capítulo se presenta la problemática, además de dar una descripción del marco de referencia en el que se desarrolla esta investigación. La investigación está enfocada en específico al área de edificación dentro de la construcción, y a partir de esta se presentan los objetivos e hipótesis que sentaron las bases para este trabajo.

En el segundo capítulo se desarrolló la manera en que se realiza el proceso de toma de decisiones, el cual incluye situaciones que se presentan en este tipo de sistema, por lo que ahondo en varios modelos de decisión, así como un análisis de resultados apoyado en el proceso cognitivo que los usuarios del sistema deben desarrollar.

El capítulo tres se enfoca en el desarrollo de una metodología para el diseño del sistema y sus posibles modificaciones a través del tiempo utilizando un modelo espiral que permite un aprendizaje continuo a partir de la información que el usuario va desarrollando durante el uso constante del sistema.

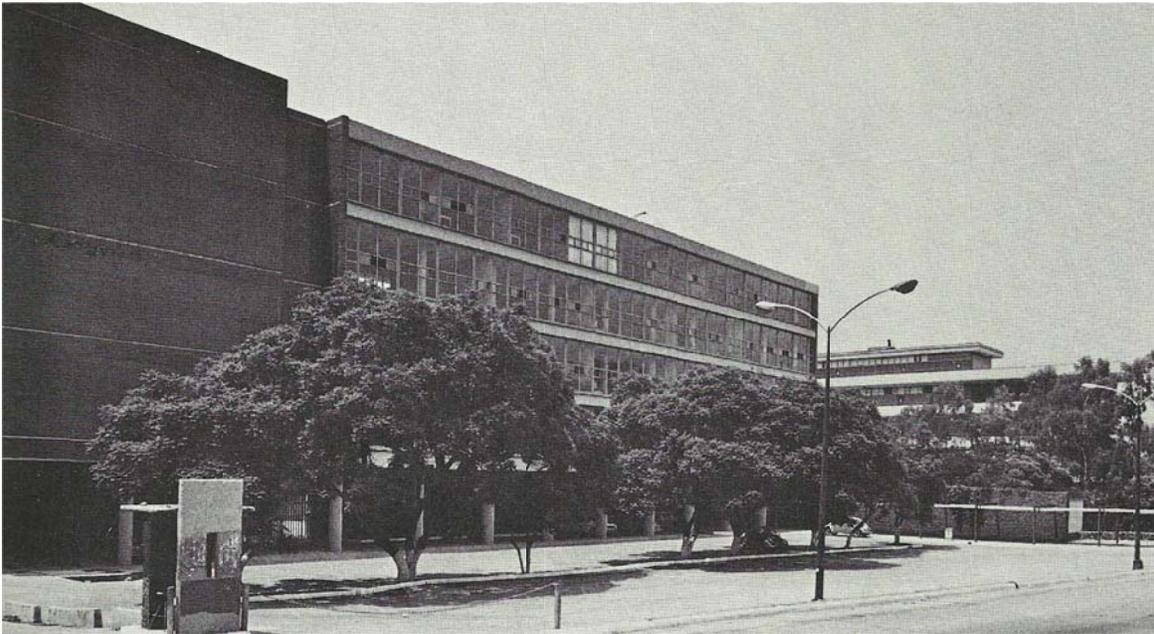
El último capítulo presenta la manera que se aplicó la metodología propuesta para el desarrollo del sistema.

1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Consideraciones generales y presentación del problema	11
1.2 Marco general del trabajo desde el punto de vista de la informática	12
1.2.1 Inteligencia Artificial	13
1.2.2 Sistemas que interactúan con humanos	18
1.2.3 Auto aprendizaje de la máquina, para que se adapte a nuevas circunstancias y detecte y extrapole esquemas determinados	19
1.2.4 Sistemas Expertos y similares	19
1.2.4.1 Sistema Experto para Toma de Decisiones	20
1.3 Problemática en la Industria de la Construcción	21
1.4 Objetivos e hipótesis de la Tesis	23
1.4.1 Objetivos generales	23
1.4.2 Objetivos particulares	23
1.4.3 Hipótesis principal	24
1.4.4 Hipótesis secundarias	24
2 TOMA DE DECISIONES	26
2.1 . Decisiones planeadas	28
2.2 . Decisiones no planeadas	28
2.2.1. Certidumbre	29
2.2.2. Incertidumbre	29
2.3 . Proceso para la solución en la toma de decisiones	29
2.4 . Análisis de los resultados	31
2.5 . Etapas cognitivas implicadas en la toma de decisiones	31
3 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TOMA DE DECISIONES	33
3.1 Metodología	34
3.1.1 Preparación	35
3.1.2 Identificación	36
3.1.3 Visión	37
3.1.4 Diseño	38
3.1.5 Transformación	38

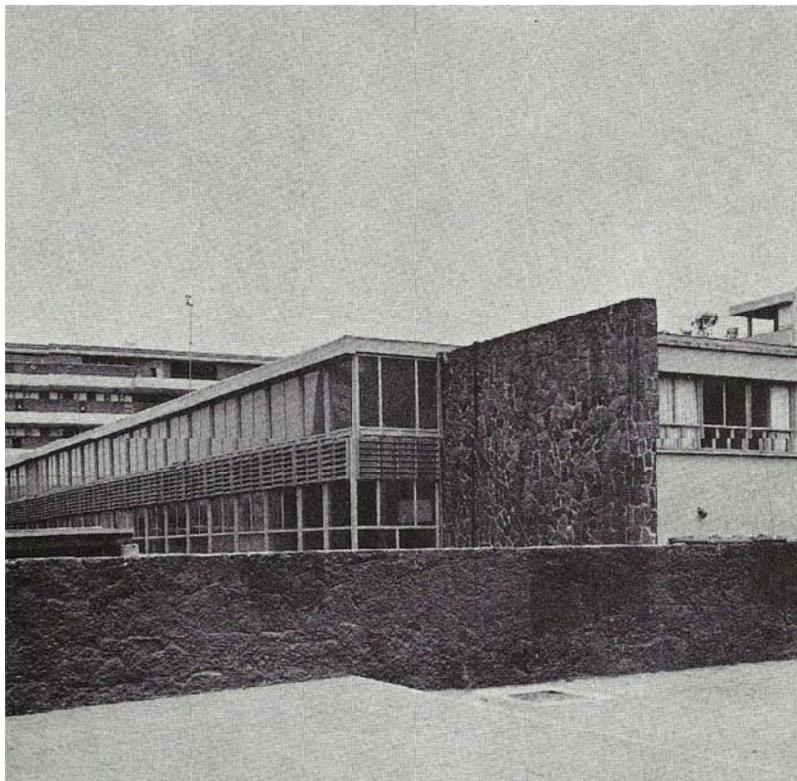
4	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	40
4.1	Preparación	41
4.2	Identificación	45
4.3	Visión	54
4.4	Diseño	58
4.5	Transformación	61
5	CONCLUSIONES	63
6	REFERENCIAS	67

ANEXO: Software desarrollado

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN



Ce qui méne et entraine le monde, ce ne sont pas les locomotives, ce sont le idées



INTRODUCCIÓN

1.1. Consideraciones generales y presentación del problema.

Los sistemas expertos y sistemas similares representan una oportunidad en la computación. Abren sendas que hasta la fecha estaban cerradas a aplicaciones específicas y permiten una mayor eficiencia de trabajo y administración en muy diversas áreas. Aunque las ideas que apuntalan la técnica todavía son incipientes, las técnicas que utilizan se han empleado por más de dos décadas. Fue hasta hace muy poco que adquirieron relevancia a los ojos del público y comenzaron a ser explotadas por la industria y el comercio con técnicas complejas y poderosas. Esas áreas requieren, para poder desarrollar ese tipo de sistemas, un grado relativamente avanzado de formalización. En concreto deben poder ser aisladas del resto del suprasistema en que se encuentran.

Un área global donde es promisorio el desarrollo de sistemas expertos y sistemas similares es la industria de la construcción, por ejemplo las siguientes áreas: sanitaria (contaminación de aguas, potabilización y tratamiento, instalaciones sanitarias), hidráulica (sistemas hidráulicos, presas de almacenamiento y derivación, ingeniería marítima (geohidrología), geotecnia (geología aplicada, cimentación, pavimentos), estructuras (ingeniería sísmica, preesfuerzo y prefabricación, diseño de puentes, estructuras de concreto, estructuras metálicas), sistemas (sistemas portuarios, sistemas de transporte terrestre, sistemas aeroportuarios) y construcción (sistemas electromecánicos, edificación, construcción pesada).

Lo que se desarrollará es un sistema de toma de decisiones, utilizando programación de última generación, que ayudará a responder a los problemas que se presenten. Este sistema se basa en los conocimientos de los expertos en el área los cuales para

nuestro desarrollo serán los reglamentos que se manejan y que cubren cualquier tipo de edificación

1.2. Marco general del trabajo desde el punto de vista de la informática.

El problema que abordan los sistemas expertos y similares es uno de los más complejos: ¿cómo es posible que un diminuto y lento cerebro, sea biológico o electrónico, tenga capacidad para percibir, comprender, predecir y manipular un mundo que en tamaño y complejidad lo excede con creces? ¿Cómo es posible crear, apoyándose en esas propiedades? Preguntas difíciles, sin duda, pero a diferencia de la investigación en torno al desplazamiento mayor de la velocidad de la luz o de un dispositivo anti gravitatorio, el campo de los sistemas expertos y similares cuenta con pruebas contundentes de que tal búsqueda es factible.

El estudio de la inteligencia es una de las disciplinas más antiguas. Por más de 2000 años los filósofos se han esforzado por comprender cómo se ve, aprende, recuerda y razona, así como la manera en que estas actividades deberían realizarse. La llegada de las computadoras a principios de la década de los años 50 permitió pasar de la especulación a una auténtica disciplina teórica y experimental. En opinión de muchos, los nuevos super cerebros electrónicos tendrían un ilimitado potencial de inteligencia. Pero así como sirvió para crear entidades inteligentes, la computadora también ha sido una herramienta para probar teorías sobre la inteligencia, muchas de las cuales fracasaron.

En la actualidad los sistemas expertos y similares abarcan una gran cantidad de subcampos desde áreas de propósito general, como el de la percepción y del razonamiento lógico, hasta tareas específicas, como el ajedrez, la demostración de teoremas matemáticos, la poesía y el diagnóstico de enfermedades.

1.2.1 Inteligencia Artificial

En el campo de la inteligencia artificial (IA) no se han hecho muchos esfuerzos para pasar la prueba de Turing. La necesidad de actuar como los humanos se presenta básicamente cuando los programas de IA deben interactuar con gente, por ejemplo, cuando un sistema experto ha de explicar lo justificado de un diagnóstico, o cuando un sistema de procesamiento de lenguaje natural entabla diálogo con un usuario. Programas como los anteriores deberán comportarse de acuerdo con ciertas convenciones normales de las interacciones humanas con el fin de poder entenderlos. Por otra parte, la manera de elaborar representaciones y de razonar en qué se basan estos sistemas podrá o no conformarse a un modelo humano.

En el recuadro 1 se presentan definiciones de lo que es la inteligencia artificial, de acuerdo con ocho autores recientes. Estas definiciones varían en torno a dos dimensiones principales. Las dos primeras que aparecen se refieren a procesos mentales y al razonamiento, en tanto que la tercera y cuarta aluden a la conducta. Por otra parte, las definiciones miden la condición deseable en función de eficiencia humana, mientras que las dos últimas lo hacen de conformidad con un concepto de inteligencia ideal, denominado racionalidad.

Recuadro 1

Sistemas que piensan como humanos

- La interesante tarea de lograr que las computadoras piensen... máquina con mente, en su amplio sentido literal (Haugeland, J., 1985).
- La automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades tales como toma de decisiones, resolución de problemas de aprendizaje ... (Bellman, R.E. 1978).

Sistemas que actúan como humanos

- El arte de crear máquinas con capacidad de realizar funciones que realizadas por personas requieren de inteligencia (Kurzweil, R. 1990).
- El estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor (Rich, E. and Knight, K. 1991).

Sistemas que piensan racionalmente

- El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales (Charniak, E. and McDermott, D. 1985).
- El estudio de los cálculos que permiten percibir, razonar y actuar (Winston, P.H. 1992).

Sistemas que actúan racionalmente

- Un campo de estudio que se enfoca a la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales (Schalkoff, R.J. 1990).
- La rama de la ciencia de la computación que se ocupa de la automatización de la conducta inteligente (Luger, G.F. and Stubblefield, W.A. 1993).

A continuación se dan las definiciones de sistemas cerrados y abiertos que nos ayudarán en capítulos posteriores a explicar el porqué este trabajo se basa en un sistema abierto en lugar de uno cerrado.

La Teoría de sistemas de acuerdo a Karl Ludwig von Bertalanffy en sus trabajos de biología define que los sistemas cerrados son herméticos a cualquier influencia ambiental. Así, los sistemas cerrados no reciben ninguna influencia del medio ambiente, y por lo cual tampoco influyen al ambiente que los rodea. No reciben recurso externo y no producen al exterior. Otros autores como Kast, Rosenzweig, Katz y Khan definieron el nombre de sistema cerrado a aquellos sistemas cuyo

comportamiento es totalmente determinístico y programado y que operan con muy pequeño intercambio de materia y energía con el medio ambiente.

El término también es utilizado para los sistemas completamente estructurados, donde los elementos y relaciones se combinan de una manera peculiar y rígida produciendo una salida invariable. Son los llamados sistemas mecánicos, como las máquinas.

Los sistemas abiertos son los sistemas que presentan relaciones de intercambio con el medio ambiente, para sobrevivir deben reajustarse constantemente a condiciones externas y mantienen un juego recíproco con éstas. La calidad de su estructura es óptima cuando el conjunto de elementos del sistema se organiza, aproximándose a una operación adaptativa. La adaptabilidad es un continuo proceso de aprendizaje y de auto-organización. Los sistemas abiertos no pueden vivir aislados. Sin embargo, un sistema abierto mantiene un flujo continuo de entrada y salida, un mantenimiento y sustentación de los componentes, no estando a lo largo de su vida en un estado de equilibrio químico y termodinámico, obtenido a través de un estado firme llamado homeostasis (Cannon). Los sistemas abiertos, por lo tanto, “evitan el aumento de la entropía y pueden desarrollarse en dirección a un estado decreciente orden y organización (entropía negativa).

A través de la interacción ambiental, los sistemas abiertos restauran su propia energía y reparan pérdidas en su propia organización. El concepto de sistema abierto puede ser aplicado a diversos niveles de enfoque: al nivel del individuo, al nivel del grupo, al nivel de la organización y al nivel de la sociedad, yendo desde un microsistema hasta un supra sistema en términos más amplios, va de la célula al universo.

En el artículo Racionalidad, tecnología y desarrollo, del Dr. Jorge Carrera Bolaños (1992), se plantea un concepto de racionalidad de manera más formal y que, como se verá en un instante, permite ubicar la idea de “inteligencia ideal”. Las dos definiciones siguientes están tomadas textualmente de esa referencia.

Definición 1. Por “estructuras explicativas racionales” se entienden los siguientes esquemas:

- a) Se llama “estructura lógica” a una sucesión de transformaciones de una o varias afirmaciones, declaradas originalmente válidas, de acuerdo a las operaciones lógicas admitidas como correctas.
- b) Se llama “estructura causa-efecto” a la afirmación de que si un hecho E tiene lugar, de manera necesaria se dará el hecho C, diferente de E

Definición 2. Dados objetos o sistemas definidos mediante un proceso de abstracción, pero basados en datos objetivos, denotados por S, y una afirmación o sistema coherente y conexo de afirmaciones sobre S, p(S) se llaman “argumentación racional” o “demostración” de p(S) a la asignación del valor lógico de verdad”, por medio de estructuras explicativas racionales a la siguiente afirmación:

$P(S = \text{concuera con la realidad})$. (En símbolos $p(S) = 1$.)

En ese mismo trabajo se define la plausibilidad de una afirmación en términos racionales por medio de la lógica multivaluada; lo mismo en cuanto a lo que pudiese ser la especulación racional.

De ahí, Carrera deduce que la racionalidad es una manera de enfrentarse a nuestra interrelación con el mundo utilizando modos de pensamiento racionales, en el sentido definido arriba. Esta manera de reflexionar sobre lo objetivo y nuestra

relación con ello han sido altamente eficientes. Es paradigmática en la ciencia, al grado de que ambas actividades humanas han ido tendiendo a formar una entidad.

La “inteligencia ideal” sería entonces, siguiendo los pensamientos de Carrera, una inteligencia puramente racional. En este sentido es aquello a que una “inteligencia” artificial, concretamente realizada en máquinas como las que hoy en día son llamadas “computadoras”, puede y debe aspirar. Los elementos como lo emotivo que quedan fuera de esta definición no son considerados, aunque sabemos su fundamental importancia para el ser humano.

Las definiciones del tema de estudio de la IA más relacionadas con nuestro Interés corresponden a:

- a) “El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales”, según Charniak y McDermott.
- b) “El estudio de los cálculos que permiten percibir, razonar y actuar”, según Winston.
- c) El estudio de las estructuras racionales y la posibilidad de desarrollar sistemas autónomos o semi-autónomos que se basen en ellas para el análisis de situaciones dadas y para la toma eficiente de decisiones con respecto a ellas, según Carrera Bolaños.

En concreto, la IA con un enfoque racional tiende a la elaboración de programas orientados a la realización de sistemas inteligentes.

Se considera que un sistema es racional si hace lo correcto. De acuerdo con lo anterior, en la IA existen cuatro posibles objetivos a alcanzar:

- ✓ Sistemas que analizan como Humanos.
- ✓ Sistemas que analizan Racionalmente.
- ✓ Sistemas que funcionan como Humanos.
- ✓ Sistemas que funcionan Racionalmente.

A través de la historia se han ido adquiriendo los cuatro enfoques anteriormente mencionados. Desde luego, existe una rigidez entre enfoques centrados en los seres humanos y los centrados en la racionalidad. El enfoque centrado en el comportamiento seres humano constituye una ciencia empírica, que entraña el empleo de hipótesis y de la confirmación mediante experimentos. El enfoque racionalista combina matemáticas e ingeniería. Un equipo frecuentemente critican el trabajo realizado por otro equipo, es orientado a mejorar y todas las aportaciones sean valiosas.

1.2.2. Sistemas que interactúan con humanos.

Mediante la prueba de Turing, propuesta por Alan Turing (Turing, A.M. 1950), se intenta ofrecer una definición operativa satisfactoria de lo que es la inteligencia. Turing definió una conducta inteligente como la capacidad de lograr eficiencia a nivel humano en todas las actividades de tipo cognoscitivo, suficiente para engañar a un evaluador. Brevemente, la prueba que Turing propuso consistía en que un humano interrogase a una computadora por medio de un teletipo; la prueba se consideraba aprobada si el evaluador era incapaz de determinar si una computadora o un humano era quien había respondido las preguntas en el otro extremo de la terminal. Hoy por hoy, el trabajo que entraña programar una computadora para pasar la prueba es considerable. La computadora debería ser capaz de lo siguiente:

1. Procesar un lenguaje natural, para así poder establecer comunicación satisfactoria, sea en inglés o en cualquier otro idioma humano;
2. Representar el conocimiento, para así guardar toda la información que se le haya dado antes o durante el interrogatorio;
3. Razonar automáticamente, con el fin de utilizar la información guardada al responder preguntas y obtener nuevas conclusiones.

1.2.3. Auto aprendizaje de la máquina, para que se adapte a nuevas circunstancias y detecte y extrapole esquemas determinados.

En la prueba de Turing deliberadamente se evitó la interacción física directa entre evaluador y computadora, dado que para medir la inteligencia era innecesario simular físicamente a un humano. Sin embargo, en la denominada prueba total de Turing se utiliza una señal de video para que el evaluador pueda calificar la capacidad de percepción del evaluado, y también para que aquél pueda pasar objetos físicos “a través de la trampa”. Para aprobar la prueba total de Turing, es necesario que la computadora esté dotada de:

1. Vista, que le permita percibir objetos y
2. Robótica, para desplazar éstos.

Lo relevante de la prueba de Turing para el problema que se analiza es que brinda indicaciones relevantes para la interacción del sistema computacional con el usuario humano.

1.2.4 Sistemas Expertos y similares

El área de sistemas expertos es una aproximación muy exitosa a la solución de los problemas clásicos de IA en la programación de inteligencia.

El primer paso para resolver cualquier problema es definir el área o dominio del problema que será resuelto; esta consideración es tan cierta para la inteligencia artificial como en la programación convencional. Sin embargo, a causa de la mística antes asociada con la IA, hay una prolongada tendencia a seguir creyendo en el viejo adagio: “Si todavía no ha sido resuelto es un problema de IA”; otra definición popular es: “la IA está haciendo que las computadoras actúen como en las

películas”. Tal vez este tipo de cuadro mental haya sido común en los años setenta, cuando la IA se encontraba en plena fase de investigación, pero, hoy en día la IA resuelve muchos problemas reales y tiene muchas aplicaciones comerciales.

Los sistemas expertos y similares son una rama de la IA que hace un amplio uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano. Esto es, el especialista tiene conocimientos o habilidades especiales que la mayoría no conoce o de las que no dispone; puede resolver problemas que la mayoría no podría resolver, o los resuelve con mucha mayor eficiencia (y a otro costo). Cuando los sistemas expertos se desarrollaron por primera vez en los años setenta, contenían exclusivamente conocimiento experto; sin embargo, hoy en día a menudo se aplica el término sistema experto a cualquier sistema que utiliza tecnología de sistemas expertos. Esta tecnología puede incluir a los lenguajes y programas especiales de sistemas expertos, además del hardware diseñado para ayudar en su desarrollo y ejecución.

1.2.4.1. Sistema Experto para Toma de Decisiones

El campo del análisis de decisiones, cuyo desarrollo se produjo entre las décadas de los años 50 y los 60, estudia la aplicación de la teoría de decisiones en los problemas de decisión reales. Sirvió para la toma de decisiones en dominios importantes en donde están en juego importantes intereses, como el económico, campo legal, estrategia, diagnóstico, diseño de ingeniería, administración de recursos entre otros. El procedimiento implica un cuidadoso estudio de acciones y resultados posibles, así como de las preferencias por cada resultado. Es frecuente que en el análisis de decisiones figuren dos protagonistas: el tomador de decisiones, quien define sus preferencias sobre los resultados y el analista de decisiones, quien enumera las posibles decisiones con los resultados correspondientes en base a las preferencias del tomador de decisiones, selecciona la estrategia idónea. Hasta principios de la

década de los ochenta, era muy limitado el empleo de las computadoras en el análisis de decisiones; se consideraba que el principal objetivo del análisis era auxiliar a los humanos para tomar decisiones que auténticamente reflejaran sus preferencias.

1.3. Problemática en la Industria de la Construcción

Para poder construir obra pública ó privada y no incurrir en alguna falta, las empresas constructoras deben contar con un cuerpo de especialistas que interpreten aproximadamente 30 leyes y reglamentos vigentes en toda la República Mexicana. Es también conveniente contemplar las versiones propias de cada estado. Por ello se requiere personal altamente calificado en el área de la construcción del que, sin embargo es frecuente que no se disponga. Esto ha causado, de manera directa e indirecta, grandes problemas para la terminación de una obra. En muchos casos se incumplen las normas sufriendo sanciones, multas y en ocasiones se obliga a la demolición de los elementos y reposición de los mismos por no cumplir los lineamientos que las autoridades indican en sus documentos. Si se pudiese cumplir con la normatividad se lograrían grandes reducciones y se evitarían posibles problemas a futuro.

Una de las razones de que hoy en día sea difícil encontrar especialistas radica en que los ingenieros y arquitectos no egresan con una especialidad (construcción, sistemas, estructuras, geotecnia, hidráulica, sanitaria) sino con conocimientos interdisciplinarios. Esto ha provocado grandes problemas en el desarrollo de las etapas constructivas y de la terminación de la obra que a veces llegan a repercutir en cuantiosas fallas de origen.

Para dar una idea de la complejidad práctica a que la industria de la construcción se enfrenta, se muestra esquemáticamente el entorno, leyes y reglamentos a contemplar, de una manera directa e indirecta, a continuación.

De la Administración Pública del Gobierno del Distrito Federal

- ✓ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- ✓ Estatutos de Gobierno del Distrito Federal.
- ✓ Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal.
- ✓ Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal.
- ✓ Ley de Ingresos del Distrito Federal, para el Ejercicio Fiscal.
- ✓ Ley Orgánica de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal.
- ✓ Ley Ambiental del Distrito Federal.
- ✓ Ley de Asistencia e Integración Social para el D. F.
- ✓ Ley de Desarrollo Social del Distrito Federal
- ✓ Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.
- ✓ Ley de Obra Pública del Distrito Federal.
- ✓ Ley de Propiedad en Condominio de Inmuebles para el D. F.
- ✓ Ley de Protección Civil para el Distrito Federal.
- ✓ Ley del Régimen Patrimonial y del Servicio Público
- ✓ Ley de Seguridad Pública del Distrito Federal.
- ✓ Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal.
- ✓ Circular Uno 2001. Normativa en Materia de Administración de Recursos.
- ✓ Circular Uno 2002. Normativa en Materia de Administración de Recursos-Sector
- ✓ Central y Normatividad en Materia de Administración de Recursos Delegacionales.

Reglamentos de observancia ciudadana

- ✓ Reglamento del Registro Civil del Distrito Federal.
- ✓ Reglamento Interior de la Administración Pública del D. F.
- ✓ Reglamento de Tránsito del Distrito Federal.
- ✓ Reglamento Interior de la Junta Local de Conciliación y Arbitraje del Distrito Federal.
- ✓ Reglamento para el Servicio de Transporte de Carga en el Distrito Federal.
- ✓ Reglamento de Verificación Administrativa para el D. F.
- ✓ Reglamento de Construcción para el Distrito Federal
- ✓ Reglamento de la Ley de Obra Pública del D. F.

1.4. Objetivos e hipótesis de la Tesis

1.4.1 Objetivos generales

Se desarrollará un sistema de toma de decisiones que genere soluciones a problemas y situaciones de la construcción en el área de la edificación, en concreto enfocado hacia la capacitación del personal en la industria y a evitar la disparidad de criterios que se presentan en los residentes de las obras. Este sistema tendrá la capacidad de apoyar a los residentes de obra en la toma de decisiones técnicas de la edificación.

1.4.2 Objetivos particulares

- ✓ Diseñar un sistema basado en la toma de decisiones, que permita solucionar posibles errores cometidos en el proyecto ejecutivo de la obra.

- ✓ Desarrollar un sistema basado en las herramientas de la toma de decisiones, apoyándose en los reglamentos vigentes que hay.
- ✓ Desarrollar el sistema bajo ambiente que facilite su aplicación.
- ✓ Diseñar una estructura flexible del sistema, que permita hacer modificaciones a futuro e incluir nuevas áreas de trabajo.
- ✓ Diseñar un sistema capaz de aprender.
- ✓ Desarrollar un modelo de conocimientos expertos sobre el “Reglamento de construcción”.
- ✓ Orientar el sistema como una herramienta de capacitación y para la solución de problemas convencionales.

1.4.3. Hipótesis principal

Determinar la factibilidad tecnológica para el desarrollo de un Sistema Tomador de Decisiones que de soporte al ingeniero que se encuentre al frente de una edificación en desarrollo que presente algún problema de la misma obra.

Para poder lograr la anterior, se requieren los conocimientos de expertos de diferentes áreas, los cuales ayudarán al desarrollo de un sistema de cómputo. Para el logro de la implementación es fundamental la experiencia de los participantes (Reglamento y usuarios).

1.4.4. Hipótesis secundarias

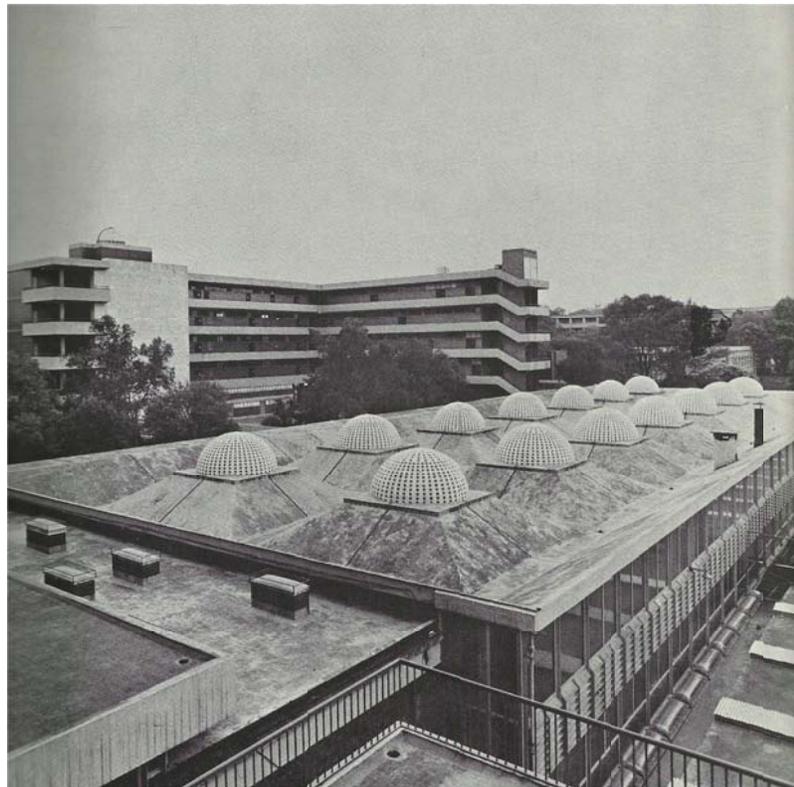
- ✓ Es factible desarrollar el sistema de una manera flexible, para facilitar en un futuro la incorporación de nuevos módulos.

- ✓ Los proyectos ejecutivos de las obras no están desarrollados al 100 % y presentan algunas inconsistencias.
- ✓ Se tendrá una mayor aceptación en las soluciones de un Tomador de decisiones.
- ✓ Las áreas que componen el sistema pueden ser desarrolladas e integradas bajo el ambiente de Access.

CAPITULO 2 TOMA DE DECISIONES



Colectividad que no sabe pensar, no puede vivir.



TOMA DE DECISIONES

Los humanos toman decisiones todos los días sobre los temas más variados, ya sean cuestiones sencillas como lo que habrán de comer, o algunas de mayor impacto como con quién se casarán. Sin embargo, es muy fácil que caigamos en trampas cognitivas, falacias lógicas o creencias erradas a la hora de buscar una posible solución.

El éxito dependerá no tanto de lo que sabemos, sino de cómo pensamos. Si mejoramos nuestras habilidades de pensamiento, esto nos permitirá ser más productivos, contaremos con una mayor cantidad de opciones y encontraremos mejores soluciones.

La toma de decisiones es un proceso por medio del cual se identifican decisiones que se transforman en alternativas, se analizan, y se elige una de ellas para posteriormente implementarla y evaluar los resultados.

Nuestro cerebro está hecho para ver más orden del que realmente hay. Estamos programados para crear historias simples sobre fenómenos muy complejos y variados; de modo que siempre terminamos falseando la realidad. El resultado de esto es que perdemos control de la realidad y nos volvemos incapaces para predecir cualquier anomalía estadística.

Una mejor toma de decisiones puede ayudarlo a mejorar la consistencia y la objetividad, reducir costos y aumentar la rentabilidad. Responder de manera más rápida y eficiente a los desafíos competitivos, a las nuevas oportunidades y cambios.

Ralph L. Keeney y Howard Raiffa en su libro *Decisions with Multiple Objectives* tienen un proceso de cinco pasos en el que el primero se refiere a un preanálisis que dice lo siguiente:

We assume that there is a unitary decision maker who is undecided about the course of action he or she should take in a particular problem. The problem has been identified and the viable action alternatives are given.

Algunos autores como Brown, Kahr, and Peterson (1974), Howard (1968), Raiffa (1968), Schlaifer (1969), y Tribus (1969) plantean que el verdadero trabajo es centrarse en la toma de decisiones. Estas decisiones están inmersas en una diversidad de factores que pueden influir en algún resultado. El proceso para la toma de decisiones consiste en detectar lo correcto de lo incorrecto para poder fijar un objetivo. La toma de decisiones es el proceso de selección entre dos o más alternativas.

2.1. Decisiones planeadas

Una decisión planeada se basa en procedimientos o reglas escritas o no escritas, que nos ayuden a tomar decisiones de una manera más rápida en situaciones repetitivas que restringen o limitan otras soluciones.

2.2. Decisiones no planeadas

Son decisiones a tomar en situaciones que se presentan con limitada frecuencia. En este tipo de decisiones es necesario seguir un proceso específico que busca generar solución(es) específica(s) para un problema poco común.

2.2.1. Certidumbre

Se dispone de toda la información sobre el problema, y hasta posibles soluciones que van a dar como resultado una decisión muy certera debido a la experiencia.

2.2.2. Incertidumbre

Se dispone de poca información y posiblemente deficiente, no se dispone de ningún control, y no hay información histórica de problemas similares. Esto lleva a que se desarrollen diferentes alternativas de solución a las que no se les puede asignar un resultado.

Con lo expuesto en el párrafo anterior existen dos tipos de incertidumbre:

- Estructurada: No se conoce en su totalidad los diferentes ramales, pero sí las posibles soluciones que pueden ocurrir.
- No estructurada: No se conoce que puede pasar, ni las posibles probabilidades que se tiene para la solución, es decir no se sabe nada.

La definición de la prioridad se basa en el impacto y en la urgencia que se tiene para atender y resolver el problema. Esto es, el impacto describe el potencial al cual se encuentra vulnerable, y la urgencia muestra el tiempo disponible que se cuenta para evitar o al menos reducir este impacto.

2.3. Proceso para la solución en la toma de decisiones.

El proceso para la solución en la toma de decisiones lo planteo de la siguiente manera:

1. Situación del problema. Es la definición del problema, el análisis de una situación normal basada en las desviaciones que existen en la misma. Se documenta la mayor cantidad de decisiones para poder conocer el problema y posteriormente tener la posibilidad de resolver el problema con herramientas de toma de decisiones que nos pueden brindar más de un 90% de certidumbre, por lo que es indispensable cuestionarnos aspectos como el entorno en el que se va a desenvolver el sistema, en qué etapa del proceso vamos a intervenir, todas las personas involucradas (internas y externas), cómo se comporta en el tiempo de cada toma de decisión, los riesgos que conlleva el sistema, y aspectos normativos.

Y lo más importante es preguntarnos y llegar a una definición clara y precisa de las causas que generaron el problema.

2. Búsqueda de la información requerida. Es de mucha importancia, ya que nos permite generar datos y límites para poder establecer información útil. Por consiguiente los datos desarrollados desde la planeación, nos permitirán coordinar parámetros para un mejor control.

3. Analizar posibles opciones. La respuesta a los problemas se hace por medio de diferentes rutas o decisiones, que pueden llevarnos a una mejor solución.

4. Desarrollar restricciones. Las decisiones que se toman están acotadas a muchos factores internos y externos, por lo que debemos tomarlos en cuenta antes de inclinarnos por alguna opción.

El tomador de decisiones para llegar al éxito debe tener una visión creativa así como la capacidad de encontrar respuestas congruentes con la realidad pero siempre tomando en cuenta todas las restricciones.

Para una buena toma de decisiones es indispensable conocer, entender, e identificar el problema que se quiere atacar a su más alto nivel. En algunas situaciones puede la solución ser tan simple que este proceso se da de manera implícita, pero en algunas más se pueden tener consecuencias negativas debido a una serie de elecciones que hacen compleja la decisión final. Por estas razones cada decisión por sencilla que sea debe realizarse de manera eficiente y eficaz.

2.4. Análisis de los resultados

Es necesario analizar si se obtuvo el resultado deseado o no, es decir si la decisión que se está teniendo es la esperada o no.

Si el resultado es el esperado se debe revisar de una forma analítica, de no serlo debe verse cómo se desarrolló la decisión del mismo e iniciar un nuevo proceso en la búsqueda de una solución óptima.

La creación de este proceso debe dar solución a la decisión que anteriormente fue errónea y disponer de la información que nos llevó a la solución anterior.

2.5. Etapas cognitivas implicadas en la toma de decisiones

Al resolver con un pensamiento analítico la toma de decisiones se desarrollan algunos procesos cognitivos que se describen a continuación:

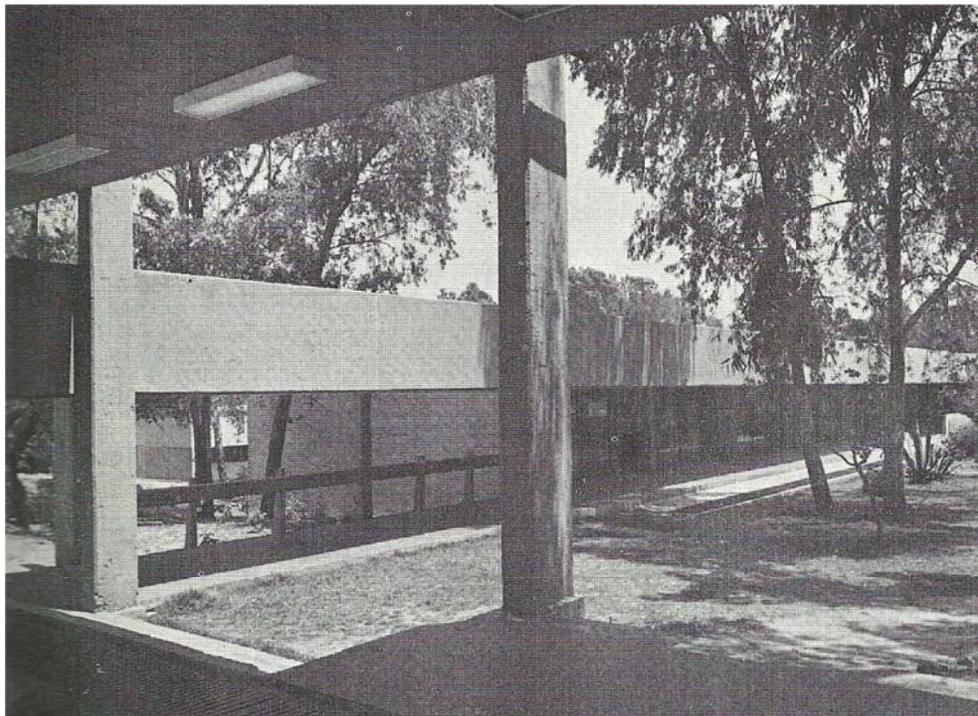
1. Análisis: Revisar detalladamente el objeto, para poder detallarlo como se presenta en la realidad.
2. Codificación: Estructurar y dar forma a través de una metodología sistémica. Modificar las reglas de una estructura para la formulación de un mensaje.
3. Procedimiento: Es una estructura ordenada que permite realizar un análisis para un objetivo determinado.
4. Clasificación: Es un ordenamiento sistemático de algo.

5. Solución: Conclusiones de un problema, parte en que se demuestran los resultados.
6. Evaluación: Análisis de lo obtenido anteriormente a través de comparar los razonamientos y las soluciones a las que se llegaron.
7. Retroalimentación: El proceso de compartir observaciones, a nivel individual o colectivo, para buscar la mejora en un proceso.

CAPITULO 3 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TOMA DE DECISIONES



Chi vuoc por termine alli umani ingegni?



METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TOMA DE DECISIONES

3.1. Metodología

En las áreas de sistemas existen diversas metodologías para desarrollar una aplicación desde las enfocadas a desarrollos estructurados, hasta las que cubren los desarrollos orientados a objetos. La orientación a objetos es una nueva forma de concebir los sistemas y permite el desarrollo de sistemas con componentes reutilizables fáciles de mantener y fáciles de robustecer ya que se van desarrollando con un enfoque iterativo, que permite una comprensión creciente del problema a través de refinamientos sucesivos, llegando a una solución efectiva luego de múltiples iteraciones acotadas en complejidad, pero en nuestro caso solo considero las etapas que desde mi punto de vista me dan valor para desarrollar un sistema para la toma de decisiones de manera ágil y sencilla. Primeramente hay que seleccionar y acotar el problema a resolver, es decir que requerimos una etapa de *preparación*, posteriormente enfocarnos en que tenemos dos grandes caminos: las decisiones planeadas, y las decisiones no planeadas, de los cuales deberemos *identificar* el que seguiremos. Posteriormente no perder de vista el hecho de seguir el proceso de solución explicado en el capítulo anterior para poder tener la *visión* de lo que queremos, posteriormente debemos analizar los resultados creando un *diseño* el cual se divide en lo que se quiere llegar y en lo que se puede llegar, y por último enfocarnos en desarrollar un pensamiento analítico en el tomador de decisiones con ayuda de las etapas cognitivas para poder entrar en una etapa de *transformación*.

A partir de la etapa de Identificación se considera una estructura espiral debido a que durante el desarrollo nos podemos encontrar con cambios que deberán ser evaluados, verificando su impacto y consensarlos para poderlos incluir en el

desarrollo por lo que se debe regresar dependiendo del cambio a alguna de estas etapas.

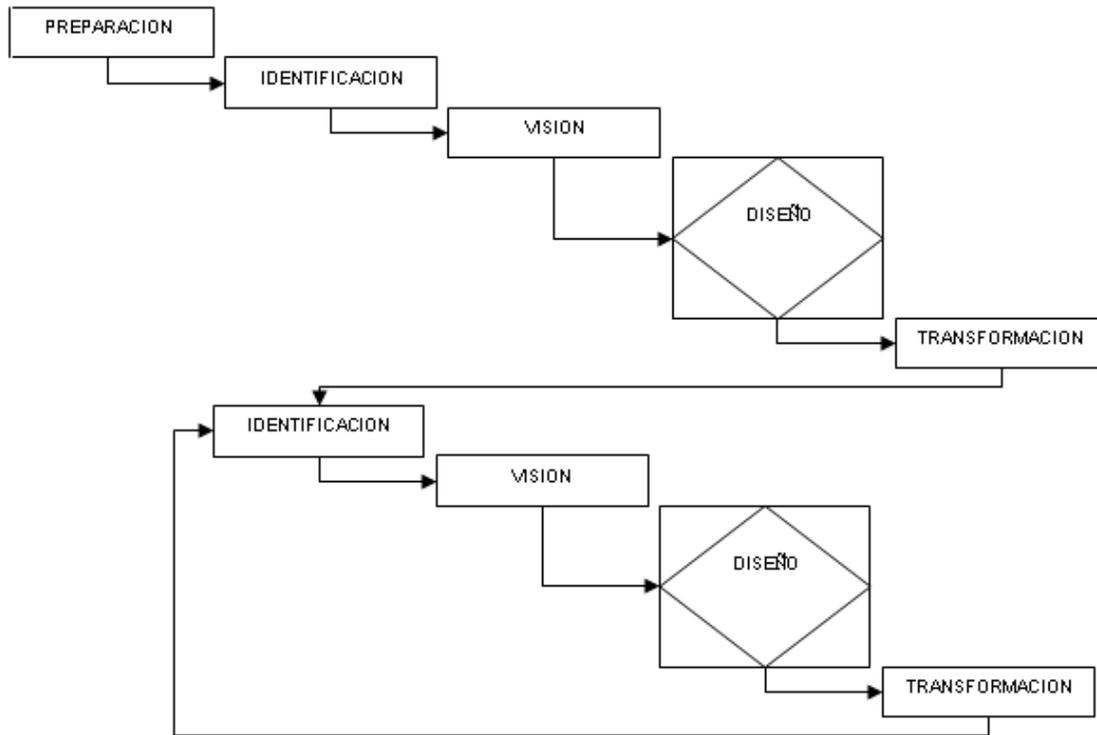


Figura 3.1.

Se presenta a continuación en qué consiste cada una de las etapas.

3.1.1. Preparación

Antes de construir el sistema debemos plantearnos qué es lo que vamos a desarrollar y cuáles son sus características. También debemos identificar cómo debe el sistema apoyar la toma de decisiones, ya que el propósito del sistema es apoyar y mejorar la forma de tomar decisiones de un ingeniero en el campo de la industria de la construcción, porque en el día a día se enfrenta en el campo de trabajo a muchas

decisiones y se deben tener varias consideraciones generales antes de comprometer recursos y tiempo.

Este tipo de cuestionamientos se deben realizar antes de comenzar el sistema y documentarlos a fin de obtenerlo siguiente:

- a) Objetivo del sistema
- b) Alcance, es decir que contempla y que no contempla el sistema
- c) Listado de los recursos necesarios, que pueden ser herramientas de programación, libros de consulta, manuales.
- d) Una planeación de cómo se va a desarrollar el sistema, identificando las actividades más importantes, su orden y clasificación.
- e) Un plan de cómo se van a manejar las iteraciones y modificaciones al sistema.

Al finalizar esta etapa obtenemos una descripción de lo que vamos a realizar, no sabemos cómo pero sabemos a qué debemos llegar.

3.1.2. Identificación

En esta etapa nos vamos a enfocar en comprender el modelo, producir definiciones de procesos, identificar acciones que agreguen valor, y sobretodo concentrarnos en que el sistema maneja decisiones planeadas y no planeadas por lo que debemos considerar dos maneras de resolver problemas:

- a) Para las decisiones planeadas como son repetitivas el sistema deberá siempre llevar al ingeniero por el mismo camino de solución y brindarle agilidad en la toma de decisiones.
- b) En las decisiones no planeadas, el sistema deberá tener cierta retroalimentación del ingeniero ya que requiere de algunos parámetros para llegar a una solución específica para un problema no común. Aquí debemos

manejar los aspectos de certidumbre e incertidumbre para poder brindar la solución más adecuada.

Partiendo de esto al finalizar esta etapa debemos tener una necesidad bien detallada que cumpla con nuestras expectativas, así como un modelado del proceso para poder identificar los factores críticos hasta el nivel de actividades a realizar. Como desde esta etapa comenzamos el desarrollo iterativo debemos ir documentando las posibles mejoras al proceso, clasificarlas y brindarles una prioridad para poder desarrollarlas en una siguiente iteración.

3.1.3. Visión

La visión nos debe llevar a un avance constante hacia el objetivo de nuestro desarrollo, y la vamos a obtener siguiendo el proceso de solución en la toma de decisiones, es decir, en cualquier parte que nos encontremos del desarrollo del sistema debemos resolver los siguientes puntos:

- a) Situación del problema, con esto identificamos la mayor cantidad de decisiones a tomar.
- b) Búsqueda de la información requerida, es hacernos de los datos necesarios para tomar una decisión.
- c) Analizar posibles opciones, nos lleva a la búsqueda de la mejor solución sin descartar soluciones alternas que podrían ser importantes en caso de cambios por resultados inesperados.
- d) Desarrollar restricciones, nos lleva a seguir con los pies sobre la tierra acotando correctamente el problema.

Con esto obtenemos al final de cada módulo una manera de cómo se deben ir resolviendo los problemas de toma de decisiones de manera sistemática y

estandarizada, un mejor entendimiento de la estructura del proceso, una identificación de oportunidades y amenazas que nos lleven a encontrar acciones que den valor al desarrollo y desechar las que no aportan nada al desarrollo, así como la visión tanto interna como externa del desarrollo de manera integrada.

3.1.4. Diseño

La etapa de diseño, es una etapa de un profundo análisis para poder ser realistas en lo que se quiere llegar y en lo que se puede llegar. Aquí realizamos una integración del trabajo de las etapas anteriores con la finalidad de identificar como se relacionan cada uno de los componentes del sistema, realizamos un plan de cómo finalizar una iteración, para que sea un desarrollo completo y funcional.

Lo que se obtiene de esta etapa es una especie de mapa de nuestro desarrollo.

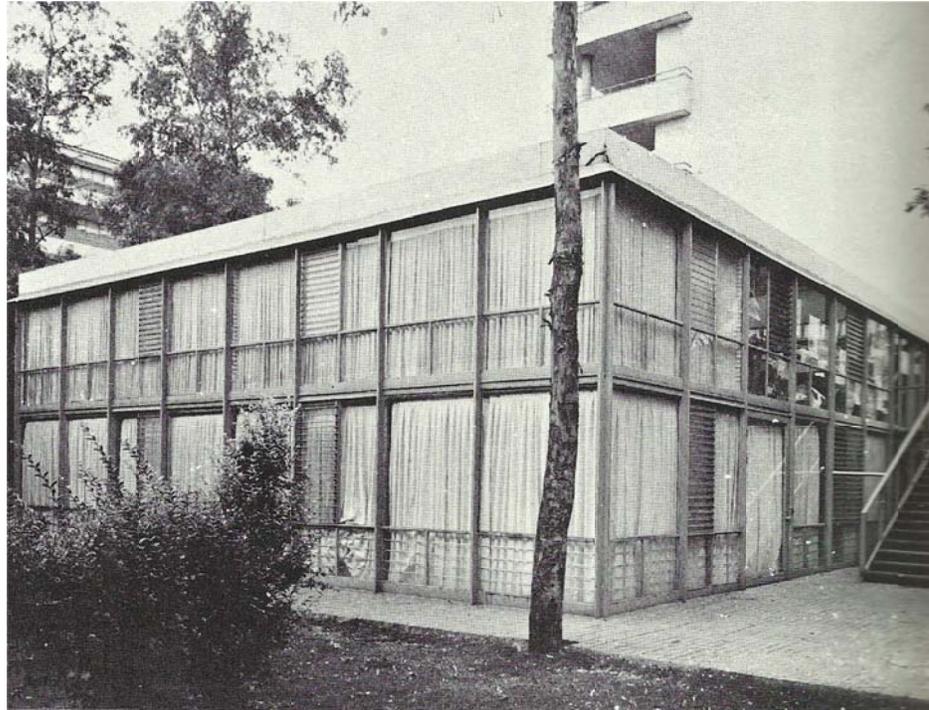
3.1.5. Transformación

Por último la transformación tiene por objetivo desarrollar un pensamiento analítico en el tomador de decisiones con ayuda de las etapas cognitivas que desarrollan la mente, percepción, razonamiento, inteligencia, y aprendizaje. El ingeniero deberá desarrollarse en los siguientes aspectos:

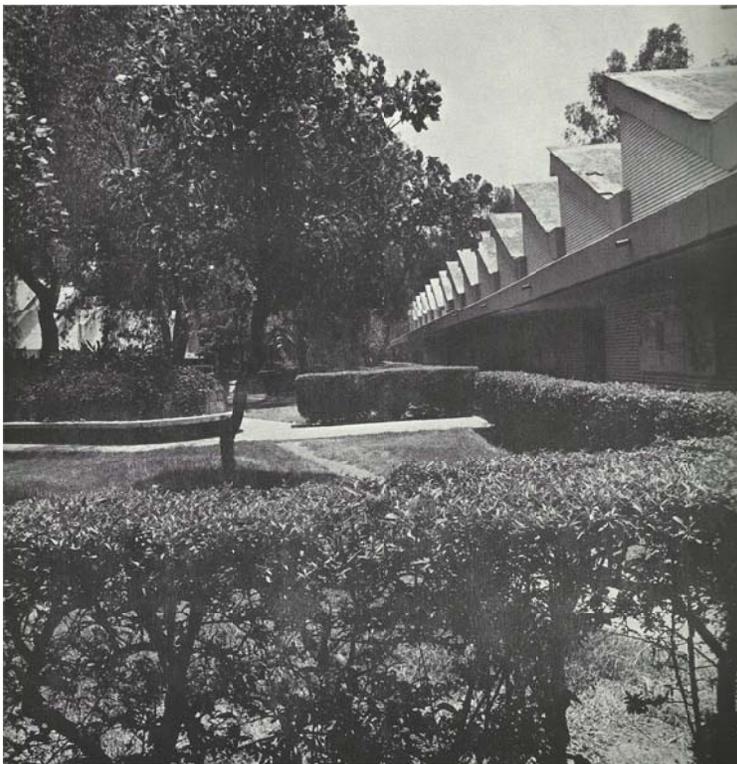
- ✓ Análisis. Al ir navegando de manera repetitiva por el sistema hacia un nivel de mayor detalle va mejorando su capacidad de análisis.
- ✓ Codificación: Debido a la formación académica genérica y no especializada del tomador de decisiones es necesario apoyarlo para que vaya desarrollando la habilidad de un pensamiento estructurado para lo cual el sistema le presenta en todas sus pantallas una estructura bien definida y le permite llegar a un punto donde su toma de decisiones está bastante acotada.

- ✓ Procedimiento: El hecho de que el sistema no le brinde al ingeniero una solución única, permite que éste desarrolle su capacidad de análisis para llegar a su objetivo.
- ✓ Clasificación: La forma en que el tomador de decisiones va seleccionando la información y con ella aproximándose a una solución que el mismo habrá acotado, se da a través del orden que el sistema ya tiene desde su inicio, lo cual con el paso del tiempo hace que el ingeniero vaya clasificando en su mente los conceptos haciendo de este orden una forma natural de razonar.
- ✓ Solución: La conclusión de la situación que el tomador de decisiones desarrolló en el sistema a través de su razonamiento lo cual le permitió a través de su mente y de las repeticiones ver una solución cada vez más dirigida a algún problema.
- ✓ Evaluación: Después de haber obtenido la solución, ver a través de la aplicación de ésta si la toma de decisiones fue la correcta, o se tendrá que hacer un análisis más a detalle de un problema futuro parecido, es decir, se están evaluando soluciones para una mejora continua.
- ✓ Retroalimentación: Es analizar como se llegó a la solución y si habría alguna otra forma de llegar a la misma a través de algún otro sistema que se haya desarrollado anteriormente o que se busque una nueva estructura para llegar al mismo, esto se dará a través de la comunicación entre los individuos o grupo de personas que buscan solucionar algún tipo de problema en específico.

CAPITULO 4 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA



I have a dream...



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

De acuerdo a las directrices para construir los sistemas prácticos diseñados para aplicaciones reales a continuación se realizará la aplicación de dicha metodología para el diseño de un sistema en la toma de decisiones en la industria de la construcción, específicamente para edificación.

4.1. Preparación

Antes de iniciar el proyecto a desarrollar debemos sentarnos a pensar qué es lo que queremos, posteriormente acotarlo y trazarnos un camino para llegar al objetivo.

Para el caso del sistema de toma de decisiones en la industria de la construcción partimos de las siguientes consideraciones que surgieron después de una etapa de análisis e investigación:

a) Objetivo del sistema.

Desarrollo de un sistema a más tardar en una primera versión para mayo del 2013, que pueda ser instalado en una laptop y que cubra la necesidad de apoyar en la toma de decisiones al residente de obra en el área de edificación mediante información ingresada de manera parametrizada de la normatividad vigente de los reglamentos de construcción y normas complementarias que rigen al Distrito Federal.

b) Alcance

El sistema contempla pantallas que tienen un cierto orden para localizar información de la normatividad vigente de los reglamentos de construcción y normas complementarias que rigen al Distrito Federal, el desarrollo de algunas fórmulas y una base de datos de precios unitarios, reglamento de

construcción y normas complementarias que aparecen en la gaceta oficial del Distrito federal.

El sistema no contempla creación y resolución de fórmulas, así como la decisión final que será responsabilidad del tomador de decisiones.

El sistema está enfocado en dos roles principales: El ingeniero encargado de cumplir las especificaciones que se tienen en el proyecto ejecutivo en tiempo y forma, y el supervisor que debe asegurar que se cumplan los reglamentos vigentes al momento de la construcción.

Y los criterios que considera para la toma de decisiones están basados en tener un balance entre la reducción de costos, calidad y seguridad en la construcción.

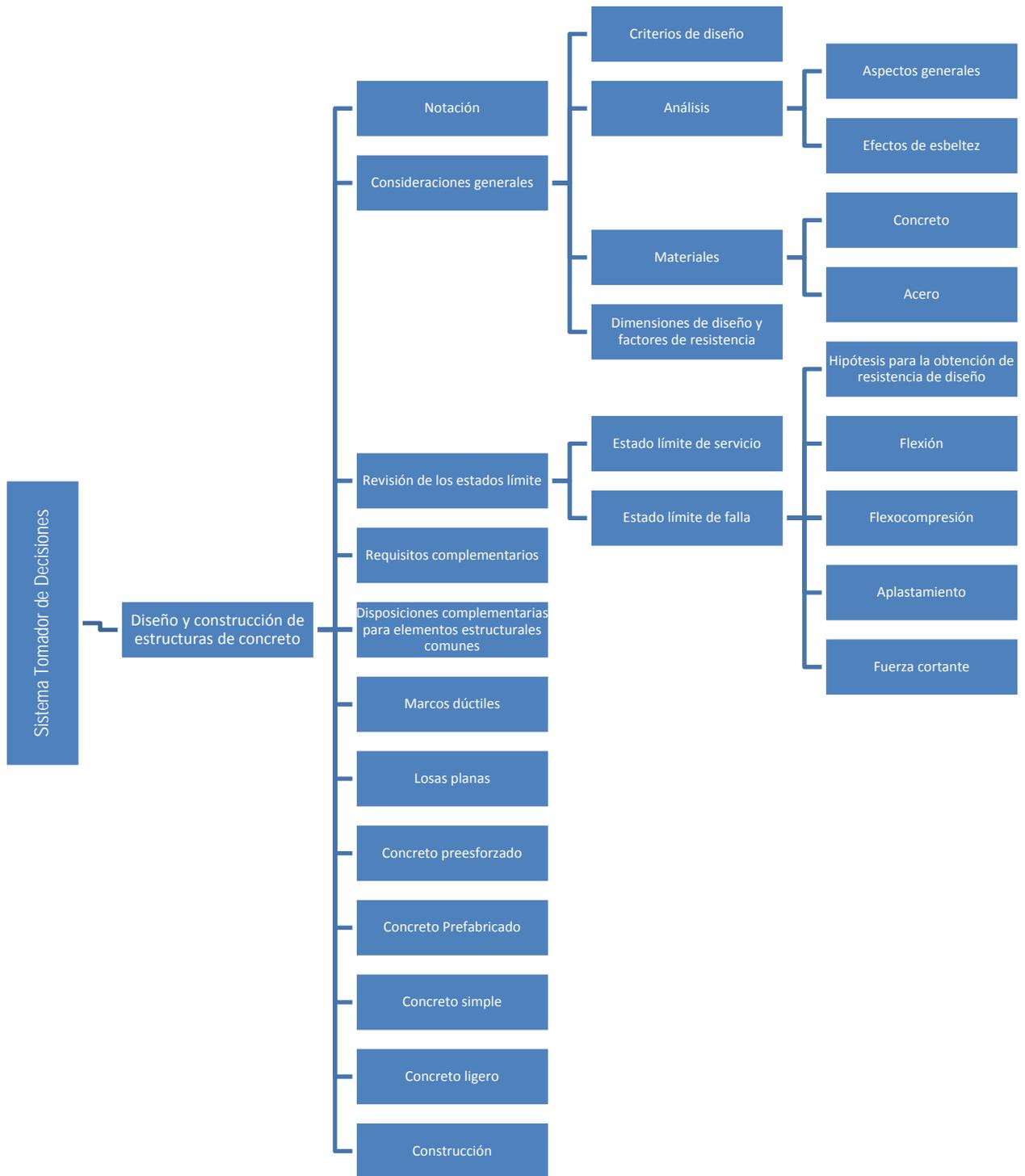
- c) Listado de los recursos necesarios, que pueden ser herramientas de programación, libros de consulta, manuales.

El sistema debe ser factible de instalarse en un equipo de escritorio o personal que cuente con office, Autocad, Project y un programa de precios unitarios, así como personas con el conocimiento de las herramientas antes mencionadas.

También se requiere tener la gaceta oficial del Distrito Federal con sus reglamentos y normas complementarias, y libros de referencia actualizados.

- d) Una planeación de cómo se va a desarrollar el sistema, identificando las actividades más importantes, su orden y clasificación.





- e) Un plan de cómo se van a manejar las iteraciones y modificaciones al sistema.

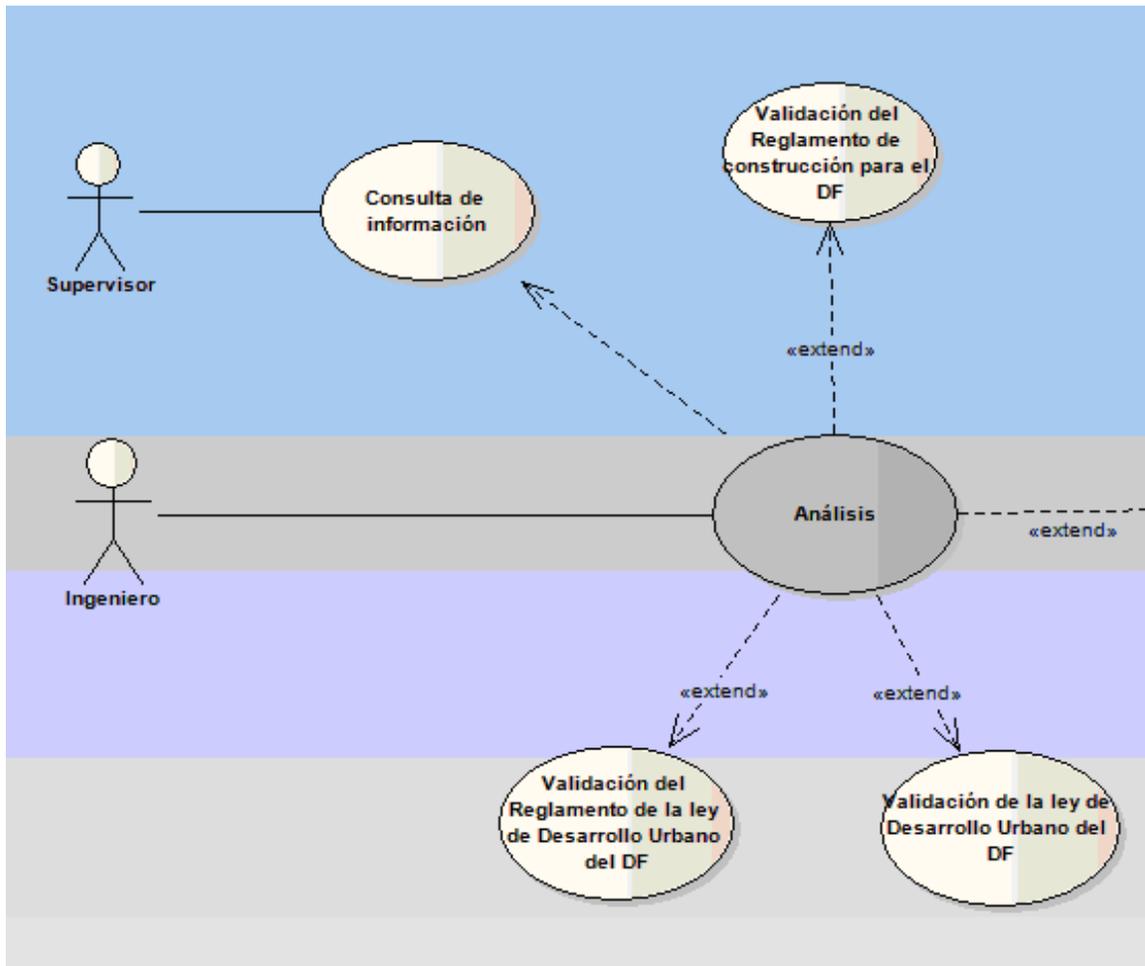
Como todo sistema es factible de sufrir cambios por lo que éstos se deberán realizar solamente después de un análisis de impacto, y bajo una mecánica de control de versiones es necesario tener un plan para manejarlos.

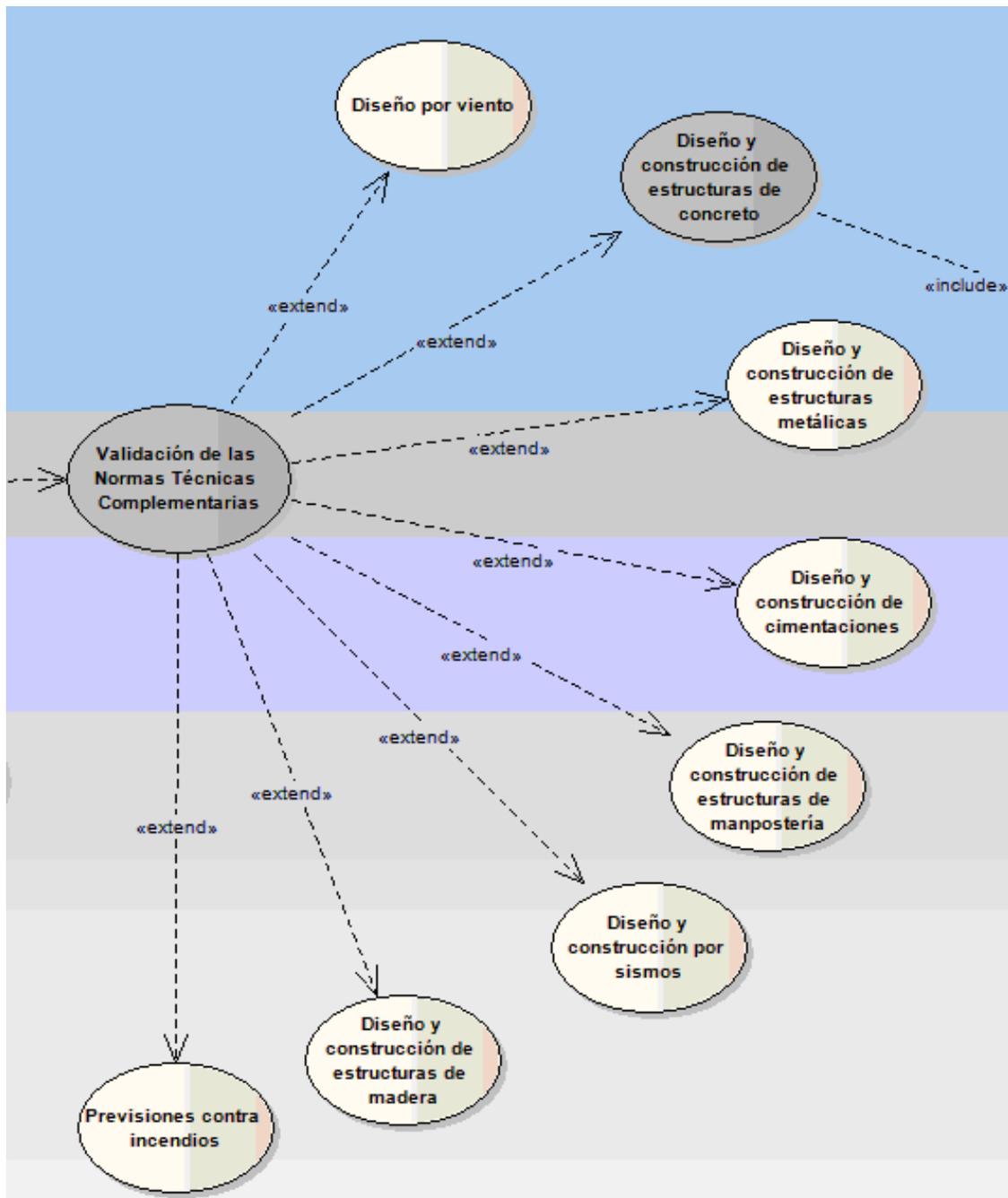
Las iteraciones del sistema se van a ir dando a manera de módulos completos, como se puede observar en el punto anterior solo me estoy enfocando en esta primera versión del programa al módulo de Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, y por el momento cualquier modificación se realizará una vez terminada la versión inicial.

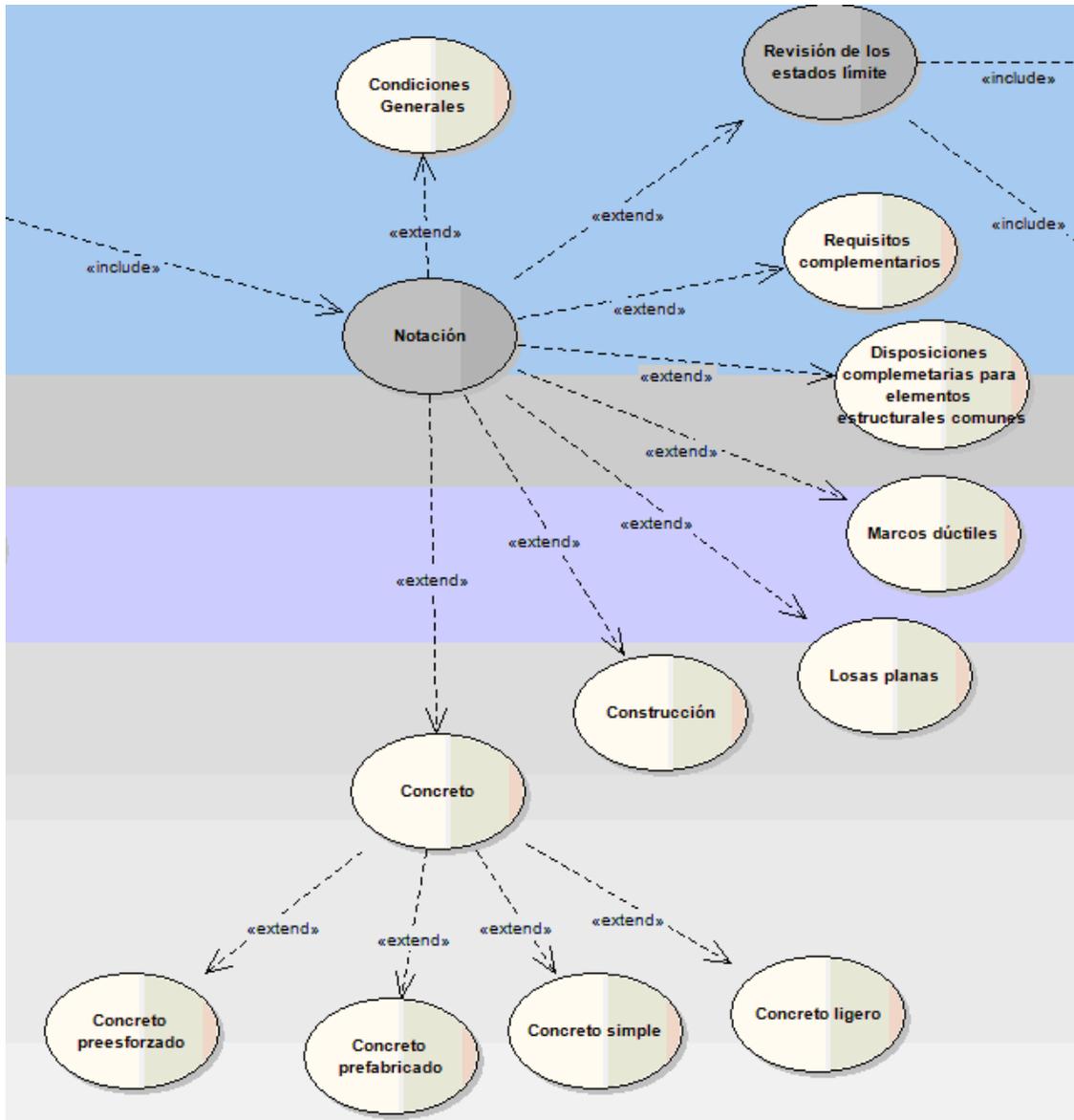
Con lo anterior podemos describir al sistema como un desarrollo iterativo de acuerdo a los módulos de las normas técnicas complementarias, portátil para que pueda ser consultado en cualquier lugar, fácil de entender ya que no requiere de una curva de aprendizaje mayor a 2 días para su utilización. También debe considerar una clasificación y orden para su navegación, así como ser una guía para los tomadores de decisiones que deben llegar a la solución de un problema.

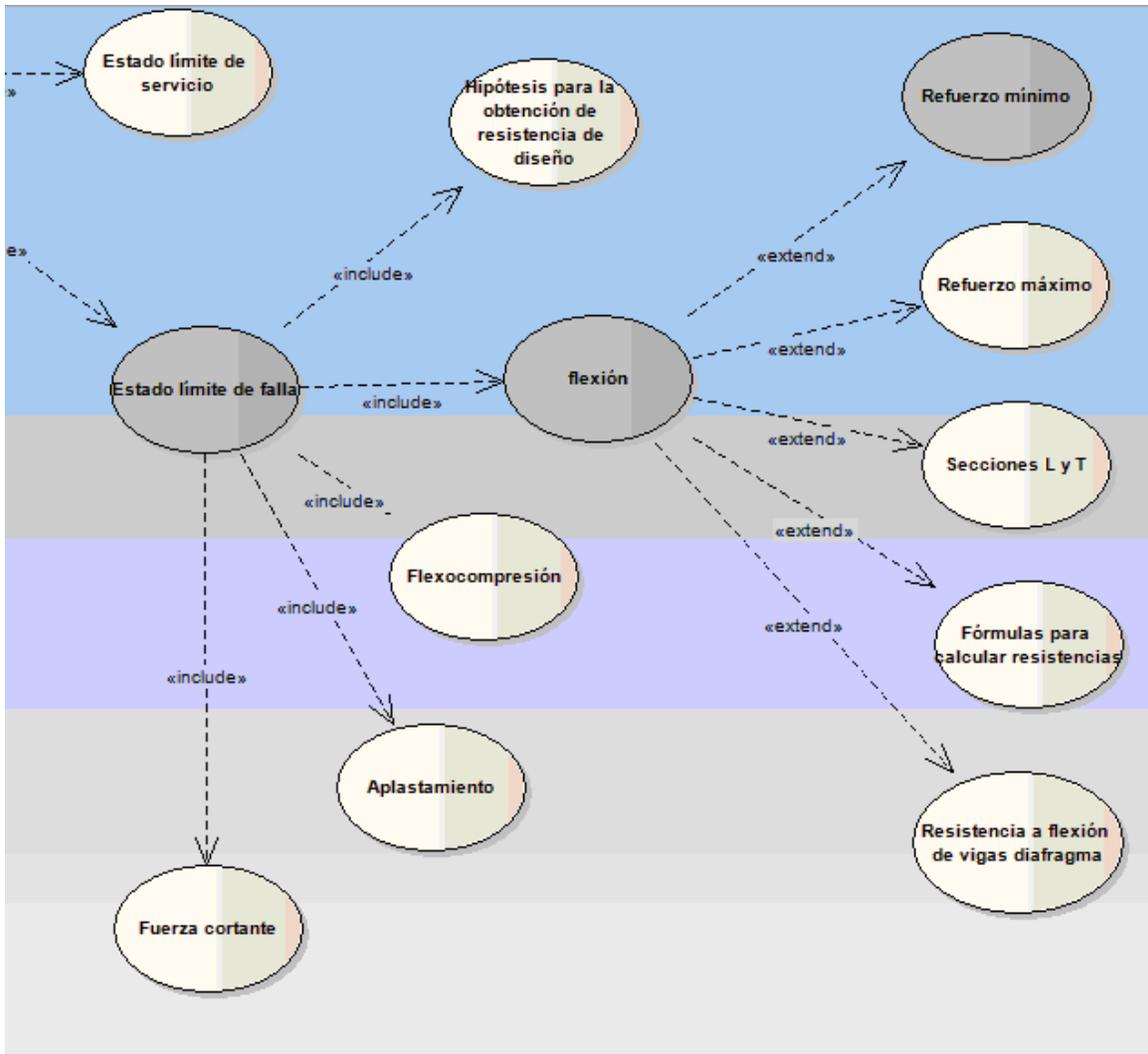
4.2. Identificación

Para identificar el detalle de lo que se va a realizar nos vamos a apoyar de una herramienta de modelado que también nos sirve para comunicarnos más eficientemente con los usuarios del sistema y en el que se puede plasmar de manera formal cada uno de los requerimientos del usuario, así como agruparlos por funcionalidad, similitudes, grupos de trabajo, etc., Asimismo, nos sirve para tener una especie de mapa de nuestro sistema. A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama de casos de uso.









Con este diagrama identificamos los procesos, y cada uno de ellos se deberá redactar en un documento de manera detallada con la finalidad de poder entenderlos mejor así como su interrelación con los demás.

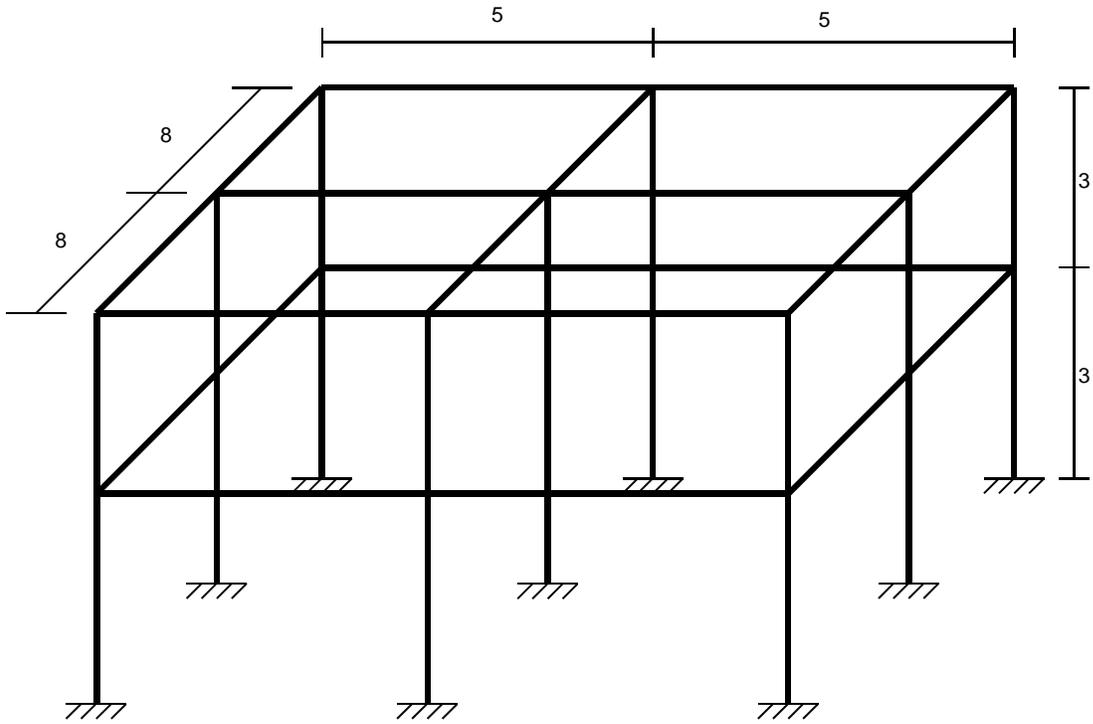
En este momento ya estamos en posibilidad de definir las expectativas de desarrollo y cómo las podemos medir para llegar a un criterio de aceptación y así evitar que nos dispersemos y no lleguemos al alcance del proyecto, por ejemplo para el caso de “Validar las Normas Técnicas Complementarias” éstas deben apegarse a los reglamentos vigentes de la zona en la que se está trabajando.

El proceso de modelado también nos identifica posibles formas en las que podemos mejorar el proceso y que nos ayudarán a encontrar donde se presentan los factores más críticos en el desarrollo del programa, para este proyecto nos encontramos que el desarrollo de las ecuaciones para que puedan ser trabajadas implica un grado de complejidad elevado y el valor agregado que brindan no lo “sustenta”, por tal motivo se decidió no desarrollarlas pero si tener una ayuda documental en el sistema.

Con la vista del modelo y el entendimiento más detallado de cada proceso se pueden fijar prioridades y realizar un desarrollo de una manera ordenada. En este caso se parte de los procesos que tienen que ver con las notaciones y normas técnicas complementarias ya que brindan las bases para la toma de decisiones, posteriormente se irán incorporando los demás procesos al sistema.

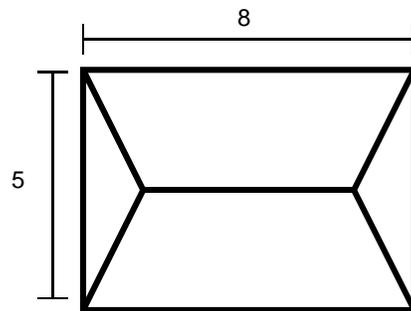
A partir de esta etapa vamos a comenzar con un caso práctico para ejemplificar la aplicación del sistema.

Supongamos que el tomador de decisiones tiene la siguiente estructura para una casa habitación:

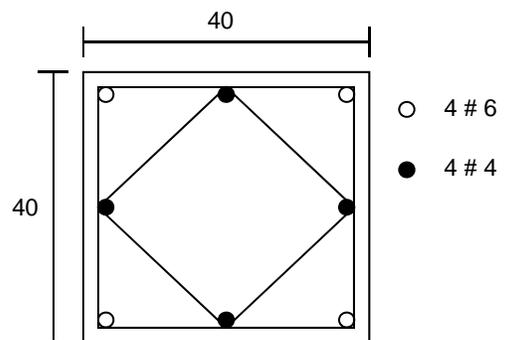


Que se diseñó con las siguientes condiciones:

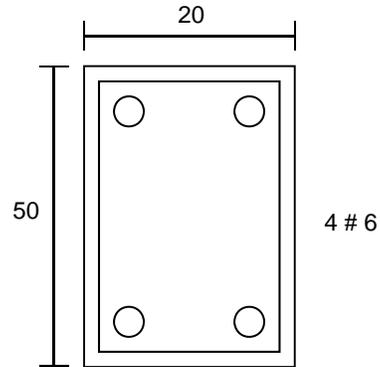
LOSA DE CONCRETO



COLUMNA



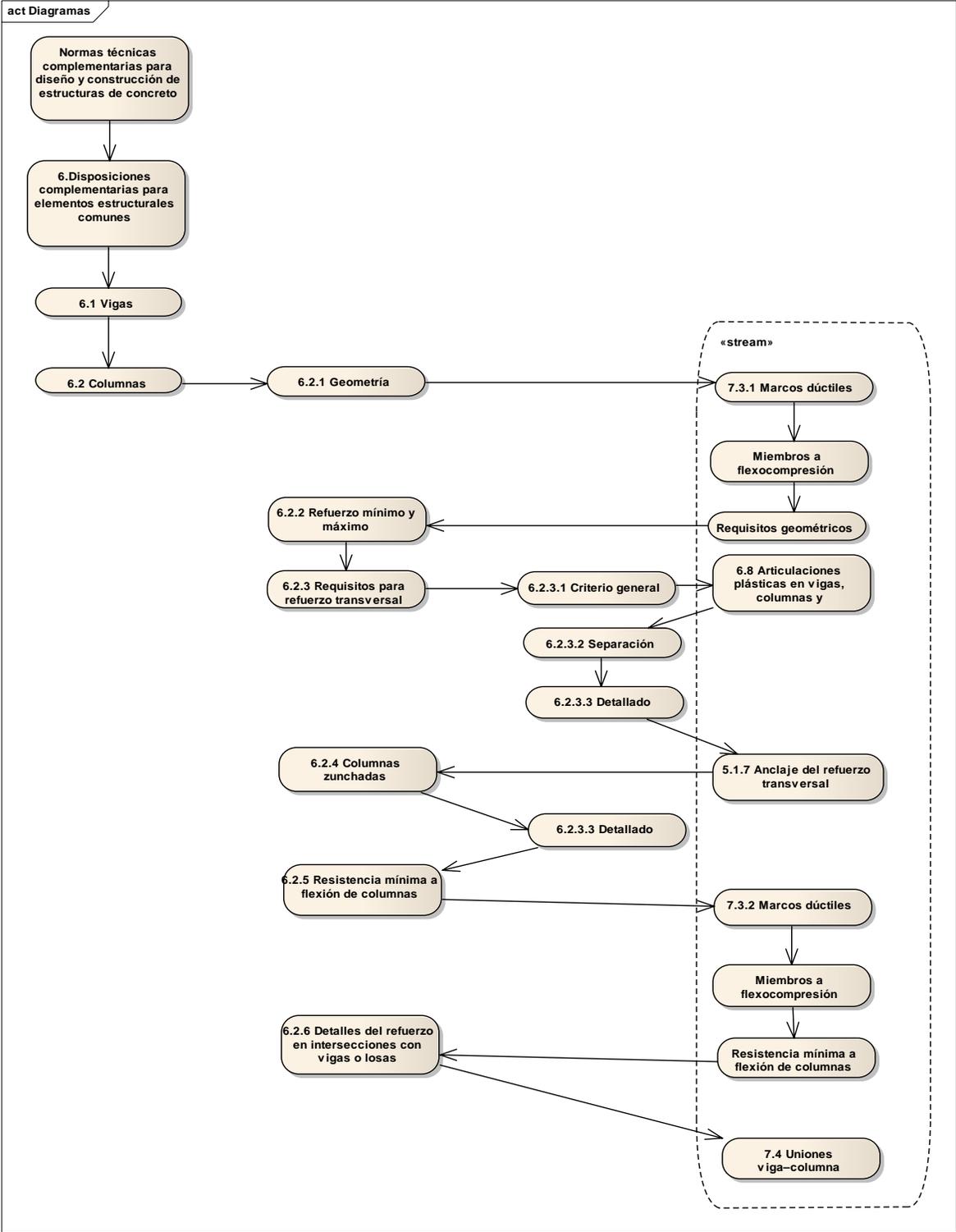
VIGA



Y se le solicita al tomador de decisiones modificar la estructura debido a que se requiere que una habitación sea de mayor tamaño, quedando de la siguiente manera:

Para esto el tomador de decisiones debe seguir el siguiente flujo dentro del sistema:

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto, es la primera elección del tomador de decisiones porque si analizamos el problema a resolver estamos hablando de una columna de concreto que tenemos que eliminar y lo cual nos provoca que las otras estructuras deben ser modificadas para seguir cumpliendo con el reglamento de construcción.



Para este caso las decisiones son planeadas ya que siempre se requiere un flujo como el que se mostró en el punto anterior y la única decisión del tomador de

decisiones es la de elegir la rama principal de estructuras de concreto, las demás ya tienen un orden predefinido.

4.3. Visión

Una vez que ya tenemos una amplia comprensión del modelo debemos tener una visión para seguir avanzando de manera ordenada hacia nuestro objetivo, por lo que vamos a desarrollar los siguientes puntos:

e) Situación del problema

Una manera de conocer nuestra situación es por medio de un análisis del tipo DAFO para obtener los puntos débiles y fuertes del sistema y así atacarlos oportunamente.



f) Búsqueda de la información requerida

Con cada caso se deberá buscar la información referente a un módulo, por ejemplo "Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de

estructuras de concreto”, para poder desarrollar en el sistema una secuencia de pantallas e información que permitan al tomador de decisiones ir desarrollando un pensamiento lógico. Como se observó en el punto 4.2 se tuvo que identificar en el reglamento de construcción del Distrito Federal cuál es la información necesaria para el caso, así como los prerrequisitos. A continuación se muestran los prerrequisitos que debe conocer el tomado de decisiones de este caso:

ARTÍCULO 139.- Para los efectos de este Título las construcciones se clasifican

ARTÍCULO 140.- El proyecto de las edificaciones debe considerar una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos.

ARTÍCULO 146.- Toda edificación debe contar con un sistema estructural que permita el flujo adecuado de las fuerzas que generan las distintas acciones de diseño, para que dichas fuerzas puedan ser transmitidas de manera continua y eficiente hasta la cimentación. Debe contar además con una cimentación que garantice la correcta transmisión de dichas fuerzas al subsuelo.

ARTÍCULO 147.- Toda estructura y cada una de sus partes deben diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- I. Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada, y
- II. No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

El cumplimiento de estos requisitos se comprobará con los procedimientos establecidos en este Capítulo y en las Normas.

ARTÍCULO 160.- Se consideran como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

ARTÍCULO 161.- Se consideran cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. A menos que se justifiquen racionalmente otros valores, estas cargas se tomarán iguales a las especificadas en las Normas.

ARTÍCULO 164.- En las Normas se establecen las bases y requisitos generales mínimos de diseño para que las estructuras tengan seguridad adecuada ante los efectos de los sismos. Los métodos de análisis y los requisitos para estructuras específicas se detallarán en las Normas.

ARTÍCULO 168.- Las bases para la revisión de la seguridad y condiciones de servicio de las estructuras ante los efectos de viento y los procedimientos de diseño se establecen en las Normas.

ARTÍCULO 169.- Toda edificación se soportará por medio de una cimentación que cumpla con los requisitos relativos al diseño y construcción que se establecen en las Normas.

ARTÍCULO 170.- Para fines de este Título, el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta Zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelo para explotar minas de arena;

Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos

arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre, el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, y

Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente comprensible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

g) Analizar posibles opciones

El flujo de procesos se va refinando y se encuentran nuevas interrelaciones que en las etapas anteriores no se habían visualizado. Con esto podemos identificar nuevas actividades que brinden valor agregado al desarrollo. En el caso específico de este desarrollo vimos como una oportunidad el hecho de poder interactuar con otras herramientas como Project, Autocad, un programa que nos desarrolle algunos precios unitarios debido a que los proyectos ejecutivos no están hechos al 100% y se hacen subejercicios para ayudarnos a obtener costos detallados que al modificarlos nos modifiquen el valor que se ven en los reportes ejecutivos sin afectar la estructura de la etapa que se esté desarrollando.

Para el caso que estamos analizando referente a estructuras de concreto, se integró al desarrollo el hecho de enlazar pantallas recursivas y/o de diferentes líneas del reglamento de construcción.

h) Desarrollar restricciones

Fortalecer la visión tanto interna como externa es de suma importancia ya que el equilibrio entre ambas va a ayudarnos a no desviarnos del objetivo del desarrollo. Si no llevamos un adecuado control de cambios de lo que los

involucrados con el sistema nos soliciten podemos tener una grave desviación del desarrollo, asimismo los factores externos que no consideremos también nos pueden alejar del objetivo inicial. Por estas razones para este desarrollo es de suma importancia estar siempre pendiente de los cambios en los reglamentos de construcción, así como de incorporación de nueva funcionalidad, por lo que antes de considerarla en el desarrollo debemos realizar un análisis de impacto con el que definiremos si se debe realizar el cambio ya sea en el desarrollo actual o bien en una nueva versión.

Para el caso específico del ejemplo aquí presentado encontré que las restricciones más importantes a considerar son el tipo de material, zona donde está la construcción, y tipo de edificación a realizar.

4.4. Diseño

Como el diseño tiene que ver con un profundo análisis, estamos hablando de un prototipo desarrollado por el que escribe, y solo tengo conocimientos medios de programación, opté por utilizar una herramienta intuitiva que no requería de gran capacitación y que con ello cualquier persona podría involucrarse y desarrollar nuevos módulos sin afectar al programa raíz.

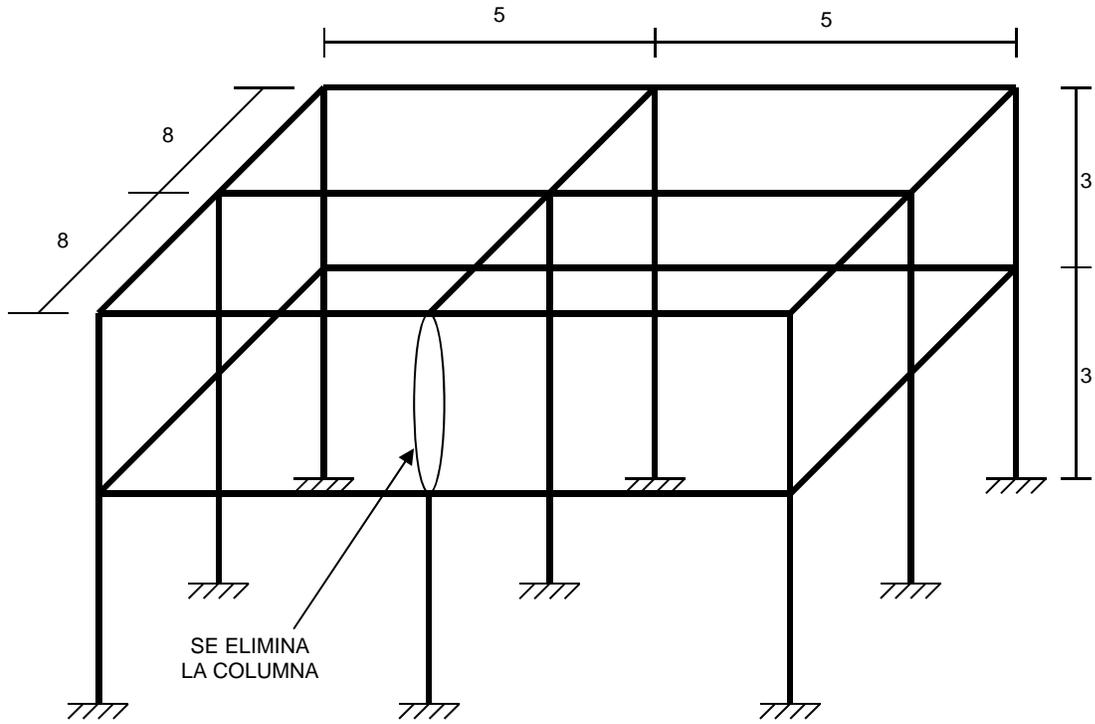
Al inicio del proyecto pensé en utilizar visual Basic, pero me encontré con el problema de guardar la información en una base de datos por lo que busqué otra herramienta del mismo tipo y lo migré a Access ya que tiene una base de datos y se pueden utilizar las mismas sentencias de visual Basic.

Para la parte de interrelaciones visualicé la opción de realizar llamadas a programas de apoyo para brindar al usuario la facilidad de realizar su trabajo desde una sola interfase.

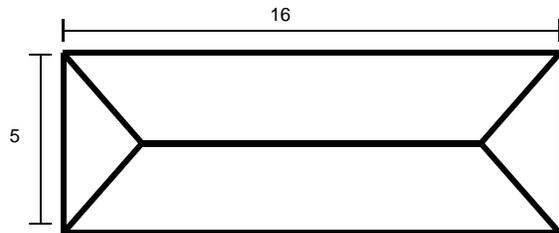
Es importante tener un documento o manual de usuario en el que se especifique que funcionalidad incluye el sistema y cual no, para evitar falsas expectativas de los usuarios, o bien que consideren alguna funcionalidad no especificada como un error del sistema.

A pesar de ser un desarrollo de un solo recurso no debe perderse de vista el aspecto de la motivación que en este caso es una auto motivación que me llevó a obtener durante el desarrollo de este trabajo un grado de madurez tanto en el aspecto académico como en el personal, así como un crecimiento al haber logrado nuevos retos.

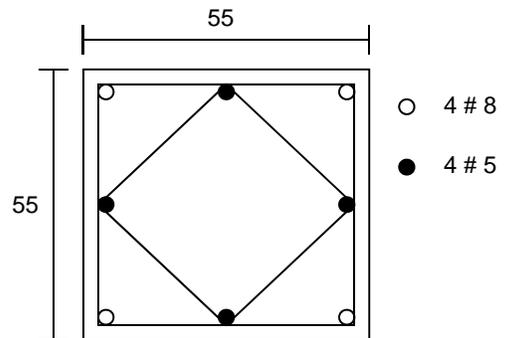
Regresando al caso práctico, me enfoqué en entender la parte del reglamento de construcción y normas complementarias para las estructuras de concreto y realizar en el sistema una navegación adecuada de acuerdo a como debería leerse el reglamento con las bifurcaciones necesarias en puntos específicos, todo basado en el diagrama del ejemplo del punto 4.2, con lo cuál el tomador de decisiones después de realizar una lista de verificación de cada uno de los puntos podría llegar a una solución como la siguiente:



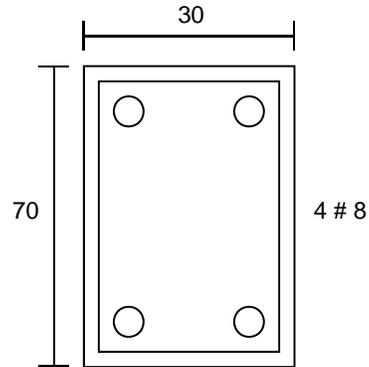
LOSA DE CONCRETO



COLUMNA



VIGA



4.5. Transformación

La transformación es pasar de las ideas a lo tangible, comenzar a desarrollar los procesos e integrarlos a manera de un flujo de trabajo. En este desarrollo la transformación se dio al ir siguiendo el diseño de un módulo para crear bases de datos, formularios que solicitan, guardan y brindan información, y que se interrelacionan unos con otros en cierto orden para dar una serie de posibilidades al usuario del sistema.

El desarrollo de un sistema no está completo si no se le encuentran errores, esto es, debe ser probado de manera sistémica muchas veces antes de poder mostrarlo a un usuario, y es factible de mejorarse continuamente pero siempre de manera ordenada, iterativa y con conocimiento de causa. Todos estos esfuerzos llevan a un refinamiento del sistema.

Podemos identificar dos transformaciones, una en el desarrollador del prototipo y la otra en el tomador de decisiones, aunque cabe hacer notar que el desarrollador del prototipo de cierta forma al crear un flujo de trabajo también es un tomador de decisiones.

Como resultado de la aplicación de la metodología se desarrolló el software que se presenta en el anexo que ayuda al tomador de decisiones en el desarrollo de los siguientes aspectos:

- ✓ Análisis. Entendimiento de la secuencia de etapas para determinar la manera de calcular la nueva columna que se necesita.
- ✓ Codificación: El sistema le mostró al tomador de decisiones solo la parte del reglamento y normas complementarias que necesitaba para poder tomar su decisión.
- ✓ Procedimiento: Como al final se incluyen determinadas fórmulas, el sistema deja al tomador de decisiones la mejor manera de realizar el cálculo.
- ✓ Clasificación: Como siempre el sistema lleva al tomador de decisiones por el mismo camino, siempre que se maneje el ejemplo de la columna el tomador de decisiones ya clasificará en su mente el procedimiento para solucionar problemas similares.
- ✓ Solución: El llegar a una solución óptima le permite al tomador de decisiones agilizar su proceso en la toma de decisiones.
- ✓ Evaluación: Se evaluará el tomador de decisiones en las próximas decisiones que se tengan que hacer para que el proceso se le haga más sencillo.
- ✓ Retroalimentación: Es como una secuencia de actividades en la mente, al momento que el tomador de decisiones debe tomar nuevas decisiones, y se crea una gran fuente de experiencia que lo ayuda a mejorar.

CONCLUSIONES



Quid quisque posset, nisi temptando, nesciit



CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo se tiene un prototipo como base para el desarrollo de tomadores de decisiones partiendo de una metodología muy estructurada que permite abrir las puertas a nuevos proyectos innovadores en el área de la construcción que apoyen a los residentes de obra para mejorar su trabajo diario. Se observó al comenzar a desarrollar el software para un tomador de decisiones como se empezaron a unificar criterios para un mejor razonamiento del residente de obra lo cual puede ser de gran apoyo en el área técnica y para la reducción de costos si se utiliza de una forma correcta. No se llegó al desarrollo de un software integral que cubra todas las necesidades de un residente de obra, aunque sí se asentaron las bases para investigaciones subsecuentes.

Se analizó que los errores cometidos por el personal de obra eran debidos a la falta de conocimiento de los reglamentos vigentes, con lo cual se busca una forma de cómo disponer de la información a un bajo costo y de fácil manejo para todo el personal, además de que este desarrollo se pudiera estar actualizando sin necesidad de un programador que le de continuamente mantenimiento lo cual es muy costoso, si no por los mismos usuarios del sistema. Por tales motivos al diseñar el sistema me di cuenta que era necesario plantear una metodología acorde a las necesidades planteadas inicialmente, después de una etapa de análisis observé que era factible desarrollar el sistema bajo un ambiente fácil de aplicar y de programar, esto dependerá del usuario que trabaje con él quien aporte su retroalimentación para la mejora continua del mismo, pero por su estructura si genera aprendizaje y sobretodo un cambio en la manera de tomar decisiones de las personas que lo utilicen.

Otra de las grandes problemáticas que se presentan en las obras es que los proyectos ejecutivos no están cubiertos al cien por ciento y esto ha provocado que al final de cada obra se maneje un finiquito, que es la diferencia que hay entre el proyecto

ejecutivo y el presupuestado lo que ha provocado tener una variación de hasta el diez por ciento del proyecto.

El desarrollo de un tomador de decisiones es uno de los pasos más importantes de esta investigación y se vio en el capítulo dos donde se presentan las certidumbres e incertidumbres que son relevantes en un tomador de decisiones además de presentar los diferentes tipos de problemas a los que se enfrentan y las metas a las que se busca llegar con este desarrollo.

Se seleccionó el proceso como metodología ya que nos permite analizar un problema desde su descubrimiento hasta llegar a su solución; esta metodología por su naturaleza iterativa permite aislar una pequeña parte del problema para su análisis e ir incorporando complejidad hasta tener el problema solucionado en su totalidad.

Podemos concluir que la hipótesis principal se cumplió ya que se pudo desarrollar de una forma factible y es posible de modificar sin ser un experto en programación. Los conocimientos que se incluyeron fueron desarrollados por gente experta que los plasmó en los reglamentos y normas técnicas que rigen la edificación.

Como posibles respuestas a las hipótesis secundarias podemos comentar que es factible incorporar nuevos módulos al sistema ya que se escogió un ambiente fácil de desarrollar además de que se ha visto que todos los proyectos ejecutivos no se entregan al 100 % y surgen los problemas tanto técnicos como económicos. Este sistema puede dar apoyo en el área para el residente de obra para una toma de decisiones más eficiente.

Con base en lo expuesto en este documento, se puede concluir que aun queda mucho camino por recorrer en este campo, y que el proceso de toma de decisiones que aquí se propone puede mejorarse.

Este estudio puede clasificarse por su naturaleza como exploratorio y confirmatorio. En el primer caso es exploratorio debido a que se intentó identificar el potencial del enfoque de sistemas para su utilización en el estudio de la problemática. En el segundo, es confirmatorio porque una vez aplicado este enfoque, se definen las bases necesarias para replicar las conductas esperadas del sistema.

Es pertinente indicar que para finalizar este estudio se pueden presentar limitaciones que se espera sean eliminadas en estudios futuros. Estas limitaciones son las siguientes:

- El tomador de decisiones no fue probado directamente.
- El tomador de decisiones hace uso de parámetros cuantitativos que podrían ser modificados con el tiempo.

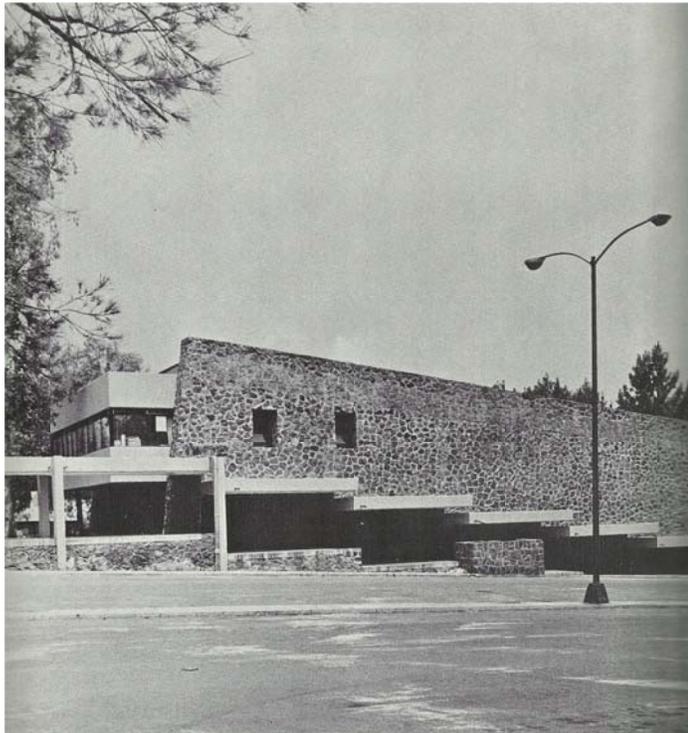
En consecuencia, se sugieren las siguientes recomendaciones para subsecuentes investigaciones:

- Continuar la validación de la adecuación del modelo con nuevos casos en el área de desarrollo.
- Realizar experimentos de entrenamiento del área y de informática.
- Crear segmentos de tomador de decisiones con mayor nivel de detalle acorde a los propósitos específicos de la investigación.

REFERENCIAS



We know what we are, but know not what we may be



- ✓ Acosta Flores José Jesús (1975), Teoría de Decisiones en el Sector Público y en la Empresa Privada, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
- ✓ Bazerman, M. H. (1994). Judgment in Managerial Decision Making, 3a. ed. Nueva York, John Wiley & Sons.
- ✓ Bellman, R.E. (1978). An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think? Boyd & Fraser Publishing Company, San Francisco.
- ✓ Bronson Richard, (2000). Investigación de Operaciones, Mc Graw-Hill 1era Edición.
- ✓ Brown, R.V. ,A.S. Kahr, and C. Peterson. (1974). Decision Analysis for the Manager. Holt, Rineheart and Winston, New York.
- ✓ Carrera Bolaños Jorge (1992), Los Grandes Problemas de la Ciencia y la Tecnología Condiciones y Retos para la investigación Científica y Tecnológica, UNAM, UAM
- ✓ Charniak, E. and McDermott, D. (1985). Introduction to Artificial Intelligence. Adisson-Wesley, Reading, Massachusetts.
- ✓ Chris Culbert, Gary Riley y Robert T. Savely, (1987). Approaches to the Verification of Rulebased Expert System, NASA Conference Publication 2491, First Annual Workshop on Space Operations Automation and Robotics (SOAR 87). NASA, Houston, Texas, pp. 191-196.
- ✓ Czander, W. M. (1993). The Psychodynamics of Work and Organization, Nueva York, Guilford.
- ✓ Dastillo Animas Armando. (2000). Introducción a la Probabilidad”. Publicaciones UAM Iztapalapa.
- ✓ Dean, J. W., Jr. y Evans, J. R. (1994). Total Quality: Management, Organization, and Strategy. St. Paul, Minn., West.
- ✓ Dixit Avinash, Barry Nalebuff, (1992). Pensar estratégicamente, Antoni Bosch Barcelona Editor.
- ✓ French Simon, B.A. (1988) Decision Theory. An Introduction to the Mathematics of Rationality, Ed. John Wiley & Sons, New York Toronto.
- ✓ Fundenberg Drew y Jean Tirole, (1992). Game Theory”, MIT Press.

- ✓ Gibbons Robert, (1992). Un primer curso de teoría de juegos, Antoni Bosch Editor.
- ✓ Hammond John, Keeney Ralph, Howard Raiffa (2002), Smart Choices, Ed. Broadway Books.
- ✓ Harrison, F. E, (1994). The managerial Decisión-Making Process, 4ª. Ed. Boston, Houghton Mifflin.
- ✓ Howard, R.A. (1968). The foundations of decision analysis. IEEE Transactions on System Science and Cybernetics, (SSC-4), pp. 211-219.
- ✓ Fandt, P. M. (1994). Management Skills: Practice and Experience. St. Paul, Minn., West.
- ✓ Illovsy, M. E. (1994). Counseling artificial intelligence and expert system, en Simulation & Gaming, (25), 88-98.
- ✓ Imparato, N. Y Harari, O. (1995). Jumping the Curve: Innovation and Strategic Choice in an Age of Transition. San Francisco, Jossey-Bass.
- ✓ Kiesler, S. y Sproull, L. (1982). Managerial response to changing enviroments: Perspectives on problem sensing from social cognition, in Administrative Science Quarterly, (27), pp. 548-570
- ✓ Bowen, M. G. (1987). The escalation phenomenon reconsidered: Decision dilemmas or decision error?, Academy of Management Review, (12), pp.. 55-66.
- ✓ Locke, E. A. y Latham, G. P. (1990). A Theory of Goal Setting and Task Performance. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.
- ✓ March, J. G. (1994). A Primer on Decision Making. How Decisions Happen. Nueva York, Free Press.
- ✓ Payne, J. W. Bettman, J. R. y Johnson, E. J. (1993). The Adaptative Decision Maker. Nueva York, Cambridge University Press.
- ✓ Raiffa, H. (1968). Decision Analysis. Addison-Wesley, Reading, Mass.
- ✓ Rasmusen Erick, (1989). Games and Information”, Edit Basil Blackwell, Primera Edición.

- ✓ Ray, M. Y Myers, R. (1986). Creativity in Business. Garden City, N.Y. Doubleday, pp. 94-96.
- ✓ R.A. Stachowitz, et al., (1987). Building Validation Tools for Knowledge-based Systems, en First Annual Workshop on Space Operations Automation and Robotics (SOAR 87), NASA, Houston, Texas, pp. 209-216,.
- ✓ Saunders, C. Y Jones, J. W. (1990). Temporal sequences in information acquisition for decision making: A focus on Source and medium en Academy of Management Review, (15), pp. 29-46.
- ✓ Schlaifer, R.O. (1969). Analysis of Decisions Under Uncertainty. McGraw-Hill, New York.
- ✓ Schoemaker, P. J. H. y Russo, J. E. (1993). A pyramid of decision approaches, en California Management Review, otoño de, pp. 9-31.
- ✓ Schalkoff. R.J. (1990). Artificial Intelligence: An Engineering Approach. McGraw-Hill. New York.
- ✓ Schultz, R. (1994). Unconventional Wisdom. Nueva York, HarperCollins,.
- ✓ Taha Andy, (1995). Investigación de Operaciones. 5a Edición Edit: Alfaomega 1995.
- ✓ Tribus, M. (1969). Rational Descriptions, Decisions, and Designs. Pergamon Press, New York.
- ✓ Turban, E. (1993). Expert Systems and Applied Artificial Intelligence. Nueva York, Macmillan.
- ✓ Turba, E. (1993). Decision Support and Expert System, 3ª. Ed. Nueva York, Macmillan,.
- ✓ Turing, A.M. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, (59), pp. 433-460.