

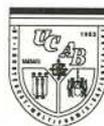
N° 7 - 2004

tekhne

Revista de la Facultad de Ingeniería



Universidad Católica Andrés Bello



Caracas, Venezuela



Rector
Luis Ugalde, S.J.
Vicerrectora Académica
Myriam López de Valdivieso
Vicerrector Administrativo
Lorenzo Caldentey
Secretario
Gustavo Sucre, S.J.

Director de la Revista
Ing. Rafael Hernández S.
Decano de la Facultad
Jefe de Redacción
Ing. Alonso Pérez Luciani
Consejo Editorial
Ing. Rafael Hernández S.
Ing. Lorenzo Caldentey
Lic. Emilio Piriz Pérez
Ing. Alonso Pérez Luciani
Ing. José Ochoa
Ing. Vicente Napolitano
Ing. Lourdes Ortiz
Lic. Milagros Boschetti
Ing. Wikard Miralles
Ing. Diego Casañas
Ing. Raiza Reyes
Ing. Nelson Belardi
Lic. Roberto Escolar
Ing. José Manuel Ríos, S.J.

Producción
Publicaciones UCAB
Diseño y Composición
Publicaciones UCAB
Diagramación
Alexandra Loginow
Impresión
Editorial Texto

Diseño de Portada
Jhon Bruzual
Foto de la portada
E. Piriz Pérez

Depósito legal
Pp 97-0007
ISSN: 1316-3930

Website
<http://www.ucab.edu.ve/ingenieria/publicaciones/tekhne.htm>
E-mail: rahernan@ucab.edu.ve



PUBLICACIONES UCAB
Edificio de Biblioteca, tercer piso
Montalbán - La Vega
Apartado 20.332
Caracas 1020 - Venezuela
Telf: 407.42.08
Fax: 407.43.51

Editorial 3

E S T U D I O S

1. Modelo de Clasificación y Evolución de Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información. *Ing. Lourdes Maritza Ortiz Sosa* 5
2. Elaboración de un plan para la Gestión de Riesgo en una planta de Molienda de Trigo. *Ing. José E. Sánchez Boscán, Ing. Rosemary Di Felice Gatti* 17
3. Guía NCHRP 1-37 A. Rompiendo Paradigmas en el Diseño de Pavimentos. *Ing. Guillermo Bonilla* 28
4. La Ingeniería Industrial y el Ambiente. Ing. Lascurain (†) 32
5. Estudio Nutricional de las Hojas de Grifo Negro (*Mocrolobium Bicuspidatum*). *Lic. Beatriz Soleda* 40
6. CODIDAC. Ing. Luis G. Uribe C. 50
7. Apreciación defectuosa de la Tecnología de Información y Comunicación. Un enlace entre la planeación estratégica y la gestión del conocimiento organizacional. *Ing. Lourdes Maritza Ortiz Sosa* 59
8. Diseño de un Catálogo de Cuentas para el control de costos de construcción de empresas constructoras. *Ing. Martínez Marino* 67
9. Diseño de un Plan de Mejoras de los procesos existentes y elaboración de nuevos procesos en la Gerencia de Gestión Red Internacional de la Empresa CANTV. *Ing. Hilda Troconis, Ing. Vanesa Fernández* 74
10. Fuerza Puntual en el Tope. *Ing. M. Paparoni* 83
11. Fuerza Puntual a una Altura Arbitraria. *M. Paparoni* 87
12. Perfil de Carga Arbitraria. *Ing. M. Paparoni* 92
13. Solución con Múltiples Carfas Puntuales distribuidas arbitrariamente. Ing. M. Paparoni 98

EDITORIAL

Es imposible no hacer referencia al Año Académico 2002 - 2003 donde pusimos a prueba nuestras fortalezas como Institución , el coraje y valor de la mayoría de nuestro personal docente, profesional y administrativo y la toma acertada de decisiones como ucabistas en beneficio de nuestra Universidad. Salimos fortalecidos y con el orgullo de sentirnos miembros de una gran comunidad.

La Facultad de Ingeniería logró sus metas, no perdimos semestres, se dictaron todos los programas y se continuaron consolidando los planes establecidos para el año académico. El Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI) inició su plan de trabajo integrado con las cuatro Escuelas, bajo el esquema de investigación de y para Ingeniería, sentando las bases de las metas que deben alcanzarse en el año 2003-2004. Es importante resaltar que el número de trabajos y líneas de investigación iniciadas ha alcanzado una cuota que supera los años anteriores.

Las cuatro Escuelas han cumplido sus metas, cabe destacar el nuevo pensum en Ingeniería Industrial, la inauguración y puesta en marcha de nuevos laboratorios en Ingeniería de Telecomunicaciones, el desarrollo del postgrado de Estructuras en Ingeniería Civil y la Escuela de Ingeniería Informática graduó a su tercera cohorte continuando con su excelente programa académico.

No podemos dejar de mencionar nuestro aniversario de 50 años como Facultad y Universidad, el 24 de octubre 2003 alcanzamos el medio siglo de fundados. Fue el 24 de octubre de 1953 cuando dimos inicio a nuestras actividades como Facultad de Ingeniería, bajo el Decanato del Dr. Santiago Vera Izquierdo. TEKHNE se une al regocijo de todos los Ucabistas y muy en especial a todo el personal de nuestra Facultad.

Hecho doloroso ha sido la desaparición física del Ing. Joseba Lascurain, ex decano de esta Facultad y gran colaborador de Tekhne, cuyos trabajos han aparecido en los seis números de nuestra revista. Paz a sus restos.

Este número siete de Tekhne trae como siempre, artículos de gran interés y la invaluable colaboración de los buenos trabajos de grado de nuestros estudiantes que han merecido la mención de publicación. Gracias a todos, por el esfuerzo realizado, por la calidad de sus artículos y como siempre mi invitación a participar en esta plataforma del mundo de la Ingeniería.



**MODELO DE
CLASIFICACIÓN Y
EVOLUCIÓN DE
METODOLOGÍAS DE
DESARROLLO DE
PROYECTOS DE SISTEMAS
DE INFORMACIÓN
UN PASO HACIA LA
VALORACIÓN DEL
CONOCIMIENTO TÁCITO
(PRIMERA ETAPA)**

■ Lourdes Maritza Ortiz Sosa
lortiz@ucab.edu.ve

A. Resumen

Ante la divergencia entre las abundantes formulaciones teóricas de metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información y su escasa aplicación práctica rigurosa, se decidió dar inicio a una investigación con el intento de responder a tres preguntas básicas que pretendieron responder a esta divergencia. En primer lugar, se pretendió conocer las posibilidades de clasificación de las metodologías más conocidas, para con ella facilitar la selección de las mismas, dada su abundancia; en segundo lugar, se intentó conocer algunos aspectos de la aplicación práctica de tales metodologías y finalmente se intentó conocer las causas de las discrepancias originalmente planteadas. En este sentido, se plantearon como objetivos, la definición de un modelo de clasificación de metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, su aplicación a algunas de las metodologías más conocidas y la evaluación de la aplicación práctica de tales metodologías de acuerdo a los parámetros establecidos por el modelo de clasificación de metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, desarrollado en este trabajo. Esta tarea se abordó utilizando una metodología de investigación documental en sus primeras fases y un estudio de campo para las formulaciones de carácter práctico. Se utilizaron referencias tanto del área de metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, como del área del conocimiento tácito en las organizaciones. Finalmente se llegó a plantear el

modelo que se tenía como objetivo y se aplicó éste a algunas de las metodologías más conocidas en el contexto americano y europeo, aportando algunas sugerencias prácticas para la aplicación del modelo de clasificación en ambientes de negocios. Se llegó a conclusiones relativas al modelo de clasificación desarrollado y a las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, entre las que destaca la relación entre el conocimiento tácito en las organizaciones y el desarrollo y uso de formulaciones metodológicas para el desarrollo de proyectos de sistemas de información. Este proyecto no ha sido culminado, los resultados planteados en este trabajo constituyen sólo la primera etapa y podría abrir una oportunidad en el estudio de la relación entre la ingeniería del software y la gestión del conocimiento.

B. Palabras clave:

Metodología, Conocimiento Tácito, Sistemas de Información.

C. Introducción

El proyecto que se presenta a continuación es el resultado de una investigación tanto documental como de campo y la reflexión de la autora. Corresponde a la primera etapa de un proyecto que apenas se inicia; en este sentido, este trabajo se ha presentado sólo como avance de la investigación. El material que se presenta a continuación está compuesto de una descripción de objetivos, hipótesis y preguntas de investigación; el planteamiento de la metodología de desarrollo utilizada; un marco de referencia básico; la descripción de cada uno de los resultados; las conclusiones correspondientes y la bibliografía utilizada.

D. Objetivos

El proyecto que se presenta tiene una orientación descriptiva – evaluativa; debido a ello, sus objetivos iniciales, se fundamentan en la búsqueda y organización de información relativa al tema, planteando un modelo teórico sin validación empírica que solo sirve de referencia para la presentación organizada de la descripción posterior. Los elementos evaluativos pretenden sólo dar los primeros pasos hacia un estudio más profundo y amplio sobre el tema. En este contexto de investigación, se plantearon

los siguientes objetivos:

- D.1. Elaborar un modelo teórico de referencia, para la clasificación de metodologías de desarrollo de proyectos de software, con base en la historia del desarrollo de las metodologías más conocidas hasta la fecha.
- D.2. Describir algunas de las metodologías más conocidas en términos del modelo desarrollado.
- D.3. Evaluar la aplicación de las metodologías descritas en términos del modelo desarrollado.

E. Hipótesis y Preguntas de Investigación

Las preguntas que dieron origen al desarrollo de este proyecto, son producto de la inquietud de una consciencia de la necesidad del uso de métodos sistemáticos que garanticen el éxito de proyectos unido a la inquietud de la realidad de aplicación de tales métodos a pesar de su vasta existencia. En este sentido se plantearon las siguientes preguntas e hipótesis (ver tabla 1: Preguntas e Hipótesis de Investigación):

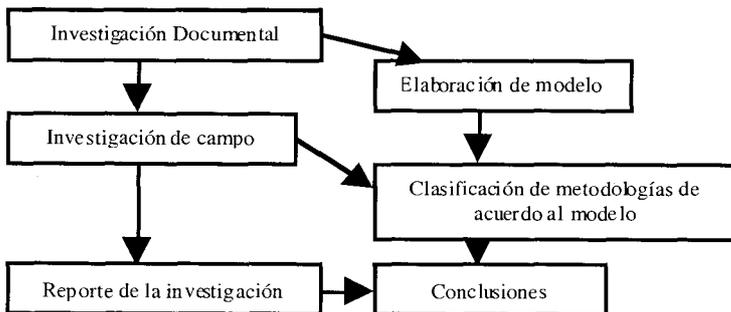
Pregunta de investigación	Hipótesis
¿Pueden clasificarse las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información?	Las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información pueden ser clasificadas de acuerdo a diversidad de criterios
¿Se utilizan las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información tal como han sido descritas en sus formalizaciones?	Las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, generalmente no son utilizadas tal como han sido formalizadas
¿Cuál es la razón para la posible discrepancia entre las formalizaciones metodológicas y las aplicaciones prácticas?	La discrepancia entre las formalizaciones metodológicas y las aplicaciones prácticas se fundamenta en un proceso evolutivo natural en tales formalizaciones

Tabla 1: Preguntas e Hipótesis de Investigación
Fuente: Elaboración propia

F. Metodología

La metodología seguida para el desarrollo de este proyecto obedece a un esquema combinado de investigación documental y búsqueda de información en campo. La investigación documental se realizó

básicamente a través de la revisión de libros, documentos de investigaciones, bases de datos de investigaciones y consulta selectiva en la red Internet. La investigación de campo, aún cuando en esta primera etapa no ha sido muy amplia, intentó recoger la experiencia de expertos académicos (docentes e investigadores) y aplicados (consultores y desarrolladores de proyectos), en contextos americano y europeo; esta etapa de la investigación requiere una repetición en mayor profundidad, una vez consolidado el modelo que se plantea como parte de los resultados de esta etapa. En este estudio de campo, se utilizó básicamente la técnica de entrevistas, dado el reducido número de expertos consultado y la dificultad para aplicar cuestionarios o encuestas, debido a la inexistencia de los mismos y al poco tiempo disponible para la búsqueda de información. Para la repetición de esta etapa, se considerará la elaboración rigurosa de un instrumento de búsqueda de información, así como la selección de un universo y muestra adecuados para la obtención de resultados fundamentados estadísticamente. En este sentido, la metodología seguida para el desarrollo del proyecto podría resumirse a través del siguiente esquema (ver figura 1: Metodología de la Investigación):



E tapa de actividades

Resultados

Figura 1: Metodología de la Investigación

Fuente: Elaboración propia

La elaboración del modelo se hizo a través de la construcción de relaciones y conclusiones a partir de los hallazgos de la investigación documental y de campo; sus características aún requieren de ajustes, posibles de realizar a través de una validación del modelo aquí planteado. La clasificación de metodologías según el modelo, se hizo en base a interpretaciones de las formulaciones metodológicas formales y de las entrevistas a expertos; este proceso, como toda interpretación, es vulnerable de

subjetividad de parte de la autora, por lo que será validado en las siguientes etapas del proyecto. Las conclusiones a las que se llegó son sólo los primeros aportes y su principal valor en esta etapa es la posibilidad de dar apertura a las siguientes fases del proyecto.

G. Marco de Referencia

G.1. Definición de Metodología

Según el diccionario enciclopédico Espasa Calpe (1993), una metodología es considerada como sinónimo de método o ciencia de los métodos, definiendo estos últimos como modos de hacer o decir con orden una cosa. En un enfoque cartesiano, una metodología es una secuencia ordenada de pasos para resolver un problema, filosóficamente, es concebida como el meta-odo o camino del camino. En el contexto del desarrollo de proyectos de sistemas de información, es una especie de mapa con muchas señales o sugerencias que indican como recorrer el camino del desarrollo para llegar a su meta final, el producto terminado y operativo (Ortiz,2001)

Según Ortiz(2001), las metodologías son importantes porque garantizan una solución sistemática y confiable. No son únicas, existen Metodologías para cada área y tipo de problema y se han hecho clasificaciones variadas de ellas en diversas áreas de conocimiento

G.2. Clasificación y Desarrollo Histórico de metodologías de desarrollo de sistemas de información

G.2.1. Inventario de Metodologías

Las metodologías existentes en el área de desarrollo de proyectos de sistemas de información, son muy variadas y existen gran cantidad, han sido clasificadas de diversas maneras y su desarrollo histórico obedece a una evolución natural del pensamiento técnico-organizacional (Ortiz, 2001)

Algunas de las más conocidas metodologías, en una agrupación basada en el paradigma técnico de desarrollo de proyectos, según Ortiz(2001) son: Ciclo de vida del desarrollo de software; Codificación y ajuste (Code and fix); Desarrollo en cascada (waterfall); Desarrollo rápido de aplicaciones (RAD) (variación del prototipo evolutivo) de James Martin de

los años 90 y sus antecesores y sucesores relacionados JAD de IBM de los años 70, RIPP(Rapid Interactive Productive Prototyping) de Scott Shultz de los años 80 y CORAD (Colaborative RAD) de finales de los 90; Desarrollo por Fases (Phased Projects) y Espiral de Barry Boehm (desarrollo evolutivo basado en riesgos); correspondientes fundamentalmente al paradigma estructurado y los Modelos de Booch, Jacobson, Rumbaugh y Proceso UML; correspondientes al paradigma Orientado a Objetos. Esta clasificación obedece sólo a un patrón de posible clasificación, sin embargo, existen otras formas de agrupación, como la clasificación por tendencias mundiales como la Americana y la Europea propuestas por Alfaro(2002), el cual destaca históricamente los métodos de Tom DeMarco- 1978, Gane / Sarson-1979, Ward / Mellor-1985 y Edward Yourdon-1989; como orientaciones americanas, y METRICA- España, MERISE-Francia y SSADM- Reino Unido, como orientaciones europeas.

Vale destacar que las metodologías consideradas en el caso europeo, han sido desarrolladas para proyectos del sector público, por lo que los elementos culturales que las caracterizan, podrían tener aspectos propios de las formalidades de dicho sector.

G.2.2. Líneas de impulso de la evolución de las metodologías.

Según se puede observar, las metodologías de Desarrollo de proyectos de Sistemas de Información obedecen a un esquema evolutivo basado en diversas líneas o tendencias paradigmáticas, entre las que destacan:

- a. La consideración de la *evolución tecnológica* de los conceptos de abstracción relativos al mundo de la informática, como son las orientaciones hacia modelos de datos, procesos y objetos ((Ortiz,2001) y (Alfaro, 2002)).
- b. La consideración de las relaciones de los Sistemas de Información con los *recursos humanos* y el *negocio* propiamente. (Laudon y Laudon,1999)
- c. La consideración de *exigencias del contexto* de negocio.
- d. Las *posibilidades técnicas de herramientas de apoyo sistemático* y existencia de *exigencias de estándares* tanto en modelos como el calidad y seguridad, entre otros factores. (Pressman,1999)
- e. *La evolución de los procedimientos y métodos de las organizaciones en base a la experiencia* (ver

sección de Conocimiento tácito del Marco de referencia de este trabajo)

Es importante destacar que éstas líneas o tendencias de evolución, no se dan generalmente de forma aislada, ellas se ubican en un contexto que en su evolución natural ha sido marcado por la teoría general de los sistemas, por tanto, reconoce la importancia de una evolución multidimensional más que en una sola dirección o variable.

G.3. Conocimiento Tácito

De acuerdo a Nickols, referido por Cortada y Woods(2001), se distinguen, tres interpretaciones de la palabra conocimiento:

1. Estado de conocer o estar familiarizado con algo "know about"
2. Capacidad de acción o entendimiento de hechos, métodos, principios y técnicas, para hacer que algo ocurra "know how"
3. Codificación, captura y acumulación de hechos, métodos, principios, técnicas, etc

Esta diferenciación, lleva a la definición de tres tipos básicos de conocimiento cuya distinción se ilustra en la figura siguiente (Tipos de conocimiento):

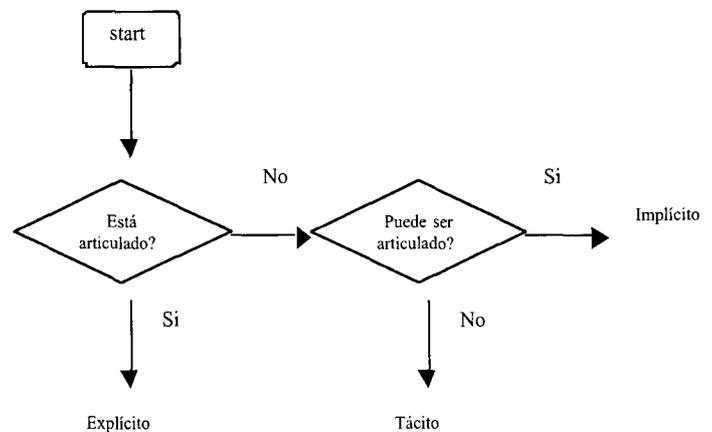


Figura 2. Tipos de Conocimiento. Fuente: Cortada y Woods(2001)

Conocimiento Tácito.

Una proporción sobre la cual tal vez no haya mucho que decir pero si mucho que hacer y mucho que estar consciente es la llamada Iceberg del conocimiento, representada en la figura 3(Iceberg del conocimiento)

en la cual se puede apreciar el enorme potencial tácito presente en las organizaciones.

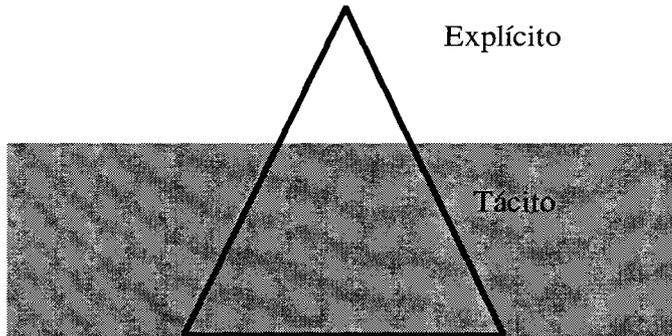


Figura 3. Iceberg del conocimiento.
Fuente: Hales(2001)

Una diferenciación importante con respecto al conocimiento y su transferencia, hecha por Polanyi, referido por Wilkesmann y Rascher(2002), destaca el conocimiento tácito y el explícito, determinando que el conocimiento en su forma explícita puede ser expresado en palabras e intercambiado como dato, mientras que el conocimiento tácito es individual, contextual, analógico y relativo a la práctica, lo que hace necesaria su transferencia solo cara a cara.

El conocimiento tácito a diferencia del explícito, es difícil de verbalizar porque este es expresado a través de la acción, basado en las habilidades y no puede ser reducido a reglas y recetas. (Universidad de Toronto, 2002).

Para Busch y Richards(2001), el conocimiento tácito juega un rol fundamental capacitando a la organización para obtener ventajas competitivas. El conocimiento tácito incluye mucho de intuición, perspectiva, creencias y valores de las personas como resultado de su experiencia, debido a estas características, Saint-Onge, referido por Busch y Richards(2001) define el conocimiento tácito como un nivel individual, incluido en un nivel organizacional de cultura.

De acuerdo a Brézillon y Pomerol(2001), el contexto puede ser considerado como una forma de conocimiento tácito, ya que el mismo puede ser definido como un conjunto de condiciones relevantes que influyen en el qué hacer en una situación única y comprensible, el contexto puede ser visto como un

conjunto cognitivo o estado motivacional de un individuo que modifica el efecto ante un estímulo o actividad orientada, esto define el conocimiento contextual representado en la figura 4 (conocimiento contextual y contexto proceduralizado).

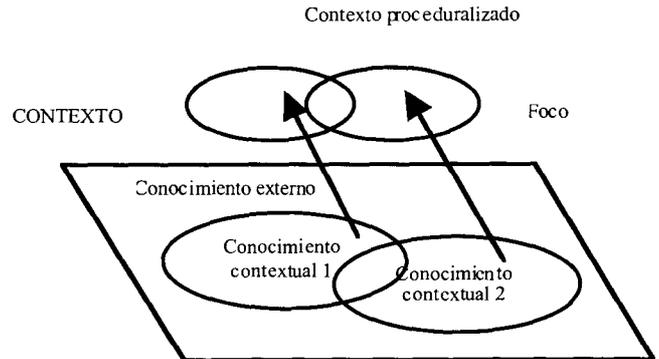


Figura 4. Conocimiento contextual y contexto proceduralizado
Fuente: Brézillon y Pomerol(2001)

La noción de contexto ofrece una visión alternativa de saber cómo, para capturar la parte de conocimiento apropiada, para tomar una decisión y acción.

Según Gertler(2001), la relación entre conocimiento tácito y contexto es una relación reflexiva donde el uno define al otro. El conocimiento tácito es un complemento esencial del conocimiento explícito, en el sentido de que éste soporta la adquisición y transmisión del conocimiento explícito a través de constructos tácitos como reglas de expresión; adicionalmente el conocimiento tácito sólo puede ser transferido efectivamente entre una o más personas cuando comparten un contexto social común, esto es, compartiendo valores, lenguaje y cultura.

Getler(2001) concluye que se requiere una especial atención al como se producen el conocimiento tácito y el contexto antes de tratar el asunto de la distribución de este tipo de conocimiento.

Para Horvath, referido por Cortada y Woods (2001), el conocimiento tácito, representa un valor especial en el negocio, a través de:

1. **Innovación:** el conocimiento tácito está estrechamente relacionado con la innovación. La gente crea y usa conocimiento tácito antes de ser capaz de formalizarlo y codificarlo.
2. **Las mejores prácticas:** La atención al conocimiento tácito puede ayudar a identificar y transferir las mejores prácticas más efectivamente.

La gente desarrolla conocimiento tácito para resolver problemas reales con un objetivo real. Para esto pueden ayudar las comunidades de práctica en las cual se transfiere conocimiento tácito entre individuos, tal que un individuo no tiene porque saber todo.

3. **Imitación:** El conocimiento tácito puede proteger a la empresa de imitación de los competidores, ya que no es fácilmente transferible y ofrece la posibilidad de generar ganancias con la innovación.
4. **Competencias centrales específicas:** El conocimiento tácito puede iluminar en la búsqueda de competencias de la empresa, representa un valor agregado único para la gente que lo genera, surge de situaciones particulares, habilidades y experiencias, y adicionalmente refleja la historia y circunstancias de la empresa.

El conocimiento tácito en su sentido estratégico:

Para Saint Onge (Cortada y Woods, 2000), el conocimiento tácito de una organización está metido en su cultura, provee los nodos o puntos de entrada por los cuales la información es transmitida y procesada para generar conocimiento. El pensamiento colectivo maquilla la cultura organizacional a través de filtros de acceso a conocimiento para futuras aplicaciones. Si existe una comunicación efectiva y el intercambio de conocimiento explícito en la cultura de la organización, entonces se puede comenzar a tener un mínimo nivel de congruencia de conocimiento tácito. La diversidad de visiones individuales proporciona variedad de perspectivas para el negocio. Sin embargo, para facilitar el intercambio de conocimiento se requiere un nivel de congruencia que permita que las perspectivas individuales se entiendan unas a otras y trabajen juntas hacia un objetivo común (ver figura 5, Pensamiento colectivo).

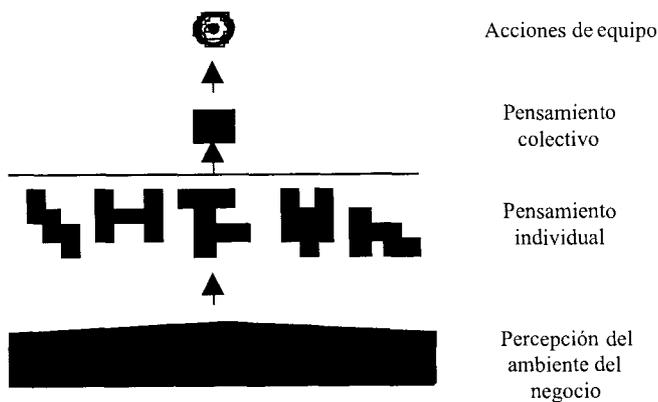


Figura 5. Pensamiento colectivo
Fuente: Zack(1999)

Cultura Organizacional y Gestión de Conocimiento.

El espacio-C:

Para Boisot, referido por Cortada y Woods (2000), la codificación del conocimiento y la velocidad a la cual éste puede ser difundido están relacionados pero en una forma que se escapa de la paradoja del manejo tecnológico. La curva de la figura 6 (El espacio-C) indica esquemáticamente la relación entre la codificación y la difusión. Este diagrama, descrito por Boisot, referido por Zack(1999) ha sido llamado el espacio cultura o espacio-C, las diferentes posibilidades de estructuración y compartir conocimiento, en o entre grupos, la definición de atributos de un proceso cultural, pueden ser explorados, tanto a manera individual de un conocimiento específico (ver figura 7. Ciclo de aprendizaje social), como a través del complejo de conocimiento de la población empresa (figura 8. Población de una empresa).

En el espacio-C, la tecnología atraviesa su ciclo de madurez habitual, pasando de Tecnología emergente a clave y posteriormente a base, tal como lo muestra la figura 9 (Tecnologías base, clave y emergente en el espacio C)

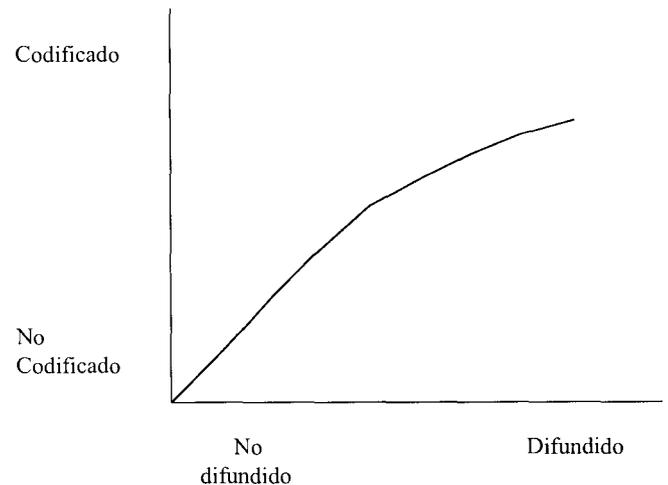


Figura 6. El espacio-C
Fuente: Zack(1999)

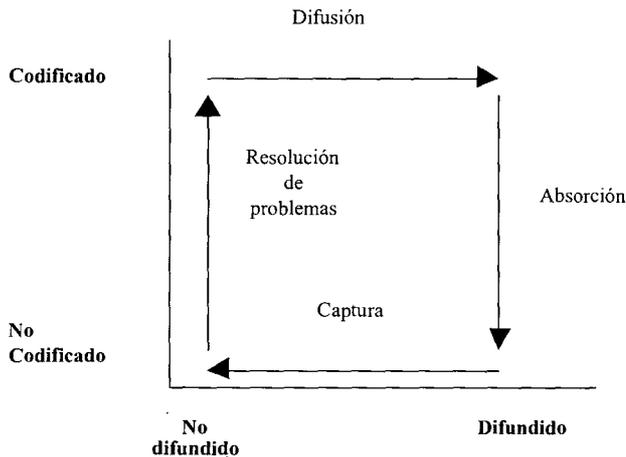


Figura 7. Ciclo de aprendizaje social
Fuente: Zack(1999)

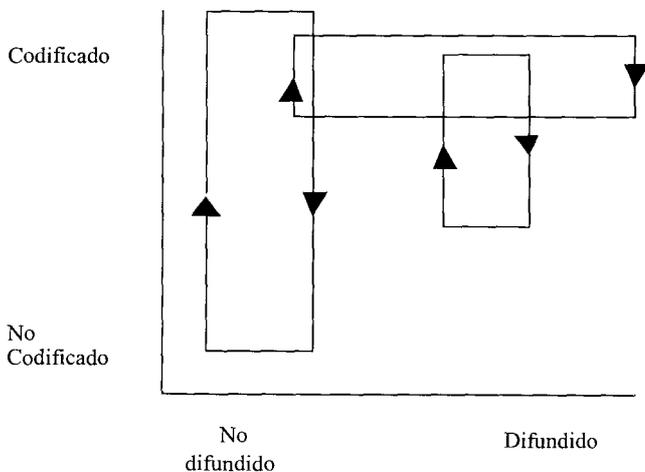


Figura 8. Población de una empresa
Fuente: Zack(1999)

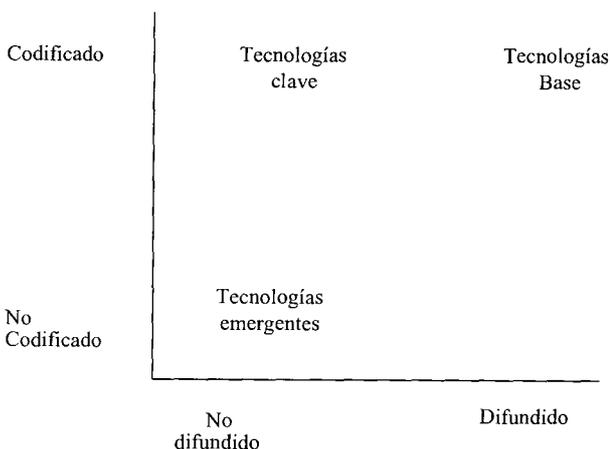


Figura 9. Tecnologías base, clave y emergentes en el espacio-C
Fuente: Zack(1999)

H. Resultados

Como resultado de la investigación realizada se llegó a los siguientes productos:

H.1. Modelo de Clasificación de Metodologías de Desarrollo de Proyectos de Sistemas de Información

Las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información han sido desarrolladas a través de un proceso evolutivo natural que permite plantear un modelo multivariado para la clasificación de tales metodologías (ver figura 10. Modelo de clasificación de metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información), el cual adicionalmente puede ser utilizado para la ubicación de la metodología más adecuada para una organización y proyecto.

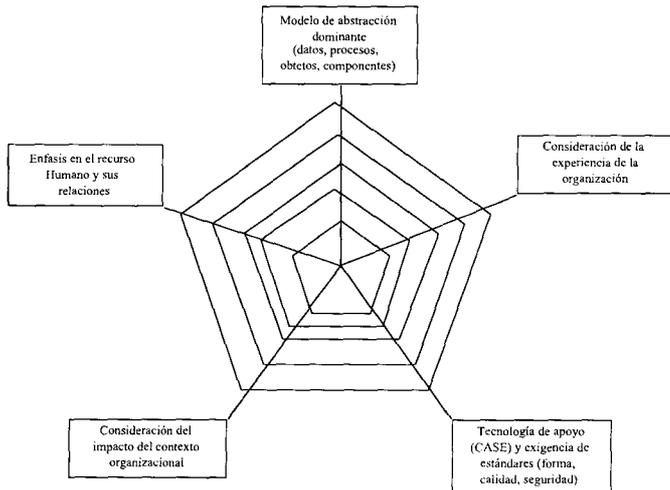


Figura 10. Modelo de clasificación de metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información
Fuente: Elaboración propia

En este modelo, cada metodología puede ser ubicada en un sector de la red, de acuerdo a su ubicación en los siguientes continuos de valores de las 5 variables contempladas:

- a. Modelo de abstracción dominante: en esta variable se mide el énfasis en datos, procesos, objetos y componentes .

- b. Enfasis en recurso humano y sus relaciones: esta variable mide la mayor proximidad al factor humano y sus relaciones. Contempla cuatro valores, en esta primera presentación del modelo, los cuales son: la no contemplación del factor humano, la contemplación del factor humano en forma individual, la contemplación del factor humano en su relación con otros individuos y la contemplación del factor humano en su sentido organizacional.
- c. Consideración del impacto del contexto organizacional: esta variable mide la consideración que hace la metodología de la posible variación del proyecto ocasionada por cambios en el contexto. En esta primera presentación del modelo, los valores de esta variable son cuatro: no consideración del contexto, consideración baja, consideración media, consideración elevada.
- d. Existencia de tecnología de apoyo (CASE) y exigencia de estándares (Calidad, seguridad, etc): esta variable aunque podría posteriormente ser dividida en dos variables diferentes, ha sido

incorporada para considerar los elementos que obligan a la sistematización y control del proceso de desarrollo, en este sentido, sus valores posibles en serán: tecnología de apoyo y exigencia de estándares nula, media, alta.

- e. Consideración de la experiencia de la organización: esta última variable contempla la aceptación de la experiencia de la organización como fuente para el establecimiento de la metodología, en este sentido se contemplan tres posibles valores: consideración bajo, media y alta.

Los continuos de valores presentados son flexibles en cuanto a la incorporación de nuevos valores producto de la continua evolución natural de las metodologías y de la revisión y validación empírica del modelo propiamente.

La aplicación del modelo para la clasificación de las metodologías, lleva a la ubicación de cada metodología en un área como se muestra en la figura 11 (metodologías en el modelo de clasificación).

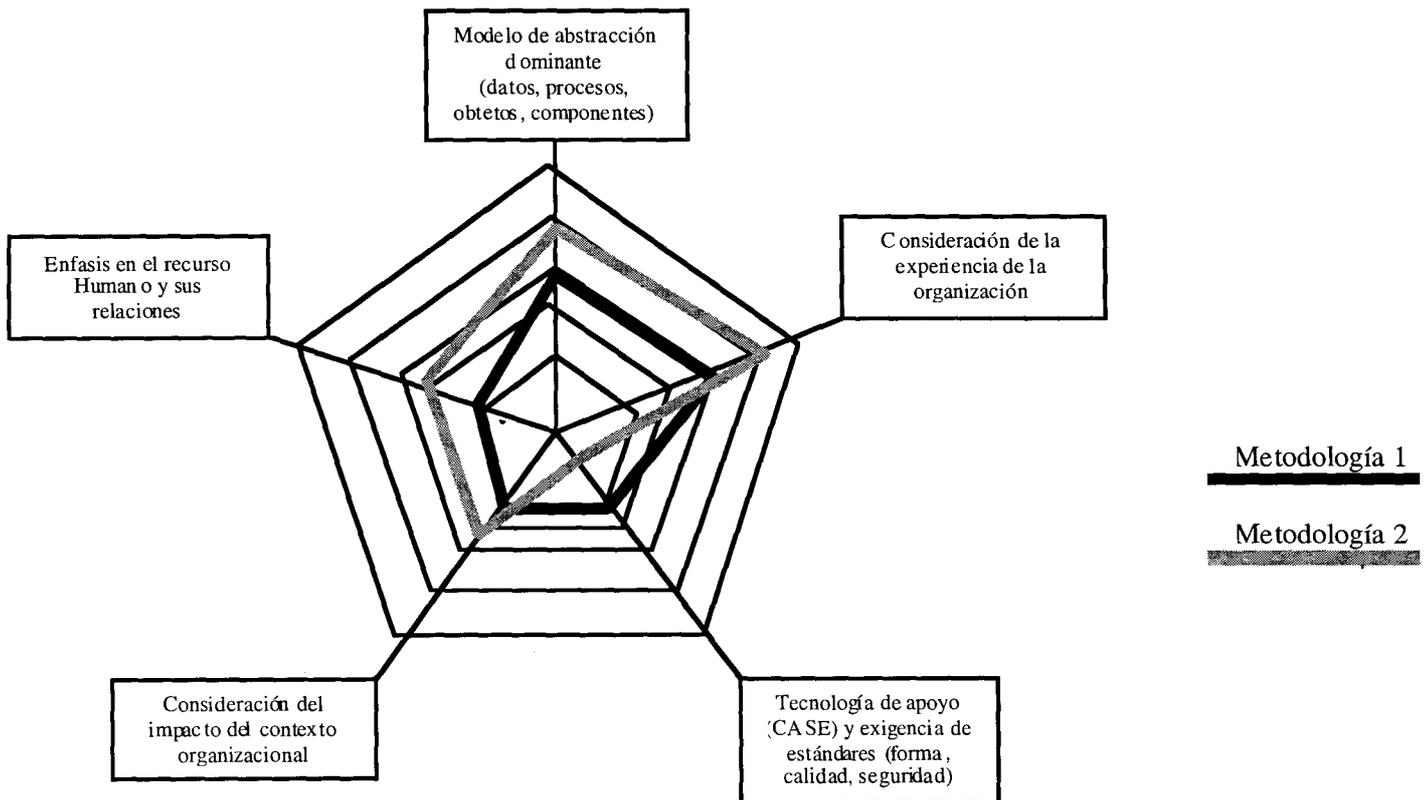


Figura 11: Metodologías en el modelo de clasificación
Fuente: Elaboración propia

De este modo, cada metodología puede ser ubicada en un área del gráfico para su posterior aplicación de acuerdo a las sugerencias que se presentan en la siguiente sección de esta descripción de resultados.

H.2. Algunas Sugerencias para selección práctica de Metodologías de Desarrollo de Sistemas de Información.

De igual manera que se ubican las metodologías en el modelo; las organizaciones o proyectos pueden ser ubicados en la rejilla del modelo, pudiendo posteriormente seleccionarse las metodologías más acertadas para cada organización y proyecto en base a las siguientes sugerencias:

- El área del gráfico en el cual se ubica la organización o proyecto, debe estar en más de un 80% en el área del gráfico ocupado por la metodología
- La metodología puede ser modificada para su aplicación, intentando cubrir las debilidades manifiestas por la diferencia de las áreas con

respecto a la de la organización o proyecto.

- Cada metodología modificada debe ser incorporada al inventario de metodologías de la organización y ubicada en el modelo para futuras aplicaciones.
- Posterior a la aplicación de cada metodología, deberá hacerse una revisión de su ubicación en el modelo para futuras aplicaciones. Esta actividad es fundamental para la incorporación del conocimiento emergente de la práctica.

H.3. Ejemplos de metodologías y su ubicación en el modelo

A continuación se muestran las gráficas correspondientes a la aplicación del modelo en algunas de las metodologías más conocidas mencionadas en el marco de referencia de este proyecto (Ver tabla 2 (Clasificación de metodologías según modelo) y Figura 12 (Gráfica de clasificación de metodologías según modelo)):

Metodología	Modelo de abstracción dominante	Enfasis en recurso humano y sus relaciones	Consideración del impacto del contexto organizacional	Existencia de tecnología de apoyo (CASE) y exigencia de estándares	Consideración de la experiencia de la organización
Ciclo de vida del desarrollo de software	Procesos	Contempla el factor humano en forma individual	Consideración media	Nula	Baja
Desarrollo rápido de aplicaciones (RAD)	Procesos	Contempla factor humano en forma grupal	Consideración baja	Alta	Media
CORAD (Colaborative RAD)	Procesos	Contempla factor humano en forma organizacional	Consideración baja	Alta	Media
Espiral de Barry Boehm (desarrollo evolutivo basado en riesgos);	Procesos	Contempla factor humano en forma organizacional	Consideración alta	Media	Media
Modelos de Booch, Jacobson, Rumbaugh	Objetos	No contempla factor humano	Consideración baja	Media	Baja
Proceso UML	Componentes	Contempla factor humano en forma individual	Consideración media	Media	Media
METRICA V.3-España	Objetos y Componentes	Contempla factor humano en forma organizacional	Consideración media	Alta	Media

Tabla 2. Clasificación de metodologías según modelo.

Fuente: Elaboración propia.

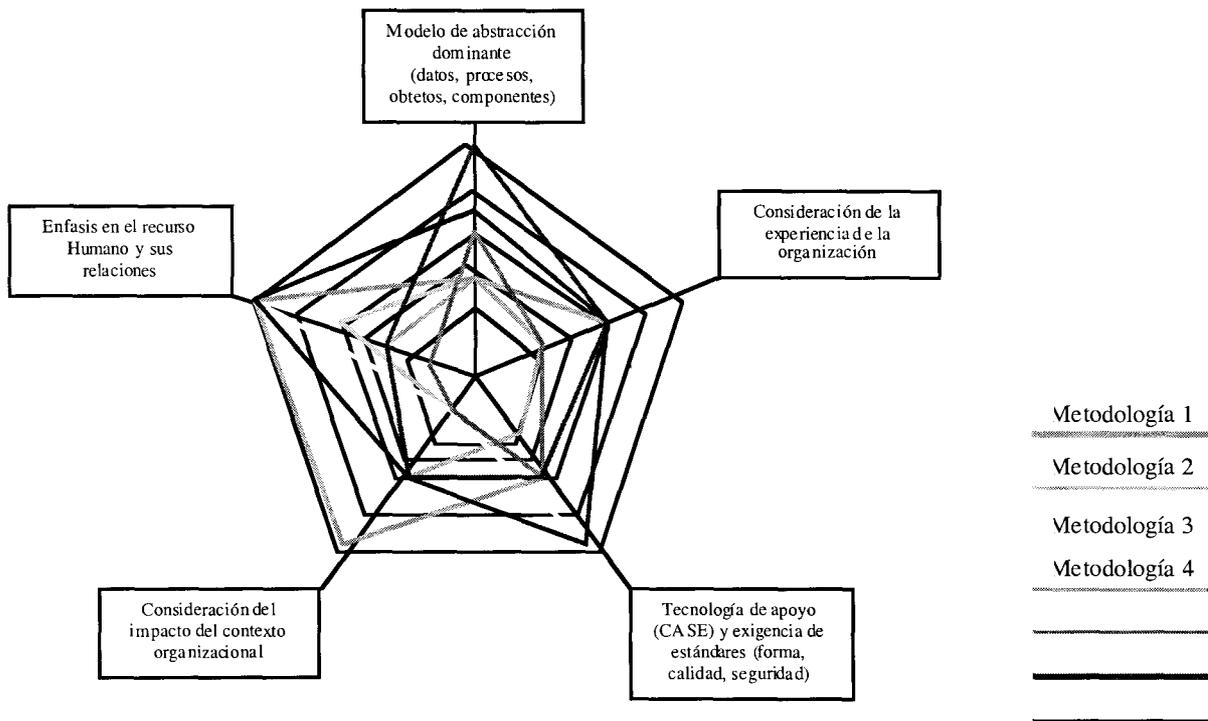


Figura 12. Gráfica de clasificación de metodologías según modelo
Fuente: Elaboración propia.

H.4. Aplicación de las metodologías en proyectos aplicados en negocios

De acuerdo entrevistas realizadas a expertos tanto académicos como del mundo de las aplicaciones de negocio, se pudo concluir que:

- Cada empresa tiene su propia metodología o conjunto de metodologías y éstas han sido realizadas a partir de las formalizaciones metodológicas más conocidas y la experiencia práctica
- En la mayoría de los casos, no se siguen rigurosamente las metodologías, generando solo resultados de acuerdo a lo establecido, pero realizando un proceso con adaptaciones individuales, grupales y organizacionales
- Las adaptaciones hechas a las metodologías por la aplicación práctica en cada empresa no están documentadas, ellas forman parte la experiencia que pasa de generación en generación
- La mayoría de las metodologías se perciben como las leyes, necesarias y obligatorias de cumplir en su resultado, pero factibles de modificaciones en su proceso.

I. Conclusiones

Además de lo expresado en la tabla 3 (Conclusiones), en cuanto a las preguntas originalmente planteadas y lo aprendido en el proceso de investigación, se puede concluir lo siguiente:

- La investigación en conocimiento tácito y gestión de conocimiento ofrece grandes posibilidades en el área de sistemas de información, tanto desde el punto de vista aplicado, como de formulación de nuevos métodos y modelos. (Ver adicionalmente la conclusión asociada a la tercera pregunta de la tabla 3 (Conclusiones).
- Desde la perspectiva informática, se ha dedicado mucho esfuerzo a la conceptualización y aplicación de la tecnología en las organizaciones, se hace necesario tomar un tiempo para mirar hacia la propia informática, como sujeto de investigación, tal como lo hicieron en algún momento los creadores de la conceptualización de la tecnología CASE, ellos hicieron posible la aplicación de la tecnología al servicio de la tecnología, es hora de poner el conocimiento al servicio del conocimiento. Especialmente en la llamada era del conocimiento,

donde tanto especialistas técnicos como no técnicos, intentan dar valor al enorme caudal del saber de las organizaciones. La gestión de conocimiento aplicada a casos como el planteado en este proyecto, representa una fuente de gran caudal para el desarrollo del saber, más allá de los límites de los contextos organizacionales.

- ▶ El saber de las organizaciones en cuanto a las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, está altamente impactado por su contexto, la cultura y otros factores, materia del conocimiento tácito de las organizaciones, este conocimiento no es sencillo de transferir y su articulación es un primer paso importante. Muchas organizaciones y países tienen sus propias metodologías, recogiendo de alguna forma el saber histórico tácito de las mismas, sin embargo, esta no es necesariamente una solución, ya que tal tipo de conocimiento es de carácter muy dinámico y requiere algo más que documentarlo para ser gestionado.
- ▶ Las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, como otros ámbitos metodológicos, tienen la virtud de poder ser articulados para hacerlos explícitos y transferibles como conocimiento. Esta característica es una invitación a la difusión del saber que no debe ser rechazada.

- ▶ El mundo de las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, tal como el iceberg del conocimiento, que se muestra en la figura 3 de este trabajo, ha sido apenas explorado, en su parte más explícita; la profundización en los niveles tácitos de las mismas, puede representar grandes aportes incluso en la relación de los sistemas de información y el negocio, en búsqueda de una alineación que se traduzca en ventajas competitivas, incorporando el contexto como una de las fuentes de desarrollo tanto del negocio como de los métodos utilizados en el mismo.
- ▶ En el mundo educativo generalmente enseñamos sólo un par de modelos metodológicos que posteriormente se hacen obsoletos para los profesionales que formamos, valdría la pena preguntarse si la causa de tal pérdida de vigencia y en consecuencia tal vacío de formación, no se deba a la ausencia de conocimiento de las metodologías más allá de su limitada parte explícita.
- ▶ La posibilidad de establecer clasificaciones de las metodologías conocidas y emergentes, tal como lo intenta hacer el modelo planteado en este trabajo, contribuye a la difusión y uso de las mismas, al establecer relaciones entre ellas que facilitan su interpretación estructurada y disminuyen la incertidumbre propia de la abundancia de información sobre las mismas.

Pregunta de investigación	Hipótesis	Resultado	Conclusión
¿Pueden clasificarse las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información?	Las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información pueden ser clasificadas de acuerdo a diversidad de criterios	Modelo de clasificación multivariado	Las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, si pueden ser clasificadas con la utilización de espacios multivariados
¿Se utilizan las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información tal como han sido descritas en sus formalizaciones?	Las metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas de información, generalmente no son utilizadas tal como han sido formalizadas	Los resultados se recogen en las conclusiones de las entrevistas resumidas en el punto H.4 de este trabajo	Las metodologías en su aplicación tienen un alto contenido de conocimiento tácito producto de la experiencia de la organización y de la gente que la compone
¿Cuál es la razón para la posible discrepancia entre las formalizaciones metodológicas y las aplicaciones prácticas?	La discrepancia entre las formalizaciones metodológicas y las aplicaciones prácticas se fundamenta en un proceso evolutivo natural en tales formalizaciones	Los resultados se recogen en las conclusiones de las entrevistas resumidas en el punto H.4 de este trabajo y en estas conclusiones	Además de lo expresado en la conclusión de la pregunta de investigación anterior, en este caso, destaca el hecho de que el conocimiento tácito puede ser articulado y hecho explícito a través de la aplicación del modelo de clasificación propuesto

Tabla 3. Conclusiones. Fuente: Elaboración propia

J. Bibliografía

- Alfaro, Jorge (2002). Metodologías para el desarrollo de Sistemas de Información. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- Brézillon, Patrick; Pomerol, Jean-Charles. (2001) Is context a kind of collective tacit knowledge? Universidad de Paris. Tomado de la dirección electrónica www-poleia.lip6.fr/~brezil/Pages2/Publications/CSCW-2001.pdf en abril de 2002
- Busch, Peter; Richards, Debbie (2001) Visual mapping of articulable tacit knowledge Diciembre 2001. Australian Symposium on information visualisation: Sydney. Tomado de la dirección electrónica www.jrpit.flinders.edu.au/confpapers/CRPITV9Busch.pdf en abril de 2002
- Cortada, James; Woods, John (2000) The Knowledge Management Yearbook 2000-2001. Butterworth Heinemann: Boston
- Espasa Calpe (1993). Diccionario Enciclopédico.
- Gertler, Meric. (2001) Tacit knowledge and the Economic Geography of context or The undefinable tacitness of being (there) Centre for International Studies. Universidad de Toronto. Tomado de la dirección electrónica www.chass.utoronto.ca/~trefler/workshop/Gertler.pdf en abril de 2002
- Hales, Steve (2001) Dimensions of knowledge and its management Insighting: Cheshire-UK. Tomado de la dirección electrónica www.hyltonassoc.com/sitecontent/articles/steve-hales-dimensions-of-knowledge.pdf en abril de 2002
- Ortiz, Lourdes (2001). Metodología del software. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- Pressman, Roger. (1999). Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Madrid: McGrawHill.
- Universidad de Toronto (2002) Types of Organizational Knowledge Material no publicado. Tomado de la dirección electrónica choo.fis.utoronto.ca/mgt/MGT1272kc.pdf en abril de 2002
- Wilkesmann, Uwe; Rascher, Ingolf (2002) Motivational and structural prerequisites of knowledge management. XV congreso mundial de sociología: Brisbane. Tomado de la dirección electrónica www.jrpit.flinders.edu.au/confpapers/CRPITV9Busch.pdf en abril de 2002
- Zack, Michael (1999) Knowledge and Strategy. Butterworth-Heinemann: Boston



ELABORACIÓN DE UN PLAN PARA LA GESTIÓN DE RIESGO EN UNA PLANTA DE MOLIENDA DE TRIGO

La Protección Integral es un nuevo concepto que surge de la unión de tres dominios (Higiene y Seguridad Industrial, Protección Patrimonial y Protección Ambiental), con el objetivo de resguardar la seguridad de los elementos que involucran una industria, como son: el personal, el patrimonio y el entorno en donde existe.

El proceso productivo en cualquier industria requiere la presencia de mano de obra directa que interactúa con el proceso, mano de obra indirecta que se ve afectada por el proceso productivo aunque su trabajo no interviene directamente en él, y las viviendas o comunidades aledañas, que en algunos casos también se ven afectadas por este proceso.

De esta forma se puede apreciar cómo el proceso productivo es el causante de la mayoría de los riesgos a los trabajadores debido a sus labores dentro de la planta (Higiene y Seguridad Industrial) y cómo afecta a la comunidad vecina por la interacción con el medio ambiente (Protección Ambiental).

Las instalaciones de la planta y el personal se ven afectados por elementos que pueden causar crisis y que no están relacionados con el proceso, como lo son: catástrofes naturales o robos, entre otros. También existen elementos que causan crisis y se originan por el proceso pero se desencadenan por circunstancias latentes que pueden no ser vistas. Estas crisis son estudiadas en la Protección Patrimonial.

- Sánchez B. José
- Di Felice Rosemary

1. Dominios y variables de estudio

1.1. Seguridad industrial:

La seguridad industrial se define como la técnica no médica de prevención cuya finalidad se centra en la lucha contra los accidentes de trabajo, evitando y controlando sus consecuencias.

· Para el estudio de las variables es posible deducir una primera e importante clasificación de causas, dependiendo del origen de las mismas: causas humanas y causas técnicas, a las que también se les denomina "acto inseguro" y "condición insegura".

Acto inseguro: son los actos humanos que pueden causar accidentes; también denominado prácticas inseguras.

Condición insegura: comprende el conjunto de circunstancias o condiciones materiales que pueden originar un accidente, se les denomina también condiciones materiales o condiciones inseguras.

1.2. Higiene ocupacional:

La organización de seguridad cuidará expresamente del mantenimiento de los niveles de iluminación, temperatura, ruido, humedad, espacio de trabajo y cualquier otro aspecto que pueda causar enfermedades profesionales, según la reglamentación vigente.

El principal objetivo de la higiene ocupacional es que todos los trabajadores estén libres de enfermedades profesionales, producidas por la manipulación de ciertas sustancias o por estar expuestos a ellas.

Las enfermedades profesionales son aquellas enfermedades causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión o del trabajo que realiza una persona y que le produzca incapacidad o muerte.

1.3. Protección patrimonial:

El estudio de protección patrimonial establece el manejo de crisis o siniestros dentro de la empresa. Este riesgo involucra potencialmente grandes pérdidas de vidas, dinero y/o graves daños al proceso productivo.

Crisis se define como "un punto de regreso para mejor o peor, un momento decisivo y crucial". Una crisis es un estado inestable en donde se requiere un

cambio inmediato, en cual existen 50 % de posibilidades de decidir hacia mejor y 50% de posibilidades de decidir hacia lo peor.

El determinar los peligros que acechan a la industria y saber cómo evitarlos, reducirlos o controlarlos antes que se produzca la emergencia, puede reducir su efecto, aunque el resultado del esfuerzo para controlar la emergencia nunca será mejor que la preparación para el momento de ocurrencia del mismo.

1.4. Protección ambiental:

Actualmente la protección ambiental se define como un área de conocimiento multidisciplinaria, encargada de promover la conservación del medio ambiente, estableciendo controles y desarrollando investigaciones en los campos de la contaminación, educación y estudios de impacto ambiental, procurando la armonía de las actividades de la empresa con el entorno natural así como el acatamiento de la normativa y legislación nacional e internacional.

1.5. Variables a analizar en el estudio

El proceso productivo de la planta contempla las operaciones de recepción de trigo, almacenamiento en silos, limpieza del grano de elementos extraños, acondicionamiento con soluciones diluidas de cloro, molienda del grano a través de varias roturas, cernido, almacenamiento en silos de harina, empaquetado y despacho. Todas estas operaciones involucran aproximadamente a 170 personas como mano de obra directa e indirecta divididas en tres turnos.

La edificación, con más de 50 años, está dividida en tres cuerpos o edificios de 11, 9 y 12 pisos respectivamente, los cuales se encuentran penetrados por una gran cantidad de tubos que transportan la materia prima internamente en la planta por medio de un sistema de aspiración.

En relación al ambiente de coexistencia, la planta limita de un costado con espacio deshabitado y en el frente, sobre los linderos de la empresa, con una zona extensa de viviendas populares.

En la Fig. N° 1 se muestran las variables a estudiar que se derivan de la combinación de las definiciones de los tres dominios a tratar y las condiciones existentes en la planta.

* FINK, Steven. *Crisis Management, planning for the inevitable*. Editorial Backinprint.com, 2002

Áreas de Estudio	VARIABLES		
	DEFINICIÓN	MEDICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN
Higiene Ocupacional	Material Particulado	Concentración Ambiental Permisible (CAP, mg/m ³) COVENIN 2253:1997	Bomba de Aspiración Portátil
	Materiales Gaseosos	Concentración Ambiental Permisible (CAP) y Limite Techo (ppm) COVENIN 2253:1997 y 2252:1998	Bomba para Detección de Gases y Tubos de Detección Pre-calibrado
	Ruido	Nivel de Ruido Continuo Equivalente (LEQ, dBA) COVENIN 1565:1995	Dosímetro y Sonómetro decibelímetro
	Calor	Calor metabólico (M, Kcal/h) y el Índice de Temperatura de Gobo y Bulbo Húmedo (TGBH, °C) COVENIN 2254:1995	Monitor de Estrés de Calor
	Nivel de Iluminación	Iluminancia medida (lux)	Luxímetro Digital
	Repetitividad de la Tarea	Duración del ciclo de trabajo en minutos (R)	Cronómetro
	Levantamiento de Cargas	Peso de la carga en Kg (L)	Estudio de tiempos y movimientos, Antropometría, Biomecánica, Ergonomía
	Transporte de Materiales	Desplazamiento de carga durante la Jornada (T)	
	Postura en trabajos en planta	Ángulo de flexión de cabeza y/o tronco (P) y frecuencia de repetición (J)	
	Seguridad Industrial	Radiaciones	Ionizante
No Ionizante			
Postura en trabajos en oficina		Disposición Ergonómica del sitio	Toma de Medidas e Inspección
Estructura del puesto de trabajo		Asfixia	Inspección, Entrevistas y Estudio de Reportes.
		Caída de Personas (mismo nivel)	
		Caída de Personas (distinto nivel)	
		Caída de Objetos	
Interacción Hombre-Máquina		Pisada sobre objetos	
		Golpes	
		Proyección de Partículas	
	Atrapamientos		
	Corte y Pinc hazos		
	Choques Eléctricos		
Interacción Hombre-Tarea	Quemaduras		
	Productos Químicos		
	Atropello		
Protección Patrimonial	Protección de la propiedad y el personal	Robo a activos y capital de la empresa	Inspección de registro de materiales y sistema de vigilancia
	Accidentes Industriales	Siniestros de Maquinarias y Equipos	Inspección de maquinarias y equipos
		Vibraciones Ambientales	Inspección de equipos
		Explosiones e Incendios	Inspección de proceso
	Problemas Ambientales	Catástrofes Naturales	Inspección de controles
Seguridad Legal	Existencia de Certificaciones	Revisión de documentación requerida	
Protección Ambiental	Contaminación sónica	Frecuencias de ruidos (Hz)	Sonómetro
	Desechos	Volumen y material	Inspección
	Vertidos de Líquidos	Concentración (mg/L) Decreto N° 883	Bomba Volumétrica
	Emissiones Atmosféricas	Concentración (mg/m ³) Decreto N° 638, COVENIN 1649	Bomba Volumétrica

Fig. N° 1, Variables de estudio. Fuente: Elaboración propia.

2. Fases del estudio y herramientas

FASES	ACTIVIDADES Y PROCESOS
1. Familiarización con la planta, los cargos existentes y el proceso productivo	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Recorrido por la planta ✦ Análisis del proceso ✦ Actualización de las actividades por cargo ✦ Determinar la relación entre la estructura de la planta, el proceso y los cargos
2. Determinación de los datos necesarios para el estudio y sus fuentes en la empresa	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Estudio de Normas y leyes ✦ Determinación de valores requeridos ✦ Tipo de información que existe en la empresa
3. Estudio de riesgos latentes por cargos	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Diseño de diagrama causa-efecto para la clasificación de riesgos ✦ Determinación de los riesgos a analizar ✦ Estudio de riesgos latentes por cargo en base a las fuentes de información
4. Diseño de métodos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Método de evaluación de factores en seguridad e higiene ocupacional ✦ Método de evaluación en protección patrimonial ✦ Método de evaluación en protección ambiental
5. Diseño del plan de acción	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Plan de acción en seguridad e higiene ocupacional ✦ Plan de acción protección patrimonial ✦ Plan de acción protección ambiental
6. Procesamiento de datos, determinación de prioridades y mejoras	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Creación de cuadros con cruce de soluciones

Fig. Nº 2, Metodología de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Durante la fase 2 del estudio, se encontró que los valores de las operacionalizaciones de material particulado, materiales gaseosos, ruido, calor, niveles de iluminación, contaminación sónica, vertido de líquidos y emisiones atmosféricas ya se conocían gracias a estudios realizados con anterioridad por la planta.

En la fase 3 se aplica la herramienta del diagrama causa-efecto para analizar los riesgos en los puestos de trabajo. El esquema general del diagrama se muestra en la fig. Nº 3.



Fig. Nº 3, Diagrama de elementos a investigar por cargo. Fuente: Elaboración propia

3. Diseño de métodos de evaluación

Para determinar de manera cuantitativa los factores que presentan mayor riesgo en la planta, y así determinar prioridades de acción para la disminución de cada riesgo, es necesario establecer métodos de evaluación para las variables de seguridad e higiene, protección patrimonial y protección ambiental.

3.1. Método de evaluación de variables en seguridad e higiene ocupacional

Representa una manera de evaluar los riesgos de seguridad e higiene ocupacional presentes en cada puesto de trabajo. Además, establece un criterio para determinar prioridades en el plan de acción y determinar los puestos de trabajo con mayores riesgos.

Para la valoración del riesgo presente en cada una de las 27 variables, se estableció una escala de 5 valores que indica la gravedad y las acciones a adoptar para controlar el riesgo.

de frecuencia dentro de la matriz Severidad/Frecuencia se ha cambiado por la cantidad de medidas de protección existentes en cada puesto de trabajo.

Y ésta se ha de aplicar para cada uno de los riesgos de seguridad, que se clasifican en la fig. N° 6:

RIESGOS DE TRAUMATISMOS	FACTORES DE RIESGOS (FÍSICOS)
Caída de personas (mismo nivel)	Choques Eléctricos
Caída de personas (distinto nivel)	Quemaduras
Caída de Objetos	Productos Químicos
Pisada sobre Objetos	Uso de Altas Presiones
Golpes	Asfixia
Proyección de Partículas	
Atrapamientos	
Corte y Pinchazos	
Atropello	

Fig. N° 6, Tipo de factores o variables en seguridad industrial a ser evaluadas por puesto de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

RIESGO	PUNTUACIÓN	ACCIÓN
Trivial	1	No requiere acción específica.
Tolerable	2	No se necesita mejorar la acción preventiva. Se requieren inspecciones periódicas.
Moderado	3	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo y deben de implantarse en un periodo determinado.
Importante	4	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable	5	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

Fig. N° 4, Clasificación en la escala de riesgos de los puntajes a aplicar. Fuente: Cortés Díaz, José María. *Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Editorial Alfaomega y elaboración propia.

3.1.1. Riesgos de seguridad

Se ha considerado la utilización de la Matriz Severidad/Frecuencia para evaluar los riesgos de seguridad ocupacional y de tránsito. Debido a la escasa existencia y la poca confiabilidad de los registros de accidentes e incidentes, la probabilidad

		MEDIDAS DE PROTECCIÓN EXISTENTES			
		Ninguna	Baja	Media	Alta
POTENCIAL DE PÉRDIDA	Catastrófica	5	5	4	3
	Seria	5	4	3	2
	Menor	4	3	2	1
	Insignificante	3	2	1	1

Fig. N° 5, Matriz Severidad-Frecuencia para la clasificación de riesgos. Fuente: FERNÁNDEZ F., Tesis: Evaluación, actualización y propuesta para el establecimiento de los procedimientos, UCAB. y elaboración propia.

3.1.2. Factores de riesgo higiénico y medio ambiente de trabajo

Variables	Obtención de límite máximo de exposición	Criterio usado para la evaluación
Material Gaseoso	COVENIN	Valoraciones extremas basadas en el estricto cumplimiento de los límites
Material Particulado	COVENIN	
Radiación Ionizante	Bibliografía consultada	
Calor	COVENIN	
Vibraciones hombre-máquina	Bibliografía consultada	
Ruido en trabajos en planta	COVENIN	Escala completa de valoración dependiendo de los efectos del grado de cercanía al límite establecido
Ruido en trabajos de oficina	COVENIN	
Ruido en zonas de tránsito	COVENIN	
Repetitividad de la tarea	Bibliografía consultada	
Levantamiento de cargas	COVENIN	
Transporte de materiales	Bibliografía consultada	
Postura en trabajos en planta	Bibliografía consultada	
Iluminación	COVENIN	Escala extrema o completa según las condiciones del puesto de trabajo
Radiación no ionizante	Bibliografía consultada	
Postura en trabajos de oficina	Bibliografía consultada	

Fig. N° 7, Criterios establecidos para determinar los métodos de evaluación en las variables de higiene ocupacional. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Método de evaluación de variables en protección patrimonial

Para evaluar el grado de riesgo presente en las instalaciones de la planta, se estableció un sistema de coordenadas bidimensional de puntuación, en donde el eje vertical representa la *escala de impacto de la crisis* y el eje horizontal la *probabilidad de ocurrencia* de una determinada crisis.

Esta escala permite: a) medir la crisis; b) comparar con otra crisis; c) establecer mejoras a partir de movimientos en la escala. La misma toma en consideración los siguientes aspectos:

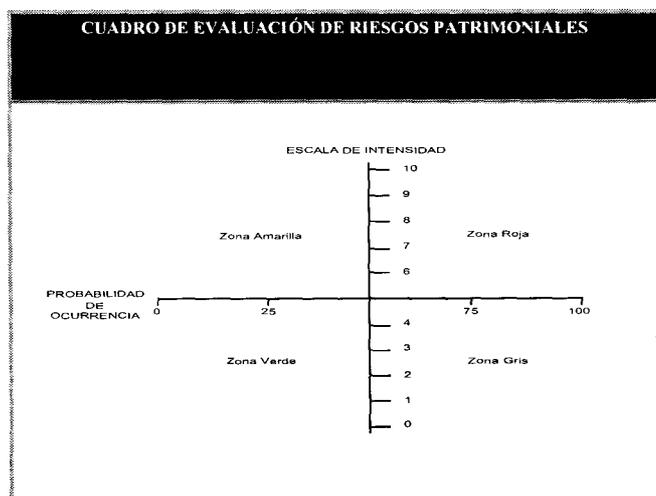
- La gravedad de la crisis, representada en pérdidas de vidas.
- La cantidad de dinero que se puede perder.
- Daño a la imagen pública de la compañía.
- Daño al proceso productivo de la empresa.

Para determinar el nivel en la escala de impacto y debido a que cada uno de los factores que influyen en la escala de tiempo tienen importancia diferente, se procedió a utilizar una matriz donde cada factor tiene un grado de importancia, evaluando cada uno del 0 al 10 para luego obtener un promedio ponderado para cada crisis. Esto se muestra en la fig. N° 9.

Estos valores del porcentaje de importancia de cada factor surgen de la opinión de los encargados de seguridad de la planta, su punto de vista con respecto a este tema es primordial para obtener un estudio de crisis patrimoniales acorde a las necesidades y expectativas reales de la empresa.

Cuando se procede a determinar la probabilidad de ocurrencia de una determinada crisis, resulta muy subjetivo establecer una ponderación numérica. De manera que se decidió nombrar zonas de probabilidad dentro de la escala. Las zonas a utilizar se observan en la fig. N° 10

Fig. N° 8, Sistema de coordenadas necesario para evaluar la gravedad del riesgo en una crisis patrimonial. Fuente: FINK. S., Crisis Management, 2002. Elaboración propia



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE IMPACTO DE LA CRISIS		
Factores	Importancia del Factor	Puntaje de la crisis
Gravedad de la crisis (vidas)	40%	
Cantidad de dinero perdido	25%	
Daño a la Imagen Pública	10%	
Daño al proceso productivo	25%	
		Índice de Impacto

Fig. Nº 9, Matriz de ponderación para determinar el índice de impacto de una crisis. Fuente: Elaboración propia

Fig. Nº 10, Tabla que indica el intervalo de probabilidad para cada denominación. Fuente: Elaboración propia

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA LA CRISIS	INTERVALOS DE ACCION	SIGNIFICADO
Baja	[0 - 25%)	Raras veces
Media	[25% - 50%)	Algunas veces
Alta	[50% - 75%)	Casi siempre
Crítica	[75% - 100%)	Siempre

La gravedad de una crisis se indica según el color de la zona en donde se ubique dentro del cuadro de evaluación; el significado de cada color se indica en la fig. Nº 11:

COLOR	GRADO DE RIESGO
	Intolerable
Gris	Importante
Amarillo	Moderado
Verde	Trivial

Fig. Nº11, Gravedad del riesgo de una crisis según el color de la zona en donde se ubique. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Método de evaluación de variables en protección ambiental

VARIABLES	CRITERIO USADO PARA LA EVALUACIÓN
Emisión de partículas	Criterio extremo según el estricto cumplimiento del límite permitido
Efluentes	Criterio de valoración que incluye toda los niveles (1 al 5) basado en la cantidad de mediciones que cumplen con el límite máximo predeterminado
Contaminación sónica	Criterio de valoración extremo a partir de las condiciones existentes
Residuos sólidos	

Fig. Nº 12, Criterios establecidos para determinar los métodos de evaluación en las variables en protección ambiental. Fuente: Elaboración propia.

4. Diseño del plan de acción

4.1. Plan de acción de mejora en seguridad e higiene ocupacional

Luego de establecer la gravedad de los riesgos por cada cargo, es necesario unir esa información para obtener un orden de acción para una mejora.

El primer índice de gravedad del factor es la media aritmética del mismo. Este indicador muestra la tendencia del factor. Tomando en cuenta que el objetivo del estudio es reducir el riesgo de los cargos, existen factores que en la mayoría de los cargos tienen bajo riesgo y en pocos presentan altas puntuaciones. Estas puntuaciones influyen levemente en la media del factor así, al factor tener baja media, no es considerado como riesgoso. Ver ejemplo en la fig. Nº 13.

Para tomar en cuenta este inconveniente, se toma la cantidad de valores riesgosos existentes en el factor. Las puntuaciones riesgosas, según su definición, son 5, 4 y 3; pero como el riesgo implícito en cada número es diferente, la cantidad del valor obtenido (5, 4 y 3) se multiplica por una constante que representa esta diferencia, para las cantidades de 5 se multiplica por 1, para las de 4 se multiplica por 0.5 y para las de 3 se multiplica por 0.25. Ver fig. Nº 14.

Otro problema que existe es que un accidente ocasionado por un factor puede ser más grave que uno ocasionado por otro factor, por lo tanto, debe tener preferencia en la solución un riesgo que cree un problema más catastrófico que otro. Tomando esto en cuenta se toma un número llamado "ponderación calificativa" que va desde el 1 al 5 según la gravedad del accidente, siendo el 5 el más grave.

El método para obtener un número final por factor teniendo todos estos valores en cuenta, podría ser la multiplicación de todos ellos o su suma. La opción a tomar es la suma, ya que en la ponderación calificativa los números crecen en una unidad y al multiplicar una diferencia de esta magnitud, provoca que este número tome gran importancia cuando en realidad es algo un tanto subjetivo. La suma genera una equidad y provoca que una diferencia de una unidad no sea significativa.

RADIACIÓN NO IONIZANTE	Calificación obtenida
Supervisor Mecánico	5
Mecánico	5
Tornero	5
Inspector-Analista de Aseg. de La Calidad	5
Asistente Técnico	5
Jefe de Logística	1
Programador	1
Encargado de Despacho a granel	1
Coordinador de Logística	1
Ayudante de Despacho a granel	1
Tablerista	1
Ayudante de Despacho o Montacarguista	1
Coordinador de Inventario	1
Coordinador Administrativo	1
Jefe de Molino	1
Supervisor de Molino	1
Jefe de Turno	1
Encargado de Molino Soft I	1
Encargado de Molino Soft II	1
Encargado de Recepción	1
Entelador	1
Ayudante de Molino	1
Encargado de Limpieza del Trigo	1
Ayudante de Limpieza del Trigo	1
Cilindrero	1
Ayudante de Cilindrero	1
Supervisor General de Premezcla	1
Operador de Mezcla A	1
Operador de Mezcla B	1
Jefe de Empaque	1
Coordinador de Empaque	1
Encargado de Turno	1
Operador de Máquina	1
Operador de Tablero	1
Ayudante de Harina Familiar	1
Encargado de Cuerpo C	1
Ensacador-Cosedor	1
Encargado de Empaque Industrial	1
Jefe de Mantenimiento Mecánico	1
Jefe de Mantenimiento Eléctrico	1
Electricista	1
Jefe de Aseguramiento de la Calidad	1
Jefe de Compras	1
Ayudante de Almacén	1
	1.455

Fig. Nº 13, Ejemplo. Media aritmética del factor radiación no ionizante. Fuente: Elaboración propia.

El modelo del cuadro a utilizar se muestra en la fig. Nº 14.

Luego, se colocan en orden descendente los factores y se dividen en tres grupos donde el primero será de color rojo, el segundo amarillo y el tercero verde. Estos colores se apegan al estilo semáforo, en donde el rojo es el más riesgoso, el amarillo medianamente riesgoso y el último poco riesgoso.

Dentro de cada zona el orden de mejora estaría representado por el orden de los factores en el cuadro según el valor obtenido.

4.2. Plan de acción de mejora en protección patrimonial

Según la ubicación de cada crisis en el sistema de coordenadas, se toma una decisión en base a las tres posibles alternativas, las cuales son: asumir, reducir o transferir. Lo que significa: asumir el riesgo, reducir el riesgo o transferir el riesgo a responsabilidad de otros.

Las posibles soluciones se le agregan a la fig. Nº 8, y según la posición en el sistema se puede determinar la gravedad del riesgo y su solución. En la fig. Nº 15 se muestran las zonas dentro del sistema de coordenadas y en la fig. Nº 16, un resumen de las acciones a ejecutar.

4.3. Plan de acción de mejora en protección ambiental

Para cada una de las variables que fueron consideradas en la evaluación de protección ambiental en la planta, el plan de acción va a mantener el sistema de semáforo que se planteó en el método de evaluación. Por lo tanto, el orden dentro de cada variable va a seguir el orden decreciente de los colores establecidos y al igual que en los otros planes de acción, los números 1 y 2 no se toman en cuenta por el nivel de riesgo que ellos representan.

Es necesario establecer un orden de acción dentro de protección ambiental que debe incluir el orden dentro de cada variable o factor. Por lo tanto, no se establecerá discriminación por variable, sino que se tomarán indistintamente todas las fuentes de medición en rojo como acción primordial de mejora y luego todas las amarillas.

No se tiene un orden dentro de cada color ya que no existe un criterio de diferenciación entre las diversas fuentes. Se muestra un ejemplo en la fig. Nº 17.

FACTORES	Media del Factor	Ponderación Calificativa	Cantidad De 5	Cantidad De 4	Cantidad de 3	TOTAL
Atropello						
Caida de objetos						

Fig. Nº 14, Orden de colores que indican la secuencia del plan de acción. Fuente: Elaboración propia.

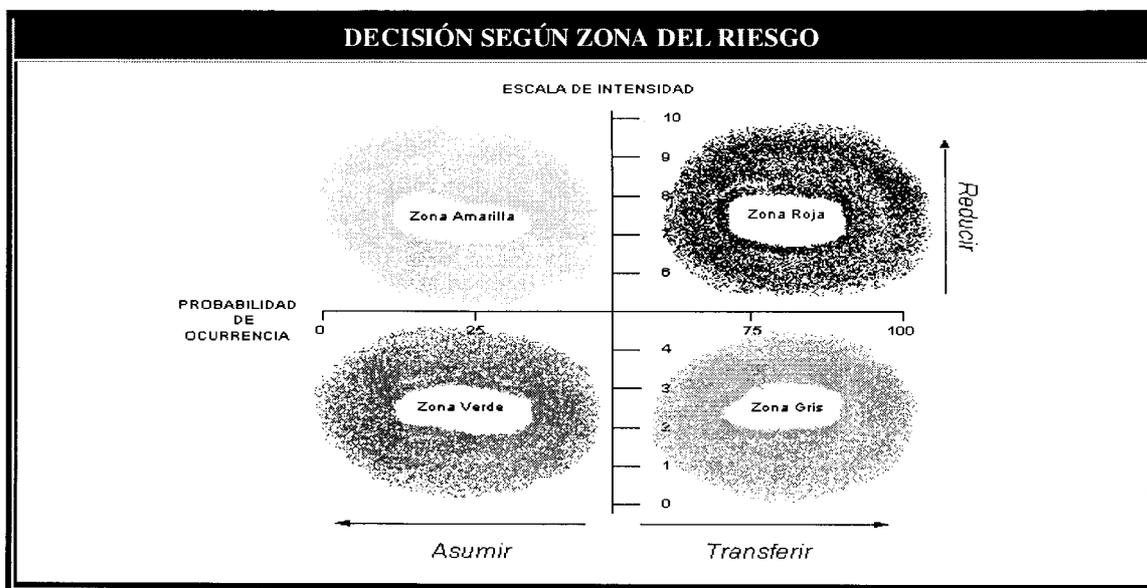


Fig. Nº 15, Representación gráfica de las zonas de riesgos y las acciones a ejecutar. Fuente: FINK, *Crisis Management* y elaboración propia.

ZONA	ACCIÓN A REALIZAR
	Primero reducir la escala de intensidad y/o la probabilidad y luego transferir
Amarilla	Primero reducir la escala de intensidad y luego asumir
Gris	Transferir
Verde	Asumir

Fig. Nº 16, Acciones a ejecutar por gravedad de la crisis. Fuente: Elaboración propia

Fig. Nº 17, Ejemplo de plan de acción ambiente en donde el color corresponde a la puntuación dentro de cada factor o variable. Fuentes: Elaboración propia.

FUENTES DE MEDICIÓN	ORDEN POR COLOR
Filtro molino soft I	
Nitrógeno	
Desperdicios sólidos	
Aceites y grasas	

5. Soluciones a aplicar

Para todas las variables se establecen los problemas a solucionar y el tiempo de ejecución de los mismos, según el puntaje obtenido y la gravedad de los mismos.

Para encontrar las soluciones en esta rama del estudio siempre se consideró al operador como la última opción a tomar en cuenta, ya que al agregarle más equipos de protección personal al operador, este se sentirá más incómodo y su rendimiento en el trabajo

será menor. Por lo tanto, primero se consideró la modificación del medio ambiente de trabajo y la implementación de protecciones y guardas a las maquinarias.

Esta herramienta le permite a la empresa diseñar planes de acción secuenciales en el tiempo según sus requerimientos y necesidades. Es decir, la empresa puede determinar que la primera meta a corto plazo sería llegar a un nivel diez (10) dentro de la tabla, y además, establecer otras metas con mayores plazos de tiempo.

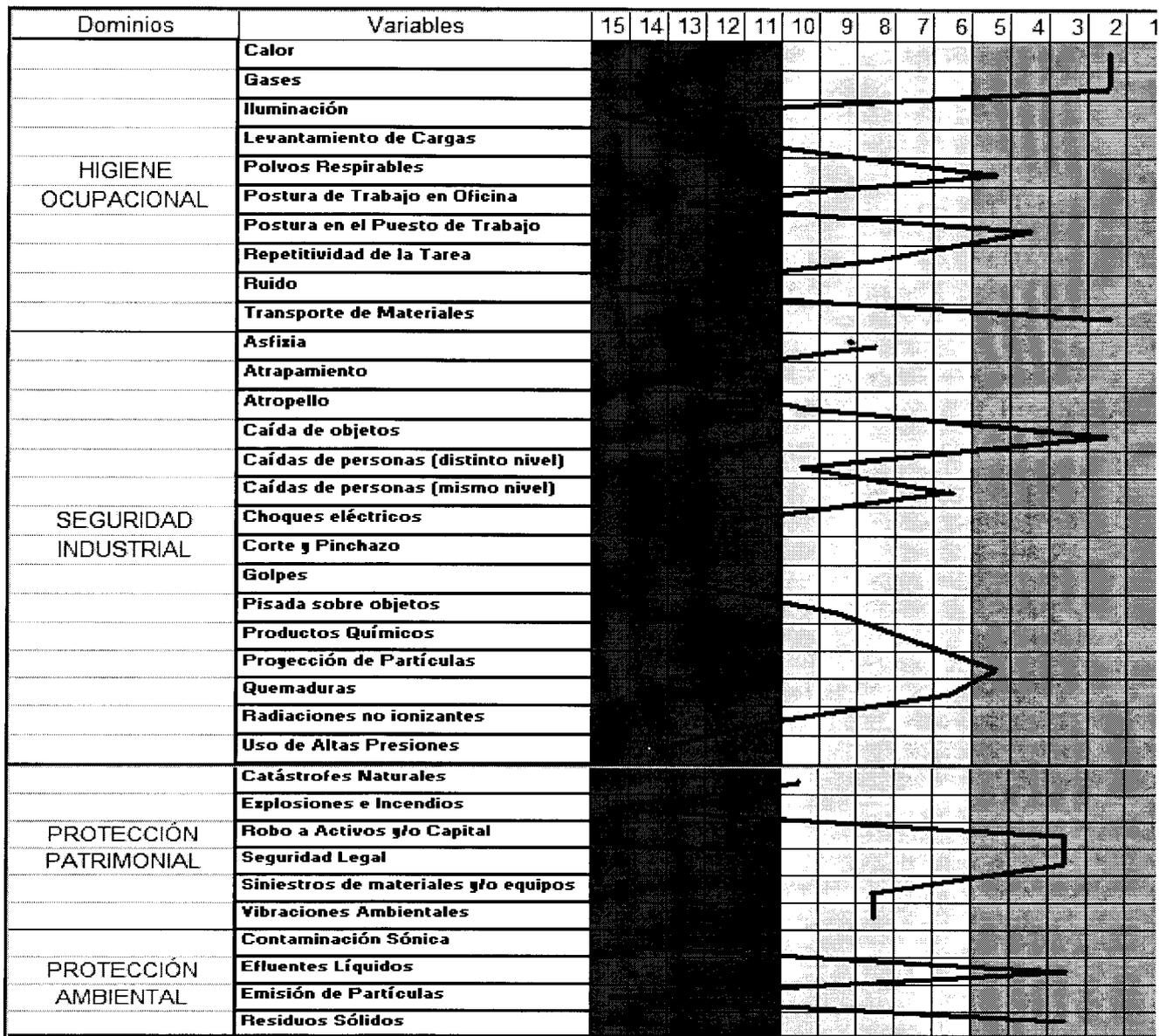


Fig. N° 18, Método del semáforo que indica la gravedad de cada variable luego del estudio. Fuente: Elaboración propia

Bibliografía

- CORTÉS DÍAZ J., *Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales*, Editorial Alfaomega, México 2002.
- RAMÍREZ C., *Manual de Seguridad Industrial*, Editorial Limusa, México 1994.
- CORRONS L., DE LECIÑANA J., RUIZ J., *Producción*, ediciones Deusto, España 1979.
- CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD, *Control del ruido*, E.U.A.
- GRIMALDI-SIMONDS, *La Seguridad Industrial. Su administración*, Ediciones Alfaomega, México 1991.
- FINK S., *Crisis Management. Planning for the Inevitable*, Editorial Backinprint.com, U.E.A. 2002.
- ARMENANTE P., *Contingency Planning for Industrial Emergencies*. Editorial Van Nostrand Reinhold, U.E.A. 1991.
- McGRAW-HILL BOOK COMPANY, *Industrial Electrical Systems*, Editorial McGRAW-HILL, U.E.A. 1967.
- WADDEN R., SCHEFF P., *Engineering design for the control of workplace hazards*, Editorial McGRAW-HILL, U.E.A. 1987.
- HODSON W., *Maynard. Manual del Ingeniero Industrial*, Editorial McGRAW-HILL, México 1998.
- BIORD R., *Reglas de juego para los informes y trabajos de grado*, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas 2001.
- McMASTER-CARR, *Catalog 90*, U.E.A.
- WOUDSTRA F., *Manual práctico de molinería moderna*, Editorial Holanda, Barcelona.
- CLITERO W., *Principios de Molinería*, Department of Grain Science and Industry in Kansas State University, 1966.



GUÍA NCHRP 1-37 ROMPIENDO PARADIGMAS EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Luego de cuarenta años aplicándose la Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO¹, el National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) presentará a finales de este año la propuesta 1-37A; que de ser aceptada, significará un cambio que romperá paradigmas con relación a la metodología del diseño de pavimentos. Todo esto sin contemplar conceptos innovadores como Falla Funcional y Servicapacidad introducidos por AASHTO.

A pesar de las sucesivas revisiones y actualizaciones efectuadas a la Guía en los años 72, 86 y 93, varias razones han motivado el cambio que el NCHRP prepara desde 1999; siendo la principal causa argumentada el alto porcentaje de fondos destinados en los Estados Unidos para reconstruir, ampliar y mejorar los pavimentos existentes; sin embargo, detrás de esta explicación totalmente justificada, se aceptan dos realidades sustentadas en el origen del método: En primer lugar el carácter empírico del mismo, considerando extrapolaciones de condiciones de terreno, geográficas y ambientales; y el segundo, el cambio de la realidad presentada ante el crecimiento vertiginoso de las cargas actuantes.

Lo anterior se entiende recordando que el método a ser reemplazado fue el resultado del Experimento Vial AASHO² desarrollado a finales de los cincuenta en la ciudad de Ottawa, Illinois. Para llevarlo a cabo

¹ AASHTO: American Association of State Highway Transportation Officials).

² AASHO: American Association of State Highway Officials

se construyeron distintas pistas en seis circuitos viales con diferentes secciones que mantenían espesores iguales de pavimento asfáltico con un solo tipo de material de subrasante; una de las pistas se utilizó para evaluar el efecto del clima. Durante dos años se realizaron las mediciones de campo y posteriormente se inició el análisis de la información recogida (Corredor, 1998).

El método original de diseño correlacionaba la información obtenida de variables objetivas, como el daño presentado en el pavimento con subjetivas como la comodidad sentida por los usuarios; de esta manera se obtuvo la fórmula principal que relaciona la Capacidad de Servicio del Pavimento (Servicapacidad), el deterioro del mismo y las cargas acumuladas actuantes.

Los materiales que conforman el pavimento se integraron al diseño mediante números índices "a", que al multiplicarse por el espesor respectivo lo convierten en aporte estructural; estos índices se obtuvieron con base a las condiciones del suelo, factores regionales y características de materiales. Como indican Yoder y Witczak -1975, los coeficientes de capas designados como a_1 , a_2 y a_3 para las capas superficial, bases y subbases, respectivamente resultaron de la relación empírica entre la capacidad estructural del pavimento y los espesores de capa, ver figura N°1.

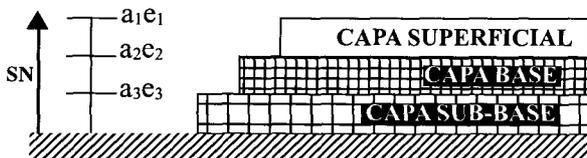


Fig. N° 1. Estructura del Pavimento

El Número Estructural -SN- del pavimento, representado en la figura por la flecha vertical a la izquierda, corresponde al aporte total necesario para que la subrasante sólo reciba el nivel de esfuerzos que pueda resistir, entonces cada capa del pavimento ofrecerá un aporte proporcional a su propio espesor, de manera que se cumpla:

$$SN \leq a_1e_1 + a_2e_2 + a_3e_3$$

Por otra parte, con relación a las cargas actuantes acumuladas, cabe destacar que éstas podían considerarse de dos formas: Efectos de Tráfico Fijo y

Efectos de Vehículo Fijo; el método de Efectos de Tráfico Fijo contemplaba un vehículo de diseño representativo ignorando el resto de las cargas, mientras que el de Efecto de Vehículo Fijo obligaba a determinar el daño de los vehículos en términos de número de repeticiones de cargas de un eje patrón, esta última fue la utilizada por AASHTO.

Con base a ésto, el número de repeticiones de cargas respondía a una fórmula que relacionaba, entre otras, diferentes variables como el Número Estructural-SN-, la Servicapacidad final, las condiciones climáticas y las características del subsuelo; obligando a incorporar factores que de alguna manera consideraran estos aspectos para lograr generalizar el método. Por ejemplo, bajo este contexto, el subsuelo fue incorporado mediante un coeficiente arbitrario "S" (Yoder y Witczak, 1975, pág. 512).

Razón del cambio de Paradigma

Durante el desarrollo de la Guía AASHTO 86, se reconoció que los procedimientos futuros deberían dejar de sustentarse en relaciones empíricas para basarse en principios Mecanísticos; de hecho la Guía ASHTO 93 contiene un capítulo dedicado al tema. Además, Según McGhee, 1999, la razón fundamental para que original-mente no se considerara este tipo de método estaba en el nivel de avance de la computación; para la fecha no existían computadoras personales. De hecho, Burmis-ter en 1940 desarrolló las ecuaciones preliminares mediante métodos analíticos para la solución problemas de esfuerzos y deformaciones en suelos estableciendo tablas de aplicación. En este sentido, se entiende como Mecanístico el uso de métodos analíticos para estimar esfuerzos, deformaciones y deflexiones que hacen racional el proceso de diseño.

Algunas de las debilidades actuales del método ASSHTO son:

- El método original no consideró la rehabilitación de pavimentos.
- Es difícil extrapolar los efectos de diferentes condiciones climáticas sobre el pavimento.
- Es difícil extrapolar los efectos de diferentes condiciones de subrasante
- No se utilizaron materiales estabilizados, que en la actualidad si se utilizan.
- La configuración por ejes y tipos de cauchos representativos de la época de los cincuenta está desincorporada en la actualidad.

- Materiales nuevos, métodos de ejecución y alternativas de drenajes no fueron consideradas en el experimento vial.
- Las cargas equivalentes aplicadas durante dos años de experimentación, actualmente son superadas en pocos meses de inaugurada una vía.
- Dos años de evaluación experimental no ofrecen información más acertada que pavimentos existentes con más de cuarenta años.

Filosofía que sustenta la Guía para Diseño de Pavimentos NCHRP

A pesar que la propuesta NCHRP intenta superar las limitaciones del método AASHTO, es razonable comprender que encuentre resistencia por parte de ingenieros y técnicos; por esta razón la filosofía de el NCHRP busca asegurar la aceptación de los usuarios y la validez del método, para lo cual se establecieron los siguientes principios:

- Será aplicada una vez validada tecnológicamente.
- Contará con versatilidad para aplicar localmente.
- Considerará el diseño de pavimentos nuevos como la rehabilitación.
- Los modelos matemáticos se basarán en métodos analíticos.
- La Guía estará acompañada de programas de computación accesibles y amigables.
- La Guía será totalmente amigable.

Cambios inmediatos que aplicará la nueva Guía

Con relación al aspecto general, se desarrolló un sistema jerárquico de tres niveles, donde cada proyecto encajará en uno único conforme su importancia, que estará determinada por diferentes factores como efectos económicos derivados de futuros daños del pavimento e información de tráfico, junto al conocimiento que se pueda tener de los materiales y métodos constructivos. El nivel N°1 representa el diseño que encaja propiamente dentro de la propuesta por contemplar la máxima exigencia; por otra parte, el N°3 es el menos conservador, necesitando menor información y exactitud.

Sobre las cargas actuantes, el principal efecto derivado de la aplicación de la nueva propuesta es la sustitución de Ejes Equivalentes por el concepto de

Espectro Total por Eje de Cargas; según el cual todo vehículo tiene su propio espectro de carga expresado en función de los diferentes ejes que contenga (Sencillos, dobles o triples).

Conforme a lo anterior, se contemplan tres niveles de procedimientos:

Nivel N°1: Procedimiento avanzado, deberá utilizarse en el diseño de corredores viales para tráfico pesado; la información de entrada requiere conteo y clasificación de vehículos pesados que utilizan la vía, incluyendo distribución direccional y por canal; Espectro de Carga específico del sitio. Ensayos de laboratorio más sofisticados como el Módulo dinámico de los materiales.

Nivel N°2: Para diseños de rutina, con información de conteos y clasificación direccional regional. Permitiendo estimaciones de tráfico para los Espectros de Carga y ensayos menos exigentes en materiales.

Nivel N°3: Procedimiento elemental o nivel más bajo de información, adecuado para vías que presenten mínimas consecuencias si el pavimento falla o bajos volúmenes de vehículos pesados. En este nivel se entiende que el diseñador no cuenta con información completa y carece del Espectro de Cargas.

Respecto a las hipótesis de fallas se mantienen los conceptos de Falla Estructural y Falla Funcional; la Falla Estructural se relaciona con el agotamiento del pavimento, reflejándose mediante grietas y deformaciones que indican la necesidad de realizar mantenimiento. La Falla Funcional está asociada con el nivel de comodidad que ofrece el pavimento al usuario, evaluado hasta la fecha según el Índice de Servi-capacidad Presente (PSI), que representa una medida empírica de las alteraciones del pavimento que afectan la comodidad del usuario durante el período de vida del pavimento; la propuesta contempla la sustitución del PSI por el indicador IRI -International Roughness Index,- que es una medida normalizada de la aspereza de una superficie; con la ventaja de presentar buena correlación con la Servicapacidad y ser consistente independientemente de la velocidad que mantenga el vehículo.

Sobre los materiales a utilizar en la construcción de pavimentos, se consideran tres niveles de caracterización según el grado de tecnología y calidad de laboratorios con que se cuente; entendiéndose que el Nivel N°1 al ser más exigente requiere de la caracterización de los materiales conforme a su origen y uso; para pavimentos asfálticos se exige el Módulo

Dinámico, los de concreto requieren del Módulo Elástico; los materiales de bases, subbases y la subrasante, el Módulo Resiliente; todos obtenidos mediante la ejecución de ensayos; el Nivel N°2 permite estimar los parámetros de caracterización y el Nivel N°3 acepta que la información no puede ser obtenida. La tabla N°1 resume lo expuesto.

Exigencia	Medido	Estimado	Omisión
Materiales/ Nivel	1	1	1
Cocreto Asfáltico	Modulo Dinámico	Modulo Dinámico	Modulo Dinámico
Concreto	Modulo Elástico	Modulo Elástico	Modulo Elástico
Materiales Estabilizados	Módulos	Módulos	Módulos
Materiales Granulares	Módulo Resiliente	Módulo Resiliente	Módulo Resiliente
Subrasante	Módulo Resiliente	Módulo Resiliente	Módulo Resiliente

Tabla N°1. Caracterización de materiales

Resultados esperados con la aplicación de la nueva Guía.

El objetivo a mediano y largo plazo es disminuir la inversión en gastos de rehabilitación de pavimentos, por lo que la Guía NCHRP tiene como finalidad disminuir las fallas prematuras de pavimentos antes de cumplido el período de diseño, conforme se observa en la figura N° 2.

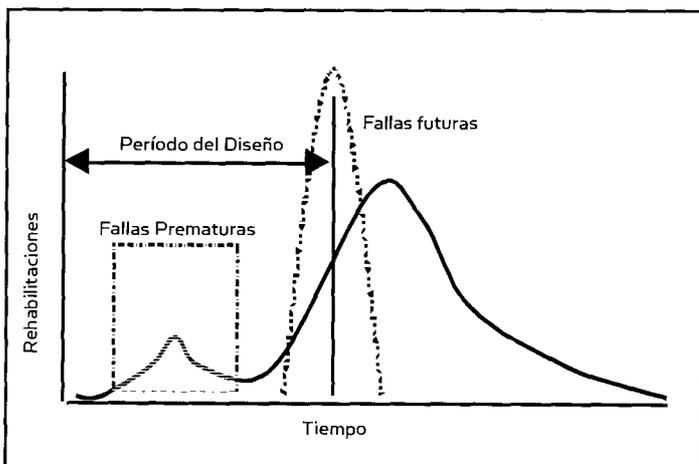


Figura N°2. Comportamiento del pavimento
(Fuente: McGhee, 1999)

La línea de trazo grueso representa en función del tiempo el comportamiento de pavimentos rehabilitados, donde las fallas prematuras equivalen a un porcentaje importante. A pesar que parte del trazo se concentra cerca del Período de diseño, existe un grado de dispersión apreciable debido a las razones expuestas; la curva punteada corresponde al estado deseado de fallas futuras que deberán concentrarse hacia el final del Período de Diseño, lo que se espera alcanzar mediante la aplicación de métodos Mecánicos con base a los Niveles citados.

Para terminar, es importante destacar que independientemente del grado de tecnología que se alcance, las variables a considerar dentro del diseño de pavimentos son muchas, y no todas están bien conocidas; por esta razón la palabra "Empírico" se mantendrá durante largo plazo. Entonces, deberá esperarse suficiente tiempo para observar los resultados de la aplicación propuesta.

Bibliografía

- Corredor, Gustavo. Apuntes de Pavimentos Vol. III. Editorial Lola Fuenmayor. 1998
- Mc. Ghee, K.H.. Sumary of the proposed 2002 Pavement Design Guide. NCHRP. Project 1-37^a. 1999
- Montejo Alfonso; Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Segunda Edición. Ed. Universidad Católica de Colombia. 1998
- Yoder, E. J. y Witczak, M. W.. Principles of Pavement Design. Ed. John Willey & Sons, Inc. 1975.
- Guide for the Design of Pavement Structures. AASHTO. 1993



**LA
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
Y EL
AMBIENTE**

Antecedentes

Puede decirse que el proceso desarrollo de la ingeniería industrial en Venezuela se inicia con relativo ímpetu a partir del año 1958 y de la década de los años sesentas, con el empeño en promover la creación de industrias substitutivas de productos que se importaban, especialmente de Norteamérica, y con un marcado énfasis en las industrias Tradicionales: Industrias de Alimentos e Industrias Textiles, en las Industrias Intermedias: Industrias Químicas, Derivados de Petróleo y Carbón y las Industrias Metálicas Básicas y las Industrias Metalmeccánicas: Maquinaria e Industria del Transporte incluyendo la Industria Siderúrgica de Venezuela y la industria de Metales no ferrosos como Aluminio Alcasa.

Entre las metas propuestas para el V Plan de la Nación se encontraban las de incentivar la demanda interna de productos químicos, especialmente los fertilizantes, con una tasa promedio de crecimiento, a partir de 1975 del 18,1% la más alta en las Industrias Intermedias para el período 1975-1980, como consecuencia de una disminución en el abastecimiento externo de 7,5% y un incremento interanual de las exportaciones del 19,6% en ese mismo período.

En cuanto al avance en la diversificación de los productos derivados del petróleo, las importaciones presentaban una situación de dependencia tecnológica. La actividad refinadora de petróleo fue en cierta forma conservadora, siendo la tasa de crecimiento promedio esperada en el período 1975 a

■ Ing. JOSEBA A. LASCURAIN (†)
I.C, I.I, M.Sc., Profesor Titular

1980 tan solo un 0,3%, alcanzando en el año 1980 un valor de 3.811 MM Bs. ,a precios de 1980, debido a la disminución en las exportaciones del 40,6%. Esta disminución tuvo como causa la imposición de políticas reguladoras en el uso de los recursos naturales energéticos y de conservación y aprovechamiento, en términos del mayor beneficio.

Poblaciones y vecindades propicias para tales desarrollos como Cagua y Valencia y su orillar en torno al lago del mismo nombre, ofrecían exoneraciones de los impuestos municipales hasta por diez años a los industriales que se asentaran en sus predios, sin prever los daños al ambiente que esas mismas industrias generarían, como el almacenamiento de agua disponible en el subsuelo, ni se planificaron dentro de la distribución espacial de los terrenos, la sectorización de las mismas, en función del tipo y características de los contaminantes descargados por los equipamientos industriales.

El crecimiento industrial ha sido expansivo y poderoso. Así lo pueden reseñar los cronista de esta hermosa y bien planificada Ciudad Guayana. Yo mismo viví la experiencia de diseñar y supervisar la construcción de gasoducto Anaco-Puerto Ordaz; obra pionera en aquel entonces, que atraviesa el gran río Orinoco y transmite aún hoy día gas natural a un significativo número de industrias de alto consumo energético en este complejo industrial.

industrias de alimentos realmente controladas en la Sección de Industrias de Alimentos de la Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social para el año de 1969 no eran más que 1.963. En el Cuadro 1 se presenta la distribución de las industrias según el tipo, en Venezuela, para el año 1969.

En el contexto de lo narrado hasta ahora, debo recalcar que ya se mantenía a través del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social un marcado interés en preservar la salud de la ciudadanía a través de programas de salud pública ambiental y ocupacional directamente encaminados a controlar todo tipo de descargas al ambiente que afectarían: agua, aire, suelos y, también, se controlaban los procesos en instalaciones industriales que afectarían a la población obrera contra radiaciones ionizantes, ruido, calor, emisiones gaseosa tóxicas, etc., creando las primeras regulaciones sanitario-ambientales de ese decenio. El Cuadro 2 presenta la Lista de Reglamentos y Normas desarrolladas para el Control de Industrias de Alimentos. Como dato curioso de aquel entonces hay que notar que se hicieron los "Requerimientos mínimos Necesarios en el Equipo de una Refinería".

Mediante el Decreto Nº 884 del 14 de noviembre de 1962 se reglamentaron las labores cooperativas a desarrollar por el MSAS con Gobernaciones del entorno deñ área donde trabaja y vive.

Deberíamos aplicar estos índices en nuestros estudios ambientales y que estos índices sean del conocimiento público.

Qué me iba a imaginar yo al terminarse la obra, en la cual se tuvo que intersectar la laguna rebalsera, al sur de la Isla Pancho Cierito del río Orinoco, para continuar el avance de la línea hasta la estación terminal de medición y distribución industrial de gas en la zona, afectando a una población de nativos que vivían de la pesca en ese mismo lugar, que con el transcurrir de los años, esa laguna se convertiría en un descargadero de residuales del procesamiento de la bauxita, con potencial para contaminar substancialmente al magno río Orinoco, con caudales hasta de 38 millones de litros/segundo.

Reencuentro, por otra parte, que el número de industrias de alimentos existentes en el país, según el censo industrial de 1963, era de 3.030. Pero las

Estadales, Municipalidades e Institutos Autónomos⁷ Entre las variadas actividades de carácter sanitario-ambiental que se realizaban por períodos anuales con los estados fue la de la asesoría, administración, recolección, transporte y, disposición final de materiales desechados en programas de aseo urbano y domiciliario de ciudades y el control de murinos para la Industria arrocera.

La población estimada para 1971 era de 10.910.00 habitantes aproximadamente, de los cuales 3.620.000 formaban la población económicamente activa. De esta población económicamente activa 598.000 personas estaban empleadas en la industria manufacturera, 222.000 en la industria de la construcción y 700.000 en la agricultura. O sea, en

grupos tradicionalmente considerados los de mayor exposición a riesgos ocupacionales (es decir: ambientales). Hoy día (1997) estas cifras se han desarticulado en un amplio abanico de múltiples actividades humanas donde los riesgos a la salud física y a la mental se han desplazado hacia las primeras causas de muerte (cáncer, accidentes viales, alcoholismo, desnutrición, demencia y otros) y donde también se puede calcular la probabilidad de muerte de un ciudadano por distintas causales conociendo las características del entorno del área donde trabaja y vive.

En 1963 la distribución espacial de los establecimientos industriales era de 138.243, en todas las actividades económicas, y de estas, el 28,5% estaban situadas en la Zona Metropolitana de Caracas. En el sector de la industria Manufacturera, existían en el país 22.206 establecimientos, de los cuales el 38,1% se encontraban en la Zona Metropolitana de Caracas. La Zona Central el 11,5% y el resto del país el 21,4%. Por otra parte el 87,2% de las industrias manufactureras empleaban menos de 9 obreros en 1963 y el 98,7% empleaba menos de 100 trabajadores.

En cuanto a la formación de ingenieros industriales en Venezuela, este proceso se inicia en la Universidad Católica Andrés Bello de Caracas en el año 1959, por iniciativa de los recordados profesores Dres. Santiago Vera Izquierdo, Alfredo Anzola Montaubán y Blas Lamberti, quienes presentaron y recibieron la aprobación del primer pensum de estudios de Ingeniería Industrial de la UCAB (En ese año se llamó: Ingeniería de Ciencias Técnicas Industriales) que en muchos aspectos contiene directrices académicas de orientación europea.

Era tan desconocido el ámbito de trabajo del ingeniero industrial en nuestro país como actividad

profesional, que en varias ocasiones en los años 1974 y 1975 me tocó, al inicio de clases, como Decano de la Facultad de Ingeniería de la UCAB dictar cursos de orientación profesional a estudiantes que deseaban conocer para qué servía la carrera de Ingeniería Industrial.

Ahora bien, tratando de unir el ejercicio profesional de la carrera con el aspecto "Ambiente" que nos toca desarrollar en esta oportunidad, nada mejor que recordar de esos años setentas, que los egresados de las aulas de la UCAB, con el título de Ingeniero Industrial se esperaba fueran:

profesionales en los cuales cito: "con el conocimiento de las Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas, Económicas, Gerenciales y las Técnicas que se derivan, ganadas por el estudio, experiencia y práctica, las aplique con juicio y como medio para desarrollar y utilizar económicamente los materiales, maquinarias y equipos. la armonía del conjunto hombre-industria-ambiente, y las fuerzas de la naturaleza para el progresivo bienestar del conglomerado nacional y de la humanidad en general; con la ayuda del pensamiento creador, el sentido de protección y mejoramiento del ambiente, el aprovisionamiento de los elementos necesarios para la vivienda, alimentación, vestido, industria, transporte y comunicaciones, y el de proporcionar las estructuras necesarias para el uso y bienestar del hombre y por el hombre".

(Aprobado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería en su Reunión N° 9 de fecha 25 de Abril de 1977).

¿Puede haber una definición más precisa que interprete la formación en la carrera de Ingeniería Industrial Venezolana y su íntima relación con el Ambiente y el Desarrollo Económico deseado?

Me atrevo a señalar que pocas veces en la historia de la administración pública nacional, hayan podido tan pocos hombres, lograr alcanzar objetivos tan elevados en salud pública, salud ocupacional y ambiental, y con una relación beneficios/costos tan altos, como los que se logró en los 16 años del corto período de vida de actividades de saneamiento - ambiental del lapso 1960 a 1976. (p. e Desplazando de las primeras posiciones epidemiológicas los índices de muertes en edad infantil, en el medio rural, por causa de enfermedades de origen hídrico y enfermedades de origen biótico). Protesto el año 1976 como fecha de nacimiento del MARNR y muerte de la DMSA-MSAS ya que el MARNR se llevó lo mejor de la DMSA-MSAS y nos dejaron morir como el Samán de Güere.

(Para mayor información se recomienda leer del Dr Arnoldo Gabaldón en: Una Política de Salud. Tomo I. MSAS. Caracas pags. 409 a 413 " Estados Unidos obra en forma similar a Venezuela ").

De su Evolución

Pasando ahora a los orígenes y evolución en Venezuela del concepto de reorganización sanitaria atado al Ambiente o Medio Ambiente, como se decía en la década de los años setentas, se puede señalar que el mismo ya aparecía dentro de la concepción filosófica atinente a los beneficios derivados de la simbiosis salud-saneamiento-ambiente del ministro Dr. Arnoldo Gabaldón, al crear durante su mandato en el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, según Decreto 406 del 6 de Diciembre de 1960, la Dirección de Malarialogía y Saneamiento Ambiental.

Saneamiento Ambiental: término que de hecho estaba destinado a menguar y/o liquidar en el lexicón de la OMS y del MSAS de Venezuela, como

consecuencia de la repercusión originada por las recomendaciones del I Congreso Mundial del Hombre y del Ambiente auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas en Estocolmo, Suecia en el año 1972.

La más importante consecuencia de la conferencia fue la creación del United Nations Environmental Programme (UNEP) en el cual, el mayor enfoque ha sido el lograr un consenso científico sobre los mayores eventos ambientales del planeta y los estudios necesarios para lograr un "desarrollo sostenible" aumentando los estándares de vida sin destruir el ambiente.

Para la fecha de su creación en 1972 solamente 11 países mantenían en sus gobiernos ministerios/secretarías del Ambiente.

En el siguiente espacio los invito a que tratemos de pensar con claridad y respondamos a las siguientes 4 preguntas que se hacen para entender el conflicto y la superimposición de leyes atinentes al "Ambiente" en Venezuela:

- (1) Qué es el Ambiente según el MARNR?
(Ley Orgánica del Ambiente)
- (2) Cómo entiende el ciudadano lo que se desea conservar, defender y mejorar?
(Ley Orgánica del Ambiente)
- (3) Cómo se ordena el territorio en concordancia con la Estrategia de Desarrollo Económico y Social a largo Plazo de la Nación?
(Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio)
- (4) Qué caracteriza a un daño ambiental y cómo se mide en cada caso?
(Ley Penal del Ambiente)

Khalil Gibran
(Poeta del siglo XX)
dice en "El Profeta": De las Leyes

Un jurista dijo: Maestro, ¿Qué dices de nuestras leyes?
Y él contestó:

Os complacéis estableciendo leyes,
sin embargo, os deleita más violarlas,
A semejanza de los niños que, jugando en la playa,
construyen torres de arena, para luego
destruirlas entre risas.

Pero, en tanto construís vuestras torres de arena,
el océano acarrea más arena a la playa,
Y cuando las derrumbáis, ríe con vosotros el
océano.

En verdad, el océano ríe siempre con el inocente.....

En 1982 el número había crecido hasta 106, incluyendo a Venezuela en el año 1976, cuando se promulgan las Leyes Orgánicas del Ambiente y de la Administración Central, en esta última creando el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR).

Posteriormente, en 1983 se promulga la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio, recibiendo el MARNR nuevas competencias en la planificación y administración de los usos del territorio Nacional.

Respuestas

1) No existe ninguna definición de "Ambiente" en la Ley Orgánica de la Administración Central, Ley Orgánica del Ambiente, Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio y Ley penal del Ambiente, que son los cuatro (4) pilares fundamentales sobre los cuales se apoyan las acciones del MARNR.

En septiembre de 1978, dos años después de su nacimiento, el MARNR, en colaboración con el (UNEP) adoptó una definición operativa que no la entiende casi nadie. Parece tomada de las novelas de ciencia ficción. Esta es la perla:

>>Cito>> "Ambiente es un conjunto de elementos animados e inanimados, naturales y artificiales, cuya dinámica sobre un espacio determinado nos interesa en función de la satisfacción de las necesidades básicas de la población presente y futura que en él asienta".

Parece que nos encontramos sumergidos, desde hace 21 años, en el remolino turbulento de una gran falacia

Me entiende usted amable escucha? ¿Cuáles son las implicaciones económicas para toda persona natural y Jurídica que quiera invertir en el desarrollo industrial del país, cuando los decretos, reglamentos y normas que de ellos se derivan utilizan, luego, una terminología, con consecuencias penales, ambiguas, imprecisas, sin poderlas verificar por mediciones precisas,, sujeta a multitud de interpretaciones, dependiendo del concepto y/o conocimiento que tenga el funcionario de turno sobre el fondo científico del tema a tratar.

2) El objeto de la ley se complica más al notar en el Capítulo I, Artículo 3º que a los efectos de esta Ley, la conservación, la defensa y el mejoramiento del ambiente comprende 11 actividades donde, identificadas, se utilizan indefiniciones etimológicas en las siguientes conjunciones de vocablos: valores

del ambiente, equilibrio ecológico, problemas relacionados con el ambiente. Pero se derrama el vaso de agua cuando se incluye, agotado el vocabulario auto-interpretativo, en las actividades relacionadas con el ambiente, la siguiente antítesis: >>Cito>> "Cualesquiera otras actividades que se consideren necesarias al logro del objeto de esta ley".

Si retornamos la pregunta al origen: Cuál es el objeto de la Ley ?, resulta que no hay ley porque no hay objeto definido. Es decir, no se define qué es Ambiente; luego no hay objeto; luego no hay ley !!!!!

3) El objeto de la Ley Orgánica para la Ley de Ordenación del Territorio está claramente definido en el Título I. Disposiciones Generales. Artículo 1º. Donde la secuencia se complica es en el Artículo 2º cuando al final del mismo artículo dice: >>Cito>>....."y uso de los recursos naturales y la protección y valorización del medio ambiente, como objetivos fundamentales del desarrollo integral "

Si hacía siete años atrás (16 de Junio de 1976) se legislaba en la Ley Orgánica del Ambiente sobre la indefinición del término Ambiente, cómo se debe entender en la Ley de Ordenación Territorial (11 de Agosto de 1983) que se estuviera legislando como objetivo fundamental la protección y valorización del medio ambiente?.

4) Para responder a esta pregunta hay que ampliar un poco el tema, porque esta parte corresponde al uso y abuso del Reglamento de la Ley Orgánica del Ambiente sobre Estudios de Impacto Ambiental en Venezuela, desde su origen, como Decreto N° 2.213 el 23 de Abril de 1992, hasta la versión más reciente constituida por el Decreto N° 1.257, 13 de Marzo de 1996. Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente.

Como en el auditorio debe haber ingenieros y profesionales de las ciencias ambientales, que deben haber participado profesionalmente en estudios de efectos susceptibles de degradar el ambiente, por actividades industriales de variable naturaleza, a fin solicitar las aprobaciones correspondientes, debo pedirles que se fijan en el sustancial cambio que ha

tomado el nombre: Por un lado Reglamento, por otro lado Normas. Por lo más lejano y confuso: Estudios de Impacto Ambiental, y por lo más reciente y más realista: Evaluación Ambiental.

La Industria petrolera nacional, desde mediados de los años setentas se hizo pionera de los estudios de Impacto Ambiental (EIA). Es la industria que más experiencia ha tenido en todo el territorio nacional en establecer las líneas bases de parámetros ambientales que permiten luego comparar los efectos de sus instalaciones sobre el aire, el agua, el suelo, sonido, radiaciones, tóxicos, flora, fauna, socio-económico y estéticos en grandes áreas del país, consumiendo inmensos recursos para satisfacer las demandas del MARNR. en muchas ocasiones no tan bien justificadas. Por lo demás no existe ninguna otra industria en el país que le haya dado mayor importancia y cuente con tanto dinero para pagar los estudios ambientales pertinentes.

Después de casi una década de experiencias con la Industria petrolera, el Instituto de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Simón Bolívar pudo definir tres niveles de alcances, dependiendo de las necesidades de la industria, y los aplicó satisfactoriamente cubriendo con metodologías robustas las expectativas y necesidades de las partes involucradas. Así:

Primer nivel: Diagnóstico Acelerado de los problemas asociados actuales y futuros de la infraestructura existente para generar medidas correctivas de necesidad inmediata.

Segundo nivel: Haciendo uso de la experiencia probada de sus especialistas en proyectos similares o parecidos, de proyectos en pleno desarrollo se hace el Diagnóstico Comparativo para establecer medidas preventivas incorporables a la ingeniería de detalle, así como las medidas mitigantes y correctivas por efectos acumulados.

Tercer nivel: Con la participación temprana del equipo de trabajo en el proyecto de la obra, haciendo uso de un Diagnóstico Precoz, se incorporan muchas soluciones, medidas mitigantes y correctivas de carácter ambiental que son previamente consultadas con la industria, sus asesores contratados y reforzadas por la opinión de especialistas del MARNR.

Son varias las metodologías que se han empleado desde su inserción reguladora en la Ley del Ambiente, y muchas las quejas y reclamos a sus distintos requerimientos. Nunca se sabrá cuántos millones de Bolívares se gastaron innecesariamente en años de

aplicación incierta, de una reglamentación tan compleja como la referida a los Impactos Ambientales.

--Pero, dice Juan sin Miedo, quién tiene una pregunta simple en sus labios: ¿Qué es un Impacto Ambiental según la Legislación Venezolana? Respuesta: no está definido!!! Entonces: ¿Cómo legislamos lo que de dicha idea, ideario o sueño, se concatena o resulta? Respuesta: Con inconsistencias, confusiones, derroche de dinero, e injusticias. Ante lo contundente de las respuestas y su irremediable asombro, este sujeto preguntón coge el diccionario y lee:

>>Cito>> Impacto.(DEI. lat. impactus) m. Choque de un proyectil en el blanco //2. Huella o señal que en él deja (España: D de la LE).

--Juan sin Miedo que había estudiado ingeniería sabía que para generar una huella o señal en un blanco (léase Ambiente) el blanco debe deformarse y según las leyes de Robert Hooke, para deformarse se requiere la acción de un esfuerzo, y un esfuerzo es una fuerza por unidad de área, y ambas requieren un coeficiente que las enlace (Por qué no llamarlo un Módulo de Elasticidad Ambiental!!!). ¿Y el área será físicamente una superficie plana o un fractal?

¿Y los efectos sobre los medios socio-económicos y los estéticos se pueden seguir llamando Impactos Ambientales?

--Meditaba Juan sin Miedo. Caramba!! El que inventó el vocablo debió ser un genio publicista, porque la palabra realmente nos hace evocar imágenes virtuales de cosas que no existen, que no son como parecen ser, que nos cuesta mucho dinero demostrar su valor, y que en multitud de casos no sirven para mucho en nuestro medio!!

--¿Qué está pasando aquí?-- se pregunta Juan sin Miedo. ¿Será que la segunda ley de la termodinámica (Entropía) está dechada de malas noticias técnicas en los laboratorios de mis cordilleras, llanos y mares? O bien según dice James Gleick >>Cito>> "La complejidad florece en nuestro mundo, y quienes recurren a la ciencia para entender de modo general los hábitos de la naturaleza quedarán más satisfechos con las leyes del caos"? (CAOS, pag. 308).

Hay por lo menos tres interpretaciones (D.J. Morris 1993) del término Estudio de Impacto Ambiental según (Lincoln-Smith, 1991). Primera: A priori se puede referir a la predicción de cambios en entes naturales en respuesta a una perturbación, o a la predicción de costos (económicos, sociales,

ambientales, estéticos) resultantes de esos cambios. Segunda: También puede incluir la medición de los cambios que actualmente ocurren cuando la perturbación se verifica. Por último, la tercera, es una interpretación combinada las dos anteriores, en un proceso formal en la que la predicción se enmarca dentro de una hipótesis ensayable, y el monitoreo de los cambios subsecuentes proporciona los resultados del ensayo (Hilborn & Walters, 1981. Fairweather, 1989. Peterman, 1990. Lincoln-Smith, 1991). Todo lo aquí indicado requiere una extensa explicación, de manera que por la brevedad del tiempo lo dejamos así, sin mayores detalles. En otra ocasión será!!..

Del Ambiente y su encuentro con el Siglo XXI

La Pontificia Academia de Ciencia, el Director General de la UNESCO, 1500 científicos del mundo, unas 12 academias de ciencias nacionales y 99 premios Nobel suscribieron un documento titulado Warning to Humanity (1992) donde declaran:

>>Cito>> " los seres humanos y el mundo natural se encuentran en un camino de colisión que puede alterar el mundo viviente de tal manera que será incapaz de sostener la vida en la manera como la conocemos".

El próximo encuentro del Ambiente con el Siglo XXI se halla plagado de dificultades con características globales, tales como: Calentamiento del planeta tierra, agotamiento de la capa de ozono, contaminación del aire, destrucción de las selvas húmedas y lluvias ácidas, desnutrición, sobrepoblación, extinción de las especies, contaminación de las aguas y elevación del nivel de las aguas de los océanos, cambios en la producción y consumo de energía y sus efectos sobre el ambiente, aumento de la resistencia de microorganismos generadores de enfermedades ya desaparecidas y nuevas enfermedades, proliferación de armamento incontrolado de sustancias químicas tóxicas y biocidas, aniquilamiento masivo de seres humanos por enfrentamientos religiosos, racismos y disputas territoriales que se hacen cada vez más numerosos, el dominio de la comunicaciones, del WorldWideWeb y sus efectos socio-económicos sobre el hombre ..y paremos de contar!!!.

Tomando al azar uno de los mencionados temas, para describir lo que se nos enfrenta en muy breve tiempo, en ese camino de colisión, por ejemplo:

"Agotamiento de la capa de ozono", veamos lo que se conoce de este apocalíptico sueño.

En 1970 los científicos descubrieron que una fina capa de ozono, que se encuentra en la parte superior de la estratósfera (12 a 120 km de altura), que sirve para resguardar a la tierra de los dañinos rayos ultravioletas provenientes del sol, era atacada por sustancias químicas producidas por el hombre para fabricar sistemas de aire acondicionado, refrigeración casera, vehicular e industrial, aerosoles y solventes para limpiar . Estas sustancias se identificaron como CFCs, o sea clorofluorcarbonados, cuyo particular comportamiento es el de elevarse a muy grandes alturas en la atmósfera y desprender sus moléculas de cloro, atacando y rompiendo los enlaces electrónicos del ozono hasta sus constituyentes de oxígeno, sin que el cloro sea afectado por su interacción con el ozono, de manera que las moléculas de cloro conservan la capacidad para reaccionar con grandes cantidades de ozono por un largo período de tiempo.

Ahora bien, el aumento de la penetración y de la intensidad conque la radiación ultravioleta golpea la superficie de la tierra da lugar a un aumento significativo en el cáncer de la piel y cataratas en seres humanos, pero también afecta a su sistema inmunológico reduciendo su capacidad de responder a las infecciones.

Por si fuera poco, la base de todas las cadenas alimentarias de los océanos, como lo es el plancton, es afectada negativamente al reducirse su tasa de crecimiento, aumentando la emisión de gas carbónico a la atmósfera y propiciando el aumento de temperatura del planeta . En estas reacciones en cadena el cloro continuará reaccionando con el ozono por décadas, aunque se erradique la producción global de los CFCs, y a su vez , el calentamiento previsto puede dar origen a más ozono destruido.

Aún si se cumple con el acuerdo del Protocolo de Montreal, de 1987, para prohibir la producción de sustancias que agotan la capa de ozono, en el año 2000 la pérdida de ozono llegará a su máximo.

Si los países más industrializados no hacen algo rápidamente para reducir su inmenso consumo de energía, del insaciable agotamiento de los combustibles fósiles, evitan las deforestaciones y la quema de sus bosques, disminuyen los procesos contaminantes de su industrialización acelerada, y otros, la destrucción del ozono continuará más allá de la fecha indicada.

Tal vez la cumbre de Kyoto, a realizarse en Diciembre de 1997, arroje mejores resultados para la humanidad que la Conferencia sobre Ambiente y Desarrollo auspiciada por las Naciones Unidas y celebrada en Río de Janeiro, Brasil en 1992.

Reconocimiento y Despedida

Al concluir esta disertación deseo agradecer al Comité Organizador del III Congreso de Ingeniería Industrial y de Producción y al Presidente y demás miembros Directores de la Asociación Venezolana de Ingenieros Industriales, su amable invitación a participar en esta jornada, que me ha brindado la oportunidad de compartir con ustedes las inquietudes y experiencias aquí presentadas.

EPÍLOGO

Visión retrospectiva desde Caracas el 26-2-2003

Preparado por:

El Protocolo de Kyoto

Convención Marco de las Naciones Unidas

SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

(MARZO 1998).



ESTUDIO NUTRICIONAL DE LAS HOJAS DE GRIFO NEGRO (MACROLOBIUM BICUSPIDATUM)

Resumen

En observaciones de campo realizadas en los Valles del Tuy se ha visto que las hojas del Grifo Negro (*Macrolobium bicuspidatum*) son muy apetecidas por las aves domésticas y su uso para la alimentación de las mismas es relativamente frecuente por los campesinos de la región.

Dado que el costo, escasez y accesibilidad de los alimentos para las aves domésticas establece un reto en la búsqueda de fuentes alternas de alimentación, que pudieran ser un soporte razonable en la cría de dichos animales, en este trabajo se evaluará la posibilidad de utilizar el Grifo Negro como fuente no convencional de proteínas, por ser esta leguminosa una especie que crece abundantemente en la zona de los Valles del Tuy y es resistente a los cambios climáticos propios de esta región de Venezuela.

En el presente trabajo, con el fin de estudiar el valor nutritivo de las proteínas de las hojas de Grifo Negro, se determinó la composición química de la Hoja de *Macrolobium bicuspidatum* (Humedad, cenizas, proteínas y extracto etéreo), se preparó un concentrado proteico foliar (sé licúan las hojas a pH básico, se extraen las proteínas y estas se precipitan a pH 4.5), y se efectuaron los siguientes análisis:

Análisis Químico: Humedad, cenizas, proteínas, fibra cruda, extracto etéreo, así como también su contenido de minerales (Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio), taninos (factor tóxico).

Ensayos Biológicos: Digestibilidad in vivo

Propiedades Funcionales: Densidad proximal, Absorción de agua, Absorción de grasa, Sólidos

- Soledad R, Beatriz*
- Adames M, José**
- Luzardo, Melissa

Universidad Católica Andrés Bello*
Universidad Simón Bolívar**

suspendidos, pH, Facilidad para humedecerse, Solubilidad.

Se obtuvo un concentrado con alto contenido de proteínas, bajo contenido de cenizas, y de una alta digestibilidad in vitro, sin embargo es necesario nuevas investigaciones in vivo para evaluar su utilización como fuente no convencional de proteínas en aves domésticas.

I. Introducción Teórica

El ser humano, al igual que todo organismo viviente, necesita alimentos que le proporcionen energía y nutrientes necesarios para mantener vivos sus tejidos y realizar todas sus funciones corporales, debido a esta necesidad, el hombre ha buscado la manera de asegurar su sustento creando y desarrollando la agricultura y la cría de animales, comprometiéndose implícitamente a suministrarle a los animales domésticos y de manera eficiente, alimentos de adecuado valor nutritivo (8).

Se estima que cada persona requiere aproximadamente 0.9 gramos de proteínas por Kilogramo de su peso corporal por día, éstas proteínas están formadas por componentes más pequeños denominados aminoácidos. Se conocen alrededor de 20 aminoácidos, muchos de los cuales pueden sintetizarse en el organismo a partir de materiales más sencillos suministrados por los alimentos, sin embargo hay 8 aminoácidos que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser ingeridos a partir de vegetales o animales, estos aminoácidos son conocidos como aminoácidos esenciales. Es por ello que no sólo la cantidad de proteínas es importante sino también es necesario que esa proteína tenga alta calidad biológica.(13)

En general el alimento de origen animal contiene un mayor equilibrio de proteínas para los seres humanos que el alimento de origen vegetal, considerándose por ello a los animales como fábricas de proteínas cuya materia prima es el alimento vegetal.

Se han realizado en los últimos años numerosos estudios utilizando fuentes no convencionales de proteínas para la preparación de alimentos para animales.(2,3,4,5,7,9,12)

Dentro de las alternativas planteadas para el empleo de fuentes no convencionales de alimentos se encuentran las proteínas marinas, microbianas y de hojas, siendo estas últimas una de las fuentes más prometedoras por su economía y abundancia.

El uso de follajes de plantas como Musáceas, Leguminosas y Graminias en la alimentación animal, hasta hace algunos años se destinaba a la alimentación de animales poligástricos, como el ganado bovino, ovino y caprino, sin embargo en las dos últimas décadas se ha intensificado el estudio de follajes tales como la yuca (*Manihot esculenta*) y mata de ratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de monogástricos.

En este trabajo se evalúa la posibilidad de usar el Grifo Negro (*Macrolobium bicuspidatum*) como fuente no convencional de proteínas en la preparación de un alimento no convencional para las aves domésticas que posea un alto contenido de proteínas, bajo contenido de cenizas y alta digestibilidad. Se escogió a esta leguminosa por ser ésta una especie que crece en la cordillera de la costa entre los 400 y 800 metros de altura, en zonas áridas, lo que la hace una planta muy resistente al clima de la zona costera central de Venezuela. Estas hojas son producto del desmonte y presenta un alto rendimiento de materia seca por hectárea.

El Árbol crece de doce a quince metros de altura tiene ramitas glabras o casi glabras, pecíolos y pedúnculos jóvenes pubescentes, y hojuelas en 40-10 pares, sésiles, oblicuas, generalmente oblongas o elíptico-lanceoladas, a veces ancho-oblongas, 1-5 centímetros de largo y 9-20 milímetros de ancho, de base asimétrica y ápice agudo o ligeramente bicuspidado, ligeramente velludas en el nervio central de ambas caras. Flores en racimos axilares o terminales. Tubo del cáliz 7 milímetros de largo, glabra; lóbulo exterior sub-orbicular, 5.5 mm de largo y 5 mm

de ancho. El pétalo es oblongo brevemente unguiculado de color rosado con los nervios oscuros, 14-16 mm de largo, tiene 3 estambres, ovario hirsuto, largamente estipitado. Legumbre glabra, alargada, 8-13 cm de largo y 4-4.2 cm de ancho con 3-4 semillas lisas y obovado-orbiculares, 2.5 cm de largo, 2 cm de ancho y 4 mm de grueso. Fue caracterizado por Pittier.

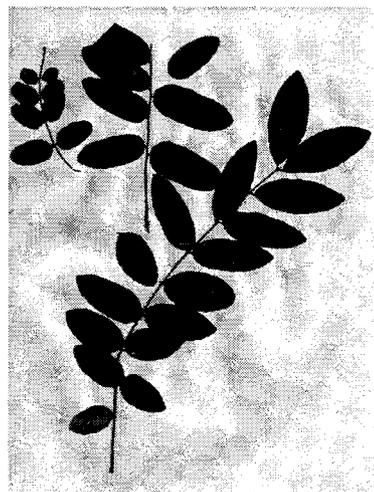


Figura N°1. Fotografía representativa de las hojas de Grifo Negro (*Macrolobium bicuspidatum*)

El objetivo de este trabajo es evaluar nutricionalmente a la hoja de *Macrolobium bicuspidatum*, con el fin de utilizarla como fuente no convencional de alimentos para las aves domésticas.

II. Materiales y Métodos

A. Estudio del Valor Nutritivo de las Proteínas de las Hojas de *Macrolobium bicuspidatum*

Con el fin de determinar la composición de la hoja de *Macrolobium bicuspidatum* se procedió a realizar los análisis de Humedad, cenizas, proteínas y extracto etéreo a las hojas frescas recolectadas de especies silvestres de esta planta.

A.1. ANALISIS QUIMICO:

- 1) La humedad se determinó por el método de desecación en estufa hasta peso constante A.O.A.C (1)
- 2) El análisis de cenizas se determinó por el método de la A.O.A.C. (1)
- 3) El análisis de Extracto Etéreo (grasa Cruda) se determinó por el método de la A.O.A.C (1)
- 4) Las proteínas se determinaron por el método de Kjeldahl (A.O.A.C) (1). La destilación se efectuó en una unidad de destilación del equipo BUCHI. Se tomó como factor para la determinación del % de proteínas 6.25.
- 5) Determinación de Fibra Cruda. A.O.A.C.(1)

El procedimiento experimental seguido para estos análisis fue el siguiente:

1) Determinación de la Humedad

El porcentaje de Humedad se determina por diferencia entre el peso de la muestra inicial y su peso luego de secar en estufa a una temperatura de 105-110 °C durante 4 horas y luego a intervalos de una (1) hora hasta alcanzar peso constante

2) Determinación del contenido de Cenizas

Se calcina la muestra en una mufla a 525 °C por 2 horas y luego a intervalos de una hora, hasta llegar a peso constante.

3) Determinación de Grasa Cruda (Extracto etéreo)

La muestra seca se tritura, se pesa y se coloca en un dedal, se coloca algodón dentro del dedal y se introduce en el portadedal de vidrio y se adapta al equipo

de extracción. Se extrae en reflujo continuo con éter durante 5-6 horas, se retira el dedal, se evapora el éter y se deseca a 110 °C hasta peso constante y se pesa. Se determina el porcentaje del extracto etéreo por la fórmula:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{Peso extracto etéreo} * 100}{\text{Peso muestra}}$$

4) Determinación de Proteínas

Se efectúa la digestión con aproximadamente 0.5 g de muestra, 0.2 g de HgO, 5.8 g de K₂SO₄ y 12 ml de H₂SO₄ concentrado hasta alcanzar la transparencia de la muestra.

Se destila en un equipo BUCHI agregando 70 ml de agua destilada, 50 ml de NaOH al 40 % y se recoge el Nitrógeno en ácido bórico al 4 % utilizando verde de bromocresol y rojo de metilo como mezcla de indicadores.

Se titula con HCl 0.1N

El porcentaje de Nitrógeno se determina por la siguiente ecuación:

$$\%N = \frac{V_{HCl} * N_{HCl} * 14.007 * 100}{\text{mg de muestra}}$$

El Porcentaje de proteína se determina:

$$\%P = \%N * \text{Factor}$$

(Factor = 6.25)

5) Determinación de Fibra Cruda

Para determinar la cantidad de fibra cruda, primero se debe efectuar una extracción con éter (igual a la descrita en Grasa Cruda. Luego se calienta la muestra hasta ebullición por 30 min, en 200 ml de una solución de ácido sulfúrico (0,13 M). Se filtra y se lava con agua hirviendo. Se vuelve a calentar hasta ebullición y se lava con 200 ml de NaOH 0.13 M libre de carbonatos. Se filtra y se lava con agua hirviendo. El filtrado resultante se seca en estufa por 1 hr. A 100 °C, se pesa, se calcina, se deja enfriar en un desecador y se pesa.

El peso de Fibra cruda es la diferencia de peso entre el filtrado seco y el calcinado.

$$\% FC = \frac{\text{peso de fibra cruda} * 100}{\text{peso muestra}}$$

6) Determinación de Carbohidratos

Se calcula como la cantidad necesaria para completar el 100 %:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - \% \text{ Proteínas} - \% \text{ Fibra Cruda} \\ - \% \text{ Cenizas} - \% \text{ Humedad} - \% \text{ Grasa Cruda}$$

7) Determinación de Minerales (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)

La muestra, para la determinación de minerales debe prepararse previamente. Se calcina 2 g de muestra seca, y en el mismo crisol se le agrega 5 ml de solución de HCl en agua 1:1 v/v, se calienta hasta sequedad en plancha eléctrica a baja temperatura y se calienta por 30 min. Añadiéndole 5 ml de la solución de HCl 1:1 v/v. Se filtra el contenido del crisol a través de un papel de Filtro Whatman 42, recogiendo el filtrado en un balón aforado de 100 ml. El papel de filtro con las cenizas insolubles se calcina en el mismo crisol utilizado previamente y se calienta con 5 ml de la solución de HCl 1:1 v/v. Se filtra y se recoge en el mismo balón aforado filtrando también las aguas de lavado del crisol. Se afora el matraz aforado a 100 ml.

Se determinaron los minerales en un espectrofotómetro marca Perkin Elmer modelo 3100. Los parámetros de operación fueron:

Tipo de llama: aire acetileno

Longitud de onda de absorción: 422.7, 769.9, 598.0, 285.2 nm; para Ca, K, Na y Mg respectivamente

Ajuste de rendija del monocromador: 0.7, 1.4, 0.4 y 0.7 nm para Ca, K, Na y Mg respectivamente

Se prepararon 5 muestras para la curva de calibración de cada mineral (500 a 1000 ppm) según el rango lineal, a partir de una solución patrón, para la calibración del equipo, se realizó la curva de calibración y lectura de las muestras, se hizo la dilución de las mismas hasta una concentración que permitiera la lectura dentro del rango de la curva de calibración.

Se reportó el % de cada mineral en la muestra.

B. Evaluación biológica del concentrado proteico foliar de *Macrolobium Bicuspidatum*

B.1. Preparación del concentrado Proteico Foliar

Con el fin de determinar la calidad Biológica de la hoja de *Macrolobium bicuspidatum*, se procedió a preparar un concentrado proteico de las mismas.

El método usado para su obtención es el siguiente

Se pesa 100 gramos de hojas frescas de *Macrolobium bicuspidatum*, se licúan en una licuadora con un recipiente plástico y se le agrega 1 litro de NaOH 0.0001 N.. Posteriormente se colocan bajo agitación continua por 30 minutos a temperatura ambiente. Después de la extracción el jugo es separado por filtración a través de una tela de queso.

El concentrado proteico foliar (CPF) es precipitado a pH 4,5 con HCl 3 N y se lava con agua destilada hasta la eliminación del NaCl y se seca al aire a temperatura ambiente.

B.2. Análisis Químico:

Se le efectuaron a los siguientes análisis:

Humedad, Cenizas, Proteínas, Fibra cruda, Grasa cruda, taninos (como % de ácido tánico), minerales (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio).

B.3. Factor Tóxico

Se estudió el contenido de taninos como factor tóxico en el concentrado ya que éste influye notablemente en el valor nutricional de las proteínas.

Contenido de taninos

Los taninos vegetales consisten en fenoles polihídricos naturales y son clasificados en su habilidad para precipitar ciertas proteínas. Tienen un sabor amargo y astringente y son oxidados fácilmente, particularmente por las fenolasas presentes en tejidos de plantas. Cuando estos están presentes en los alimentos pueden causar una disminución en el valor nutricional de los mismos.

El análisis de taninos se efectuó por el siguiente método:

Método de Price-Butler (6)

Preparación de la muestra:

Se disuelve 0.5 g de muestra en 5 ml de solvente (metanol/ HCl 97:3 v/v), se deja reposar toda la noche y se afora a 5 ml.

Se toma 0.05 ml de la muestra + 0.3 ml (11 gotas) de cada reactivo (FeCl_3 y $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) y se afora a 10 ml. Se deja reaccionar por 10 minutos y se lee la absorbancia a 720 nm.

Curva de Calibración:

Se preparan distintas soluciones patrones con ácido tánico (0.25 g a. C. tánico / 500 ml)

Se mide la absorbancia a 720 nm.

Se expresan los resultados como equivalentes de ácido tánico (TAE) por 100 mg de muestra.

B.4. Propiedades Funcionales

En este trabajo se estudiaron las siguientes propiedades funcionales del CPF

Densidad proximal:
Absorción de agua
Absorción de grasa
Sólidos suspendidos
pH
Facilidad para humedecerse
Solubilidad

El procedimiento experimental para cada uno de los métodos se detalla a continuación (9):

Densidad proximal:

Se colocan muestras previamente pesadas en un cilindro graduado y se deja caer éste diez (10) veces, desde una altura de 5 mm. Se mide el volumen y los resultados se expresan como gramos / mililitro

Absorción de agua

Se agrega 10 ml de agua a 1 g de muestra en un tubo de centrífuga de polipropileno. La muestra se dispersa por sonicación durante 1 minuto y se agita en un evapo-mix (Behler Instruments, Fort Lee, N.J) por 30 minutos a 24 °C, y se centrifuga a 3700 r.p.m. por 25 minutos. El agua retenida se computa como ml de agua absorbida por gramo de muestra

Absorción de grasa

Se agrega 3 ml de aceite de maíz a 500 mg de proteína en un tubo de centrífuga de 12 ml. El contenido se agita y se sonifica por 1 minuto. Se agita en un evapo-mix por 30 minutos a 24 °C y luego se centrifuga a 1610 G(3700 r.p.m.) por 25 minutos. Se mide el volumen de aceite libre y se expresa el aceite retenido como grasa absorbida en ml por gramo de proteína

Sólidos suspendidos

Se agita 1 g de muestra con 25 ml de agua destilada con agitador magnético por 3 horas. La suspensión se coloca en un cilindro graduado de 100 ml y se deja descansando 90 minutos o más. Se saca una alícuota de 5 ml del sobrenadante y se coloca en un plato de pesada de aluminio previamente tarado, y se deja toda la noche a 105 °C. Se determina el % de sólidos suspendidos del peso seco.

pH

Se le determina a una suspensión de 4 % peso/volumen (la de sólidos suspendidos "antes" del descanso)

Facilidad para humedecerse

Es una evaluación subjetiva basada en la extensión de la humidificación cuando se aplican partículas a un medio acuoso. Si las partículas se humedecen en menos de 30 seg. EXCELENTE; si luego de este tiempo es necesario agitación magnética: BUENA; sin embargo, si se requiere 5-10 minutos: REGULAR y cualquier período de tiempo mayor es considerado como pobre

Solubilidad

Se suspende 500 mg de proteína en 5 ml de agua, se agita en un Evapo-mix por 30 min a 24 °C y luego se centrifuga a 10000G por 10 minutos. Se calcula el Nitrógeno al sobrenadante por el método de Kjeldahl y se expresa como:

$$\% \text{ solubilidad} = \frac{\text{mg proteína soluble} * 100}{\text{mg proteína total}}$$

B.5. Composición de la Dieta:

Para la realización de la evaluación biológica se prepararon tres tipos de alimentos: uno apteico, uno control a base de caseína y otro a base del CPF del Grifo Negro.

Tabla N° 1. Composición del alimento apteico

Ingrediente	% sobre base seca
Almidón de maíz	Lo suficiente para llegar a 100
Aceite de maíz	8
Mezcla de sales y vitaminas	6
Celulosa	1
Agua	5

Posteriormente, se preparó el alimento control a base de caseína, mediante incorporación de ésta a un nivel del 18% a expensa de la mezcla de almidón de maíz en la dieta libre de proteína. La composición de este alimento se presenta en la tabla N° 2.

Tabla N° 2. Composición del alimento control

Ingrediente	% sobre base seca
Almidón de maíz	Lo suficiente para llegar a 100
Aceite de maíz	8
Mezcla de sales y vitaminas	6
Celulosa	1
Agua	5
Caseína	18

Para la preparación del alimento a base del CPF del Grifo Negro, este debía cumplir con las mismas proporciones del alimento control en cuanto a contenido de humedad, cenizas, proteínas, fibra cruda y carbohidratos.

Tabla N° 3. Composición del alimento con la base de CPF de Grifo Negro

Ingrediente	% sobre base seca
Almidón de maíz	Lo suficiente para llegar a 100
Aceite de maíz	3.6
Mezcla de sales y vitaminas	6
Celulosa	0
Agua	2.2
CPF Grifo Negro	43.4

La mezcla de sales y vitaminas se logró mediante el uso de dos complejos vitamínicos comerciales para animales y dextrosa, que aseguraron la ingesta de las proporciones indicadas en las tablas 4 y 5.

Tabla N° 4. Requerimientos de minerales y ácido linoleico de los pollos de engorde entre 0 y 6 semanas por Kg de alimento.(10)

Ingrediente	Cantidad
Ácido linoleico %	1.00
Calcio %	0.80
Fósforo disponible %	0.40
Potasio%	0.40
Sodio %	0.15
Cloro %	0.15
Magnesio mg	600
Manganeso mg	60
Zinc mg	40
Hierro mg	80
Cobre mg	8
Yodo mg	0.35
Selenio mg	0.15

Fuente: Merck & Co, INC (1988) Traducido por Centrum (1988) Manual Merck de Veterinaria. 3era edición en español. Madrid. España.

Tabla N° 5. Requerimientos de vitaminas de los pollos de engorde entre 0 y 6 semanas por Kg de alimento.(10)

Ingrediente	Cantidad
Vitamina A UI	1500
Vitamina D UIP	200
Vitamina E UI	10
Vitamina K mg	0.50
Vitamina B12 mg	0.009
Riboflavina mg	3.60
Ácido Pantoténico mg	10
Niacina mg	27.0
Colina mg	1300
Biotina mg	0.15
Folacina mg	0.55
Tiamina mg	1.8
Piridoxina mg	3.0

Fuente: Merck & Co, INC (1988) Traducido por Centrum (1988) Manual Merck de Veterinaria. 3era edición en español. Madrid. España.

B.6. Ensayos Biológicos

Digestibilidad in vivo

La evaluación nutricional del concentrado proteico bajo estudio fue llevada a cabo utilizando 24 pollos tipo Hubbard de engorde machos y hembras, de un día de nacidos, provenientes de una incubadora comercial. Los mismos fueron mantenidos en jaulas (8 pollos por jaula distribuidos al azar y fueron separados progresivamente hasta que el sexto día solo quedaban 2 pollos por jaula) provistas de bombillos de 100 watts para lograr una temperatura ambiental de 35 °C, las mismas estaban provistas de un bebedero y un comedero.

Durante el período de adaptación se le administró la dieta a base de caseína como fuente proteica por 14 días. Esta dieta al igual que el agua correspondiente fue suministrada "Ad Libitum"

Una vez concluido el período de acondicionamiento, 24 pollos fueron pesados y distribuidos al azar en 3 grupos con 8 pollos cada uno. Los pollos del grupo 1, control, se sometieron a una dieta de caseína como fuente proteica. Los pollos del segundo grupo consumieron raciones preparadas con el CPF de *Macrolobium bicuspidatum*, el tercer grupo se le dio dieta aprotéica. El experimento tuvo una duración de 10 días, en los cuales se pesaron los pollos interdiariamente, así como el alimento ofrecido y el rechazado y se recogieron las excretas de dichos pollos. Finalmente a estas excreciones se les determinó el contenido de proteínas.

Una vez finalizada la prueba, a los pollos se les cambió la dieta por alimento comercial y fueron enviados a un lugar apropiado para la cría de los mismos.

La calidad de los parámetros de proteína se determinaron de la siguiente manera:

Cociente de eficiencia de la proteína (PER):

$$\text{PER} = \frac{\text{Peso ganado por el animal (g)}}{\text{Peso de proteína Ingerida (g)}}$$

Índice de Proteína Neta (NPR)

$$\text{NPR} = \frac{\text{Ganancia peso G.P. (g)} + \text{Perdida peso G.A. (g)}}{\text{Peso proteína consumida (g)}}$$

G.P.: Grupo protéico G.A.: Grupo aprotéico

Utilización Neta de las Proteínas (NPU)

$$\text{NPU} = \frac{\text{N ingerido} - (\text{N excretado G.P.} - \text{N excretado G.A.})}{\text{N ingerido}}$$

G.P.: Grupo protéico G.A.: Grupo aprotéico

Eficiencia Alimentaria (EA)

$$\%EA = \frac{\text{Peso ganado por el animal (g)} * 100}{\text{Consumo de alimento (g)}}$$

Conversión Alimentaria (CA)

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Peso ganado por el animal (g)}}$$

III. Resultados y Discusión

A. Evaluación de la Hoja de *Macrolobium bicuspidatum*

Los resultados obtenidos según los métodos descritos en la parte experimental para el análisis proximal de las hojas frescas de *Macrolobium bicuspidatum*, se presentan en la Tabla N° 6

TABLA N° 6. Composición porcentual de la Hoja fresca de *Macrolobium bicuspidatum*

Componente	Porcentaje Base húmeda	Porcentaje Base seca
Humedad	55.6 ± 0.8	0
Cenizas	3.6 ± 0.2	8.05
Proteínas	8.9 ± 0.8	19.96
Grasa Cruda	1.4 ± 0.1	3.11
Fibra Cruda	15.2 ± 0.5	34.3
Carbohidratos	15 ± 2	34.58

El contenido de proteínas de 19.96 % en la hoja (base seca) es un valor alentador como para considerar una posible utilización de esta hoja como fuente de proteínas.

B. Evaluación del concentrado de *Macrolobium bicuspidatum*

El Precipitado obtenido con el método descrito anteriormente, fue de color verde oscuro.

B.1. Análisis Químico

La composición proximal de dicho concentrado fue la siguiente (Tabla N° 7)

TABLA N° 7. Composición porcentual del CPF de *Macrolobium bicuspidatum*

Componente	Porcentaje Base seca
Humedad	0
Cenizas	4.00 ± 0.04
Proteínas	41.7 ± 0.8
Grasa Cruda	10.2 ± 0.1
Fibra Cruda	3.4 ± 0.1
Carbohidratos	40 ± 2
Taninos (mg/g)	1.61 (R2 = 0.9921)

Se observa que la cantidad de proteínas en el CPF a pesar de que no llega a alcanzar valores altos como en la harina de soya (55 %), es lo suficientemente alto como para que puede ser utilizado en alimentos para animales, el contenido de fibra cruda en el concentrado es significativamente menor al que está presente en la hoja, en cuanto al valor del porcentaje de cenizas, tanto en la hoja como en el concentrado es bajo, en las hojas de plátano por ejemplo, se encuentran valores de un 10 % comparado con 8 % e

el *Macrolobium bicuspidatum*, en cuanto al contenido de taninos, este valor es bastante bajo si se compara con el de las hojas de plátano (3.68 mg/g).

B.2. Propiedades Funcionales

A continuación se presentan los resultados obtenidos según los procedimientos descritos en la parte experimental para la determinación de las propiedades funcionales del Concentrado Proteico Foliar

TABLA N° 8. Propiedades funcionales del CPF de *Macrolobium bicuspidatum*

Propiedad Funcional	Valor
Densidad proximal: (g/ml)	0.57
Absorción de agua ml/g muestra	2.83
Absorción de grasa ml/g proteína	4.80
Sólidos suspendidos	7.80
pH	3.98
Facilidad para humedecerse	Excelente
Solubilidad %	71.44
Color	Verde oscuro
Sabor	A hojas

En general, las propiedades funcionales que presenta el Concentrado Proteico Foliar, son buenas ya que tiene alta solubilidad en agua, tiene un pH ligeramente ácido, y alta facilidad para absorción tanto de grasas como de agua, lo que lo hace atractivo para ser incorporado en alimentos preparados.

B.3. Contenido de minerales de las Hojas y del CPF de *Macrolobium bicuspidatum*

En la tabla N° 9 se presenta el contenido de Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio tanto de las hojas como del CPF de Grifo Negro.

TABLA N° 9 Contenido de Minerales de las hojas y del CPF de *Macrolobium bicuspidatum*

Componente	Hojas	Concentrado	Requerimientos ^{1 (11)}
Calcio (mg/ 100 g muestra seca)	1800	1400	1000
Magnesio (mg/ 100 g muestra seca)	580	476	60
Sodio (mg/ 100 g muestra seca)	39	42	150
Potasio (mg/ 100 g muestra seca)	130	170	400

1 Tomado de : NRC 1984. Nutrein requirements of poultry. 8th Rev. Edition National Academy Press. Washington, DC

Se puede observar que los valores obtenidos de Calcio son bastante elevados, tanto en el concentrado proteico foliar como en las hojas de *Macrolobium bicuspidatum*, como valor de referencia se tiene que la leche en polvo posee 950 mg de Calcio por cada 100 g de leche en polvo y según el Instituto Nacional de Nutrición el requerimiento de ingesta diaria es de 500 mg de Ca, por lo que esta hoja presenta niveles de Calcio que la hacen interesante desde el punto de vista nutricional, esto mismo se evidencia en los requerimientos nutritivos para aves 1, encontrándose que en las hojas el valor obtenido es casi al doble del requerido.

El contenido de sodio tanto en las hojas como en el concentrado es bastante bajo, un valor alto de este mineral puede causar daños renales e hipertensión arterial a los animales.

El contenido de magnesio es bastante elevado tanto en las hojas como en el concentrado, encontrándose aproximadamente entre 7 y 8 veces superior a los requerimientos para aves.

B.4. Ensayos Biológicos: Digestibilidad in vivo

En la prueba de digestibilidad in vivo, luego del período de adaptación de 14 días, los pesos promedios iniciales fueron similares, oscilando entre 60 y 67 g. El experimento tuvo una duración de 10 días en los cuales se reportaron 10 animales muertos: en el grupo con una dieta a base del concentrado, murieron tres pollos el primer día, tres el segundo día y dos el tercer día; en el grupo apteico murió un animal en el séptimo día de experimentación y en el grupo control murió uno en el noveno día, culminando el experimento con 7 pollos en los grupos control y apteico y ninguno en el grupo alimentado con CPF de *Macrolobium bicuspidatum*.

En la Tabla N° 10, se detallan los valores obtenidos para el peso inicial, final y ganado en los grupos control, apteico y con CPF, así como del consumo de alimentos y proteínas medios, (de siete pollos y 10 días para grupos control y apteico y cinco pollos por dos días con el grupo alimentado con CPF)

TABLA N° 10. Valores promedios de las variables medidas de los tres grupos de experimentación

Variabes	Control	Concentrado	Aproteico
Peso Inicial (g)	62 ± 1	64 ± 1	65 ± 1
Peso Final (g)	146 ± 4	60 ± 2	56 ± 3
Peso ganado (g)	84 ± 5	-4 ± 2	-9 ± 4
Consumo de Alimento (g)	172 ± 6	15 ± 3	120 ± 5
Consumo de Proteínas (g)	31 ± 1	2.7 ± 0.5	0

Estos valores no son aceptables desde el punto de vista estadístico ya que la población estadística requerida es de 8 pollos por grupo y por un período de tiempo aproximado de dos semanas, sin embargo sirven para indicar una tendencia e indicar comparaciones.

Con relación al crecimiento y el aumento de peso de los animales, se observó que la incorporación total del concentrado de *Macrobium bicuspidatum* en las raciones para pollos de engorde causó primeramente la pérdida de peso, y luego la muerte de los animales. Los pollos alimentados con la dieta apteica también experimentaron la pérdida de peso pero solo se presentó la muerte de uno de los animales, y finalmente, los pollos del grupo control lograron un buen crecimiento.

Es de hacer notar que el alimento preparado con CPF de Grifo Negro, tenía una apariencia física muy distinta al del alimento control, mientras el primero era un alimento duro, sabor a hojas, de color verde y granulado, el segundo era color crema, menos compacto y en pequeñas pastillas, posiblemente esta discrepancia en apariencia y sabor pudo afectar el consumo de alimento y de proteínas, tal como se observa en la ingesta de alimentos de los animales presentada en la tabla.

En la Tabla N° 11 se reportan los valores promedios obtenidos para la Eficiencia Alimentaria (EA), la Conversión Alimentaria (CA), el Coeficiente de Eficiencia Proteica (PER), el índice de Proteína Neta (NPR) y la Utilización Neta de Proteínas (NPU) (de siete pollos y 10 días para grupos control y apteico y cinco pollos por dos días con el grupo alimentado con CPF).

Estos valores tampoco son aceptables desde el punto de vista estadístico, sin embargo sirven para indicar una tendencia e indicar comparaciones.

La Eficiencia Alimentaria del grupo control fue de 49 %, sin embargo tanto para el grupo apteico como para el grupo con CPF, los valores fueron negativos, esto era lo esperado para el grupo apteico pero no para el grupo con CPF de Grifo Negro.

Con relación a la Conversión Alimenticia los valores obtenidos para el grupo apteico y el CPF, indican que el alimento no es apropiado para los pollos y que no logrará el engorde ni el crecimiento de los mismos.

Los índices PER y NPR son métodos que miden el crecimiento con relación a la proteína cruda y no discrimina si el crecimiento se debe a un aumento de proteína o grasa corporal, mientras que a través del NPU se mide la proteína retenida con relación a la proteína consumida.

Tabla N° 11. Valores promedios obtenidos de los tres grupos de experimentación (EA, CA, PER, NPR, NPU).

Variabes	Control	Concentrado	Aproteico
Eficiencia Alimentaria (%)	49 ± 1	-8 ± 1	-4 ± 1
Conversión Alimenticia	2.1 ± 0.4	-12.5 ± 0.2	-21 ± 3
Coeficiente de Eficiencia Proteica (PER)	2.7 ± 0.5	-0.4 ± 0.2	-----
Indice de Proteína Neta (NPR)	2.9 ± 0.6	-0.03 ± 0.03	-----
Utilización Neta de Proteínas (NPU)	82 ± 1	28.0 ± 0.5	-----

Los valores de PER y NPR para el grupo control de 2.7 y 2.9 respectivamente, se encuentran dentro del rango de valores esperados. Para el grupo que consumió concentrado fueron de -0.4 y -0.03 respectivamente, indicando la deficiencia del alimento.

En cuanto a la Utilización Neta de las Proteínas (NPU), el valor obtenido para la dieta control reportó un valor de 82 %, lo cual se encuentra de los valores esperados, y el valor encontrado para el CPF de 28 % es muy bajo y corrobora la deficiencia del alimento.

IV. Conclusiones

Con base a los resultados anteriores se puede concluir lo siguiente:

1. Las Hojas de Grifo Negro tienen un alto contenido de Proteínas y de Calcio, lo que constituye un resultado alentador para que sea utilizada como una fuente de Proteínas y Calcio para alimentos para animales.

2. Las propiedades funcionales y la alta concentración de Proteínas, Calcio y Magnesio en el Concentrado Proteico Foliar pareciera indicar su utilización como fuente alterna de alimentación.

3. La apariencia física, color y sabor del alimento preparado con CPF de Grifo Negro, pudo afectar el consumo de alimento y de proteínas de los pollos, y por ende el crecimiento de los animales.

4. Los resultados biológicos obtenidos del alimento preparado con el CPF de Grifo Negro, afectaron considerablemente los parámetros productivos, los índices de calidad proteica, el crecimiento y el aumento de peso de los animales en experimentación, hasta el punto de ocasionarles la muerte.

5. No se tuvo la posibilidad de examinar a los pollos post-mortem, para evaluar la causa exacta de la muerte de los animales, por lo que existen factores tales como agentes tóxicos, cambios de temperatura o ruidos, que pudieron afectar el crecimiento de los mismos.

V. Bibliografía

- 1.- A.O.A.C, "Official methods of Analysis". Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 1990
- 2.- Taehee R. Kim, Andrzej Pastuszyn, Dorothy J. Vanderjagt, Robert S. Glew, Mark Millson, Robert H. Glew. "The Nutritional Composition of Seeds from *Boscia senegalensis* (Dilo) from the Republic of Niger" *Journal of Food Composition and Analysis*, v 10, n 1, p73- 81. Marzo 1997
3. R. Avallone, M. Plessi, M. Baraldi, A. Monzani, "Determination of Chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins" *Journal of Food Composition and Analysis*, v 10, n 2, , p166-172, Junio 1997.
4. Julieta Ramos-Elorduy, José Manuel Pino Moreno, Esteban Escamilla Prado, Manuel Alvarado Perez, Jaime Lagunez Otero, Oralia Ladron de Guevara. "Nutritional Value of Edible Insects from the State of Oaxaca, Mexico" *Journal of Food Composition and Analysis*, v 10, n 2, , p142-157, Junio 1997.
5. Herrera, J. C y Rosas Romero, A. J. "Biological evaluation of Plantain (*Musa paradisiaca*) Leaf Protein Concentrate" *Italian J. Food Sci*, Vol II, Nº 2, p 89-95, 1990.
6. Price, M. L y Butler, L G, *Nutr Rep Int*. 17 229 (1978)
7. Chacón, M; Acosta, I y Monsalve, D. "El mata ratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de pollos de engorde". Resúmenes del VIII Congreso venezolano de Zootecnia. Universidad Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros. Edo. Guárico. Venezuela. 1994
8. Dale, N y Schutza, J "La Industria del Pollo en Venezuela". Venezuela Avícola. 1993
9. Dominguez, M. J. Rosas Romero A." Mejoramiento de un concentrado de proteínas de hojas y tallos de la planta de arveja (*Pisum Sativum*) y su evaluación nutricional con pollos tipo HUBBARD de engorde. "Acta Científica Venezolana. 1984
10. Merck & Co, INC. Traducido por Centrum "Manual Merck de Veterinaria. 3ra Edición en Español. Madrid, España. 1988
11. NRC. "Nutrient requirements of poultry" 8 th Rev. Edition. National Academy Press. Washington, DC, 1984.
12. Vásquez, P.C. "Uso de la harina de rabo de ratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de pollos de engorde. Resúmenes del VII Congreso venezolano de Zootecnia. Universidad Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros. Edo. Guárico. Venezuela. 1994
13. La Ciencia aplicada al estudio de los alimentos, V.L. Brownsell, C: J: Griffith, E. Jones. Editorial Diana, S. A., Primera edición, Mexico, DF, 1993.



EL CODIDAC

■ Ing. Luis G. Uribe C.

Motivación

Se cumplen casi 7 lustros de esta apasionante odisea ocurrida en mis ya muy lejanos días de estudiante universitario, y quiero compartir con ustedes algunos de sus más sobresalientes episodios con el ánimo de motivar a nuestras jóvenes generaciones de ingenieros.

Los orígenes

Transcurría el año 1969, último de mi carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad Javeriana; la compañía norteamericana Texas Instruments había obsequiado a la Facultad 4.000 circuitos integrados de modernísima tecnología, TTL en su mayoría, que se alojaban con facilidad en una caja de cartón de dimensiones más bien modestas. Al decano de entonces y profesor de Técnicas Digitales, ingeniero Sandro Sandri, le pareció que sería interesante en extremo para el laboratorio, en el área de sus asignaturas, contar con un “simulador” de un computador que se elaborara con propósitos didácticos a fin de que apoyara la docencia, permitiendo ilustrar a los estudiantes acerca del funcionamiento de tales dispositivos. Por esta razón propuso dicho proyecto como tema de Tesis de Grado. Hay que recordar, a modo de ambientación histórica, que por esos años los computadores eran muy escasos en Colombia, y en el área académica, por ejemplo, había sólo dos universidades que los operaban; si mi memoria no me abandona, éstos eran el IBM 360/44 de los Andes, con el que junto a mi grupo de programación practicábamos el FORTRAN, y el IBM 650, antigualla de la Nacional, al que luego

le sucedió el 1401 en el que aprendí con posterioridad PL/I, programación lineal y las técnicas para hacer compiladores.

Como todo estudiante de último año, típicamente desorientado, había elaborado una exigua lista de temas diversos entre los cuales pensaba elegir mi trabajo de grado. Recuerdo con viveza uno en particular, que consistía en añadirle a los pianos electrónicos de la época un dispositivo para permitir al intérprete pulsar con mayor o menor intensidad cada una de las notas. Por aquel entonces los más relevantes instrumentos musicales no convencionales que se vendían eran los órganos electromecánicos (Hammond) y unos pequeños teclados de dos octavas, que se adosaban en la parte derecha de los pianos clásicos, conocidos con el nombre de "Solovox" porque entonaban una sola voz, de timbre muy característico, aunque se pulsaran dos o más teclas al mismo tiempo. Ninguno de esos instrumentos poseía la capacidad de imprimirle al sonido la intensidad apropiada, en proporción a la mayor o menor presión ejercida por el dedo sobre las teclas, por ese motivo todas las notas sonaban en forma monótona, es decir, con el mismo nivel de volumen, en órganos y solovoces. Yo tenía pensado emplear cristales piezoeléctricos acoplados al mecanismo percutor a fin de permitir la medición de su velocidad, y hasta me atreví a solicitar financiamiento para mi proyecto a la empresa fonográfica en la que trabajaba mi padre.

El entrenamiento

Cuando el tema del simulador propuesto por la facultad surgió, trajo consigo varios alicientes importantes desde mi personal punto de vista, siendo el patrocinio institucional el de mayor preponderancia, pues no sería lo mismo emprender el desarrollo de una tesis seleccionada por mí, quizás carente de importancia práctica para la universidad, que enrolarme en un proyecto surgido de su propio seno y con aplicación concreta prevista para la docencia. Hacia noviembre del 69 estábamos ya inscritos y seleccionados en el proyecto los 12 integrantes requeridos por la facultad, y comenzamos así la etapa de diseño, que duró 6 meses. Desde un principio supusimos que tan difícil como simular un computador sería realizarlo de verdad, por lo cual decidimos olvidarnos del "simulador" y hacer el nuestro por completo. Lo bautizamos desde muy temprano como el *Computador Digital Didáctico, CODIDAC*.

El reto más grande que encarábamos tenía que ver, entre otras cosas, con el hecho de que los

dispositivos electrónicos en los que habíamos sido adiestrados durante los 5 años anteriores eran, casi con exclusividad, los conocidos como *tubos de vacío*, y el proyecto requeriría la aplicación de la tecnología de los *circuitos integrados*, que nos era totalmente desconocida y que se encontraba dos saltos cuánticos, en la escala tecnológica, por encima de las válvulas, pasando sobre los transistores convencionales discretos. Además, nuestros conocimientos en el área y la bibliografía a la que teníamos acceso eran exiguos, atrasados e insuficientes; los libros que utilizábamos en nuestros cursos de computadores, clásicos como el de Iván Flórez o el Marley & Earle, hacían referencia a métodos y procedimientos empleados más de una década atrás y que a la sazón resultaban francamente inaplicables. Es importante recordar que para la fecha, los computadores fabricados con circuitos integrados eran toda una novedad pues se habían introducido sólo en forma muy reciente, comenzando por el sistema 360 de IBM cuya génesis se había producido apenas tres o cuatro años atrás, a nivel mundial.

A través de Ramiro Ruiz, vecino mío de Medellín, logramos en buena hora que la afamada empresa NCR, donde él trabajaba, nos aceptara como pasantes improvisados para brindarnos un entrenamiento teórico-práctico intensivo en sus instalaciones. Allí nos mostraron, de manera por demás generosa y desinteresada, lo que eran los procesadores transistorizados NCR de esa época. Nunca antes habíamos visto un computador tan de cerca, y hasta se nos permitió verlo, palparlo, escucharlo, sentirlo vibrar..., por primera vez.

La arquitectura

Empezada, pues, nuestra etapa de diseño, comenzamos por definir la Arquitectura, en primer lugar. El computador tendría ▶ una **Consola de Operador** que albergaría el Télex, vieja reliquia Olivetti rescatada de la segunda guerra mundial para el laboratorio de Comunicaciones, lugar en el que permaneció arrumado durante largos años. Dicho Teletipo nos permitiría realizar las funciones de entrada y salida de información, proveyendo de datos al computador mediante su teclado de máquina de escribir convencional e imprimiendo los resultados producidos por el **CODIDAC** en el entonces clásico rollo de papel para telegramas. El proceso automatizado que aumentaría la velocidad de entrada se realizaría empleando el mecanismo *Perforador y Lector* de cinta de papel, que venía adjunto al equipo teleimpresor. Habría, además, ▶ un **tablero luminoso**

que a la postre resultó ser suntuoso y espectacular, seguramente apropiado en películas de ciencia ficción para permitir el despliegue de la información interna más sobresaliente del cerebro electrónico, tal como los valores de los registros internos, las direcciones de las posiciones de memoria en las que se ubicarían las distintas cantidades que serían manipuladas, y las instrucciones cuya secuencia conformaría cada programa. Por último, el equipo poseería ▶ una **botonera** para alojar los interruptores de encendido y otras funciones cuya ejecución resultara impráctica de realizar comandadas desde el teclado alfanumérico.

Las instrucciones

El conjunto de instrucciones que formaría el lenguaje del computador fue diseñado con absoluto cuidado y esmero. Se incluyeron comandos para la lectura de datos (AI) y la impresión (IM); había órdenes para la realización de las cuatro operaciones aritméticas básicas (SU, RE, MU, DV); entendía comandos de comparación y bifurcación en el flujo de control (CM, CI); realizaba desplazamientos de información a derecha e izquierda (DD, DI); podía llevar el contenido de unas posiciones de memoria a otras (LL) y tenía la facultad también de borrarlas (BO); aceptaba ser instruido para detenerse y esperar (ES) hasta que el operador interviniera en forma manual, mediante la activación del respectivo botón de “*Continúe*”; y por último estaba el comando que detenía de manera definitiva el programa (PA). Fueron 14 instrucciones en total, todas nombradas y codificadas en castellano. Nuestro objetivo era, desde luego, poder ejecutar en el CODIDAC aplicaciones de la misma índole que las programadas en FORTRAN, que era el lenguaje de computación ingenieril de la época.

La belleza y el poderío subyacente en las instrucciones del CODIDAC, que lo diferencian, incluso en la actualidad, de sus demás congéneres, pueden apreciarse, en primer lugar, por la existencia de **Clases de Información** definidas al más elemental nivel de la máquina. Permítanme explicar esto mejor. Hasta en los computadores tipo Von Neumann de la actual generación, la cuarta, la naturaleza de un valor o dato no es inmanente a él; el significado se lo proporcionan las instrucciones que lo manipulan. Así, por ejemplo, si se quieren sumar las posiciones A y B, es la instrucción de Suma la que les concede significación numérica a las dos variables involucradas. Si el programador hubiera almacenado un texto en esas localidades de memoria, el computador no tendría manera de saberlo. En nuestro caso no era así. La

instrucción para desplazar información, por ejemplo, funcionaba de una manera cuando el operando contenía un elemento numérico, y de otra si aquel representaba un texto. Si estaban involucrados números, resultaban siempre números. Desplazar a la izquierda una cantidad negativa, por ejemplo, producía en todas las ocasiones otro número negativo, en tanto que si se trataba de textos, el resultado del desplazamiento era siempre un texto. Lo anterior se contraponía con los computadores modernos, en donde desplazando a la izquierda cierta cantidad de veces un número *positivo* puede llegar a producirse un resultado negativo, o viceversa si las cantidades comienzan siendo *negativas*.

Incluso las Instrucciones, per se, pertenecían a su propia Clase de Información particular, que permitía la realización de operaciones aritméticas sobre aquellos campos que correspondían a las direcciones de los operandos, a fin de facilitar la manipulación de subíndices y estructuras de información.

Los modificadores

Un segundo aspecto sobresaliente era la forma como un “modificador” convertía las operaciones, de simples a repetitivas. Se podía así, con una sola instrucción de máquina, imprimir, por ejemplo, un único valor, o también un rango completo de resultados, dependiendo del Modificador de Repetición R.

Entrada y Salida

Otra faceta, diferenciadora a las claras y de gran relevancia, residía en el subsistema de Entrada y Salida, que formaba parte intrínseca e indisoluble de la Arquitectura del Procesador mediante instrucciones específicas que soportaban dicho subsistema, más poderosas que el Input y el Print de ciertos lenguajes de alto nivel, y muy superiores al In y al Out de simples registros, prevalecientes en los microprocesadores de hoy en día. Obsérvese que sólo arquitecturas complejas, con procesadores independientes para la entrada y salida, incluyeron alguna vez instrucciones que manejaban “I/O channels”...

Tremenda sorpresa me llevé cuando estudié en Caracas, cuatro años después, el novedoso mini computador DEC PDP-11 y *¡no encontré por ninguna parte las instrucciones de entrada y salida!*

Los códigos de operación

Como el aspecto didáctico era el preeminente, la codificación de las instrucciones tuvo una base

mnemónica de fácil comprensión por parte del estudiante.

Si dos palabras designaban un comando, se tomaba la primera letra de cada una para conformar dicho código, que era inteligible por la máquina así, de manera directa y sin mediar compilación, ensamblaje ni traducción de ninguna especie entre los símbolos y el módulo objeto. Era una máquina cuasi simbólica. Así por ejemplo, "Acepte Información" se codificaba como "AI", y eran esas mismas y precisas letras, **A** e **I**, en el código baudot de 5 bits propio del télex, las que se almacenaban en la memoria como identificación de la instrucción.

Si el comando estaba designado por una sola voz imperativa, cual es el caso de "SUME", por ejemplo, el código se conformaba con las dos primeras letras: "su".

Y si se requería el modificador de iteración para ejecutar repetidas veces una instrucción, se reemplazaba la segunda letra por una **R**; por ejemplo, "AR" era Acepte Información de manera Repetitiva (desde, hasta), "SR" sumariaba un área completa de memoria, y así con los demás comandos.

El Editor y Cargador de Instrucciones

Para permitir la carga de las instrucciones y los datos mediante el teletipo, el CODIDAC tenía, como todo computador, un Editor de Texto, por supuesto..., pero ¡*formado por CIRCUITOS!* No era un programa, como en sus demás congéneres, ¡*eran compuertas y flip-flops!* Para ejecutarlo se encontraba el respectivo interruptor en la consola, identificado como "*Función Programa*". El "*Botón de Corrección*" estaba asimismo para deshacer entuertos tipográficos.

Cuando un programa había sido almacenado con toda corrección en la memoria, podíamos imprimirlo en papel como soporte a la documentación; también estábamos capacitados para perforar un pequeño rollo de cinta de papel con la imagen del código, lo que nos permitía conformar una biblioteca de programas que se introducirían al computador con posterioridad, de manera automática, cuando deseáramos reutilizar alguna función previamente desarrollada. Estas actividades se facilitaban gracias a las *Operaciones Inmediatas*, que nos permitían ejecutar cualquier orden o comando que emitiéramos directamente desde el teleimpresor, desde fuera de los programas, por lo que bastaba con instruir al CODIDAC desde el teclado para que imprimiera el contenido de la memoria, de manera repetitiva, desde la posición inicial hasta la

última de la memoria ocupada por el código (por ejemplo: **IR 0,100,0,0**).

Representación de los números

La información numérica básica se codificaba en BCD (cada dígito se definía por medio de 4 bits y se agregaban dígitos independientes al igual que hacemos en nuestro sistema de numeración cotidiano); la clase era la conocida como "*signo y magnitud*", y era de "formato fijo", donde el número de cifras decimales se preestablecía para cada programa mediante selectores individuales ubicados en la botonera de la consola, yendo desde "0" decimales en los números enteros hasta llegar a "11".

En cada "palabra" o posición elemental de memoria, cabían 12 dígitos, en el caso de números, o 16 letras si se trataba de textos. Como cada símbolo individual estaba representado por 5 elementos binarios, la longitud total de nuestra palabra era de 80 bits, cosa por demás inaudita.

La Unidad de Salida imprimía la *Coma* de los campos numéricos en la posición decimal designada, y obviaba la escritura de ceros no significativos a la izquierda; es decir, que el CODIDAC tenía la instrucción "FORMAT" del FORTRAN imbuida dentro de su electrónica.

La Memoria

Esta unidad la concebimos desde sus orígenes para ser elaborada con núcleos magnéticos de ferrita, pues esa era la usanza de la época y pensábamos emplear al máximo los despojos de una vetusta memoria que habíamos conseguido también por ahí perdida en el laboratorio. Sin embargo, después de semanas de arduo trabajo alambando cada núcleo infinitesimal, de 20 milésimas de pulgada de diámetro, mediante la inserción de cuatro hilos de cobre, y con toda la problemática de sintonización y ajuste de la electrónica de selección, lectura y escritura, tuvimos la sensatez y el buen juicio de dotar al equipo con una segunda unidad de memoria, de tecnología completamente semiconductor, elaborada con registros de desplazamiento sobrantes. Esto salvó el proyecto porque el subsistema de núcleos de ferrita no llegó nunca a operar a plena satisfacción.

La calculadora

En sobrecogedora se convirtió, por nuestra inexperiencia, la pregunta que nos hiciera alguien un buen día cuando le mostrábamos nuestro diseño, por ahí como hacia los 5 meses de comenzado el

proyecto. “¿Cómo hago para sumar dos números?” Le explicamos que el mecanismo consistía en que primero debía hacerse un programa que habría de almacenarse en la memoria y que incluiría instrucciones para: ÿ leer las cantidades, ÿ sumarlas, ÿ imprimir el resultado y ÿ detenerse. “¿Todo eso si quiero saber cuánto es dos más dos?” Lo que él esperaba era poder escribir “2+2” en el teclado y obtener un resultado... ¡Quería una calculadora! Nos pusimos a pensar que después del tremendo esfuerzo que habíamos dedicado al diseño del computador, no poder hacer ni $2 + 2$ resultaba por completo inexcusable, así que lo modificamos para incorporarle el selector de *Operaciones Inmediatas*, que desde la consola convertía al CODIDAC en ¡CALCULADORA! Y así fue. Ningún otro computador del planeta tuvo jamás tal característica. Como se ve, no conocíamos con mucha claridad la diferencia entre lo que eran en realidad los computadores y las calculadoras transistorizadas (solamente las había de escritorio; las Hewlett Packard de bolsillo sólo llegaron cinco años después). Tampoco entendíamos el aporte fundamental que hubiera podido hacer el software al proyecto... Lo que tendríamos que haber hecho, en nuestro sano juicio, era escribir un programa que emulara una calculadora y guardarlo en la biblioteca, ¡en lugar de añadir, como lo hicimos, más circuitos!

La estructura

La realización de la máquina fue del tipo serial, con lógica secuencial convencional, no microprogramada. Era espectacular ver la entrada de la información en los registros aritméticos **A**, **B** y **C**, desplegados por pequeñas luces rojas de neón en la consola (¡Aún no se había inventado el dispositivo de emisión de luz o LED!). Primero entraba el multiplicando, por ejemplo, luego, seleccionándolo mediante un conmutador de perilla, se veía el ingreso secuencial del multiplicador; después, observábamos cómo se generaba el producto, dígito a dígito y, al final, todo el mundo veía, embelesado, salir la información por el otro extremo del registro, siempre serpenteante, para ir a alojarse bit a bit en la memoria principal.

Teníamos selectores que dejaban a la máquina trabajar a su máxima velocidad (¡a 160 KHz!) o a una más lenta que permitía seguir el flujo de información con mayor claridad (¡habíamos inventado el botón de “Turbo”!) Tenía, desde luego, un interruptor de paso a paso, para seguir las secuencias internas pulso a pulso; uno que detenía la operación del programa en cualquier instante y otro para reanudarla.

¡Constituían un “*debugger*” por hardware! (El “debugger” es un programa de bajo nivel –software–, que viene con todos los computadores y cuya función es permitir al programador el seguimiento de su código instrucción por instrucción, para validar la lógica del programa, revisar los resultados parciales y poder detectar y corregir errores).

Y no faltaba el interruptor de “Master Reset”, mismo que IBM eliminó con el advenimiento de sus unidades personales PS/2, dizque porque sus máquinas nunca jamás se congelarían...

Datos estadísticos

Algunas cifras pueden ayudarnos a visualizar la magnitud del aparato y del proyecto en general. Además de los más de 4.000 integrados, se necesitaron 300 transistores surtidos, hicimos a mano 200 tarjetas de circuito impreso en las instalaciones de la facultad; pusimos 160.000 puntos de soldadura con cautines de mesa; perforamos 155.000 huequitos con el taladro de banco del laboratorio; hubo 16.000 cablecitos de alambre telefónico, que totalizaron una longitud superior a los 2.500 metros, y se emplearon más de 5 kilos de soldadura de estaño.

Las fuentes de alimentación fueron diez, a 5 Voltios DC y 10 amperios cada una, amén de las que generaban altos voltajes para las luces de neón y para el teleimpresor. Se encontraban todas instaladas dentro de un gabinete metálico independiente, y los dos disipadores principales tenían la altura del mueble (como 1,70 metros).

El consumo estaba por encima de los 3 kilovatios y la generación de calor hizo indispensable colocar una pequeña turbina eléctrica para forzar la circulación del aire en el compartimiento electrónico, y un poderoso ventilador en la base del gabinete de alimentación.

Pruebas en frío

Terminado el diseño se generaron los diagramas eléctricos y de conexión para todos los subsistemas, y en reuniones plenarias del grupo de trabajo se verificó a mano, pulso por pulso, el comportamiento total esperado del conglomerado, antes de proceder a la realización de los circuitos impresos. No había por entonces programas de simulación como el Spice, que pudieran ayudarnos como en la actualidad...

Por cierto que en los primeros dibujos que hicimos para de allí elaborar los negativos fotográficos de los circuitos impresos, se emplearon “rapidógrafos” de

tinta china, pero vino luego la modernidad y conseguimos en USA unas cintas autoadhesivas negras, que se pegaban a la manera de pistas engomadas sobre el papel, en vez de dibujarlas, así como unas tiras con ojete o redondeles, que iban en los sitios en que se perforaría el impreso para permitir que los terminales de los "chips", y otros componentes, lo atravesaran.

Primer Congreso de Ingenieros Javerianos

La culminación del diseño teórico coincidió con la celebración de tan importante evento; el comité organizador, habiendo oído por allí de nuestro proyecto, tuvo la gentileza de invitarnos a exponerlo, a pesar de no ser todavía más que estudiantes. Hicimos una preparación intensa, llevamos un buen rimero de hojas para el viejo rotafolios, del puño y letra de un arquitecto amigo que siempre nos criticaba con el cuento de que los ingenieros teníamos la manía de la simetría. En realidad, él sabía bien su oficio, así que el material para la presentación (no existía el Power Point...) quedó de inmejorable calidad.

Muy orondos hicimos nuestra exposición ante el conglomerado de ingenieros, quienes nos aplaudieron de pie, en una ovación prolongada y por demás entusiasta. No cabíamos de tanto orgullo.

Primer encendido

Habiendo terminado de construir el artefacto, e interconectados todos los subsistemas en el garaje de nuestro compañero Francisco Viveros, nos reunimos un día de octubre de 1970, los 12 del patíbulo, como se nos había sentenciado, y hacia las 7 de la noche lo conectamos y le dimos las primeras instrucciones: "Master Reset, Función Programa, Inicie..." No ocurrió nada, ni siquiera la más mínima reacción sensible.

Nunca antes tuvo la desilusión una expresión más palpable que en nuestros desencajados y ensombrecidos rostros.

Días después nos enteramos de que, a pesar de nuestras previsiones basadas en el procedimiento estadístico mediante el cual aceptamos de la facultad los circuitos integrados, actividad ésta que habíamos emprendido incluso antes de comenzar el proyecto, a fin de establecer con confianza la calidad de la donación, muchos de los "chips" estaban dañados y no funcionaban. *¡Eran circuitos rechazados que precisamente por no cumplir con los estándares de operación nos los habían regalado!* Nos llevó dos meses más de desoldar, verificar, hacer extensiones,

analizar, reparar y casi enloquecer, para que operara por fin el CODIDAC, tal como lo habíamos concebido.

Debo anotar que, de la inmensa cantidad de cables que conectamos en los bastidores, al final sólo hubo 5 mal instalados, gracias al procedimiento de conexión y verificación inmediata, que seguíamos con dos grupos de trabajo simultáneos. Algunos impresos, no muchos, tuvieron que ser retocados con pequeños cables superpuestos, ahora conocidos como "parches", pero ninguna tarjeta tuvo que rehacerse.

Summa Cum Laude

Hubo un nombramiento intempestivo de nuevas autoridades en la facultad: El Ing. Rodrigo Mejía, quien venía de Eindhoven de culminar su entrenamiento en la Philips, ocupó la Decanatura Académica y José Gabriel Maldonado, S.J., dirigió el Medio Universitario. No tardaron ellos mucho tiempo, al asumir sus funciones, en percatarse de la magnitud e importancia del trabajo. Nos visitaron protocolariamente, se interesaron por nuestro trabajo y nos ofrecieron un espacioso salón en el campus universitario para nuestro uso exclusivo, a fin de que abandonáramos el incómodo y lejano garaje y termináramos nuestra actividad dentro del recinto de Electrónica; nos condonaron una pequeña deuda, a manera de ayuda financiera para nuestros ya muy exiguos presupuestos (o los de nuestros padres, quiero decir), y Alfonso Charum, el valiente tutor quien sin conocer mucho del tema había puesto en juego su prestigio profesional en el afán pionero de ayudarnos, les solicitó de manera formal que se nos otorgara el título en la categoría honorífica de "Summa cum Laude", petición ésta a la que la Javeriana incondicionalmente accedió.

La presentación en sociedad

Habiendo visto al CODIDAC todo el claustro, de manera desgranada y extraoficial, concurrimos por fin a la exposición formal y "defensa de la tesis", que así se llamaba ese acto, con el diseño completo, los planos y circuitos, los análisis, las aproximaciones y hasta unos programas de demostración.

Para aceptar la publicación de la parte escrita era requisito que presentáramos un borrador a máquina. Sólo los capítulos referentes a la Unidad de Control, que yo personalmente escribí en mi vieja Rémyngton, alcanzaron las MIL páginas a doble espacio, y para las copias se empleaba el papel carbón (intuyo que muchos de mis lectores no sabrán ni de qué estoy hablando). El libro, que fue confeccionado en una moderna tipografía con todas las de la ley, y del cual

se imprimieron y repartieron 100 ejemplares, contó con un total de 500 páginas. Aún conservo con nostalgia dos tomos en mi biblioteca.

En el primer programa de demostración, el CODIDAC se presentaba a sí mismo y lo hacía escribiendo un texto en el teleimpresor, el que repetíamos en voz alta para beneficio de la copiosa audiencia, y que en un momento dado simulaba atender al teléfono, ante el repique previamente planificado del timbre del aparato. El segundo lo escribí también para la ocasión, y consistía en un juego en el que ganaba quien, haciendo sumas sucesivas y alternadas de números del uno al diez, llegara primero a totalizar cien. Desde luego, ¡CODIDAC siempre ganaba! Fue interesante y memorable porque varios de mis otrora más ilustres profesores se sentaron un buen rato esa noche a jugar en el teletipo..., ¡y siempre perdían! Pienso, además, que probablemente habíamos inventado uno de los primeros juegos por computador.

Epílogo

Mucho queda dentro del tintero acerca de las vivencias de ese año y medio de trabajo, intenso, auto coordinado y muy disciplinado: haber logrado un financiamiento de COLCIENCIAS, pequeño pero muy alentador para nosotros por el prestigio de la entidad que nos lo otorgaba, y las ayudas recibidas de muchísima gente desinteresada, como el arquitecto Polo, diseñador del precioso mueble de agradables tonalidades naranja y amarilla ("Big Orange" le decíamos, en claro parangón con IBM, que ya por entonces comenzaba a conocerse como "Big Blue"); Aluminios Wonder que nos obsequió los racks metálicos; Induacero que regaló la consola; Siemens que nos alquiló de manera indefinida, por la simbólica cifra de un peso al año, un teleimpresor moderno para permitirnos sepultar el original Olivetti, y aquella tremenda cantidad de revisores, dibujantes, correctores de pruebas, linotipistas, fanáticos y familiares, que nos dieron todos su soporte, nos brindaron su amistad y participaron de nuestro regocijo de una manera tan amplia y franca, cuando logramos culminar la meta.

La ceremonia de grado fue de gala; la universidad la realizó con exclusividad para nuestro grupo de doce graduandos, y ocurrió que además estrenamos el nuevo teatro de la Javeriana, con la asistencia de sus más altas autoridades, el claustro de profesores y de tantos y tantos seres queridos, hoy ya desaparecidos.

La prensa capitalina recogió la noticia: "Computador hecho en garaje", "Primer computador

fabricado en el país". Aún conservo conmigo los amarillentos recortes con las reseñas del periódico El Espectador de Bogotá y de algunos otros diarios de Medellín.

Viendo en la televisión una de estas tardes un documental sobre la historia de la computación, en donde se resaltaba el trabajo de Steve Jobs, quien creó la compañía Apple en un garaje, mi hijo menor me preguntó: "¿Cómo es que fueron tan parecidos en sus comienzos y el resultado fue tan diferente?" En realidad no lo sé. Me imagino que algo tuvo que ver el entorno que rodeaba a cada garaje. Yo estoy muy contento a pesar de todo, Steve...

El proyecto sirvió de catapulta pues la Javeriana me ofreció trabajo como profesor e investigador en el área de sistemas digitales; allí me ennovié con Elizabeth, estudiante de ingeniería y ahora mi esposa, durante unos cursos de actualización que este joven profesional dictó, muy orgulloso, a los antiguos egresados. Organizamos una batería de asignaturas y proyectos de investigación alrededor del CODIDAC, que incluyeron el diseño de unidades para el despliegue gráfico de información empleando CRTs convencionales; la anexión al computador de una calculadora de escritorio HP 9600B, que recibía instrucciones y valores desde nuestro procesador principal, realizaba sus operaciones en punto flotante y retornaba las respuestas, de la misma manera en que luego llegaron a relacionarse los computadores modernos con sus coprocesadores matemáticos satélites. Se estudiaron nuevas formas de expandir la memoria y hasta se comenzó, en otras universidades con más experiencia en software, el diseño de un programa Ensamblador.

Una pequeña parte del trabajo del CODIDAC no fue académico sino administrativo, pues realizamos algunos programas para la oficina de Administración. Recuerdo por ejemplo, la impresión de una tabla de salarios, modificados según ciertos porcentajes dictados por los criterios que manejaba la sección de Nómina de la universidad. Me acuerdo que lo pusimos a correr como hacia las 6 de la tarde, nos fuimos al cine y al regresar, a las once de la noche, recogimos el listado, en el sempiterno rollo de papel tipo telegrama; lo recortamos por la línea guía que el programa había impreso para separar las hojas, y formamos una flamante carpeta con los resultados, para la correspondiente unidad administrativa.

Por todas estas credenciales me contrató en 1974 la Universidad Simón Bolívar en Venezuela, lo que hizo que me separara con nostalgia de nuestro querido proyecto. Y aquí estamos, 35 años después...

habiendo trabajado siempre en lo mismo: La aplicación de la tecnología de los ordenadores, de cuya genealogía me siento partícipe, en el área conocida como Computación en Tiempo Real (Supervisión y

Control de Procesos, Telemetría, integración de sistemas vía Internet). Pero eso podría ser tema de una reseña posterior sobre el avance de la ingeniería electrónica en Venezuela.



Foto #1: Se aprecian el teleimpresor y su sistema adjunto de perforación y alimentación de cinta de papel, y el panel principal.

Foto #2: Detalle del panel principal. Puede verse un icono para cada uno de los 14 comandos (similares a los que posteriormente empleó Windows), el indicador de direcciones (Program Counter, arriba a la derecha, en Nixies), la botonera al ras de la mesa; el registro de luces en el que se desplegaba la información interna del procesador; las luces que se ven un poco desplazados hacia abajo corresponden a los puntos decimales.

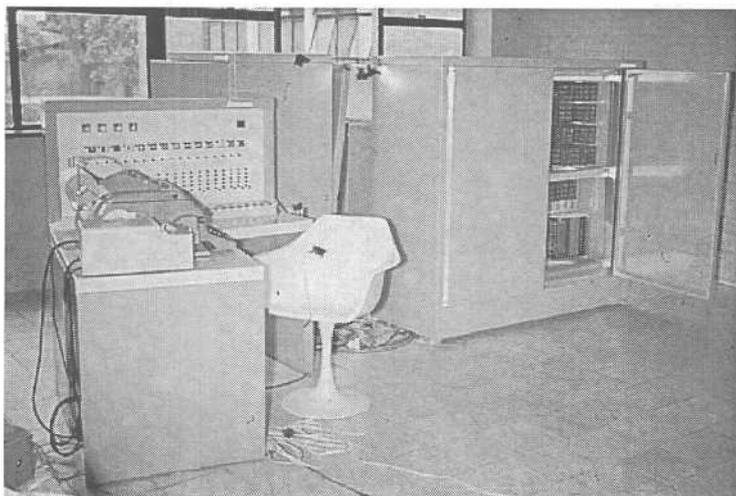
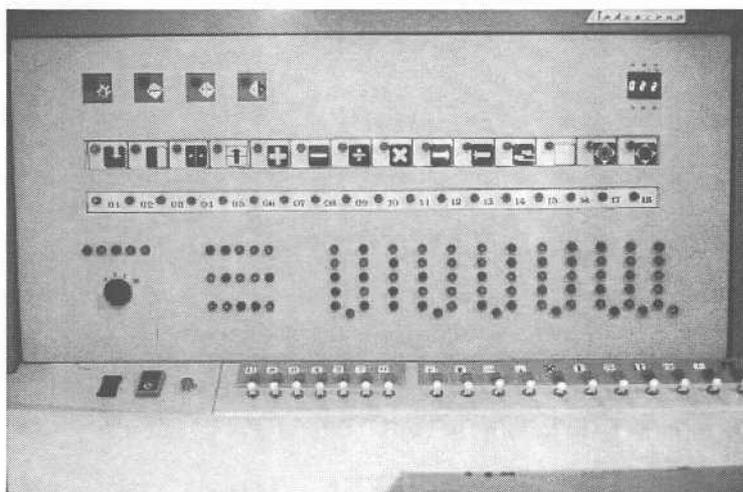


Foto #3: Aparecen los tres muebles: La consola, el de las fuentes, y a la derecha el gabinete de la electrónica.

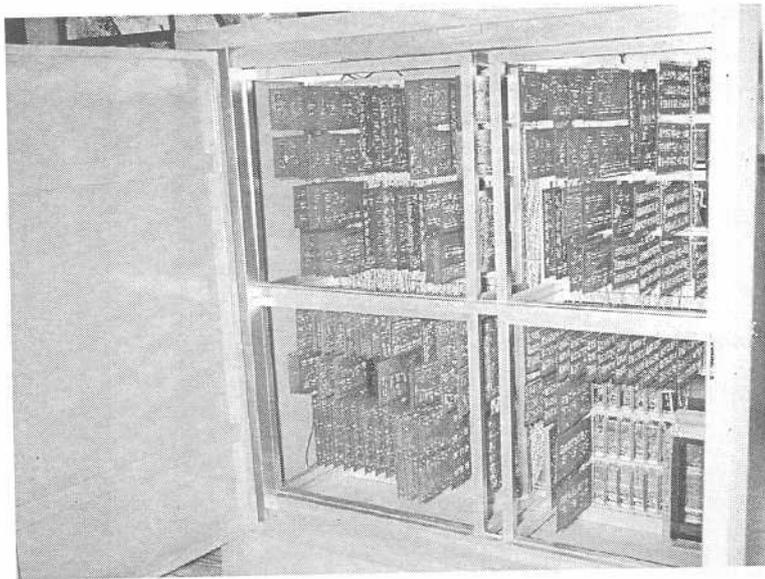


Foto #4: Detalle del gabinete de la electrónica, con vista hacia las tarjetas de circuito impreso.

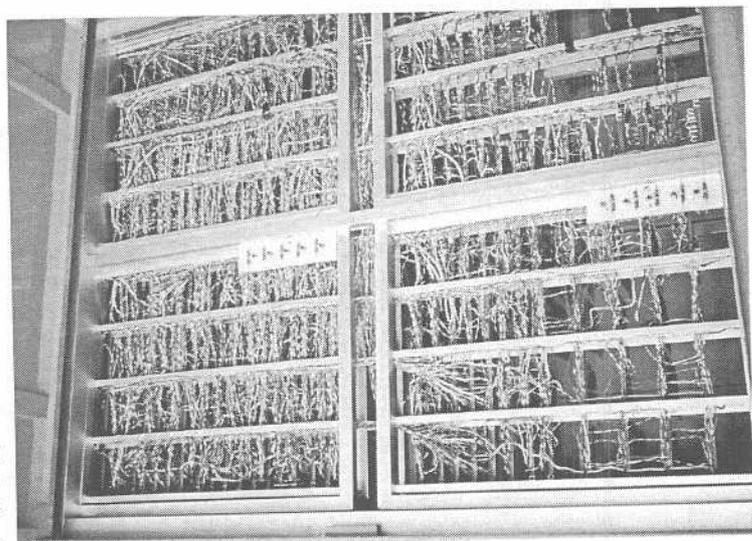


Foto #5: Detalle del gabinete de la electrónica, con vista hacia la parte posterior, resaltando el cableado entre bastidores.

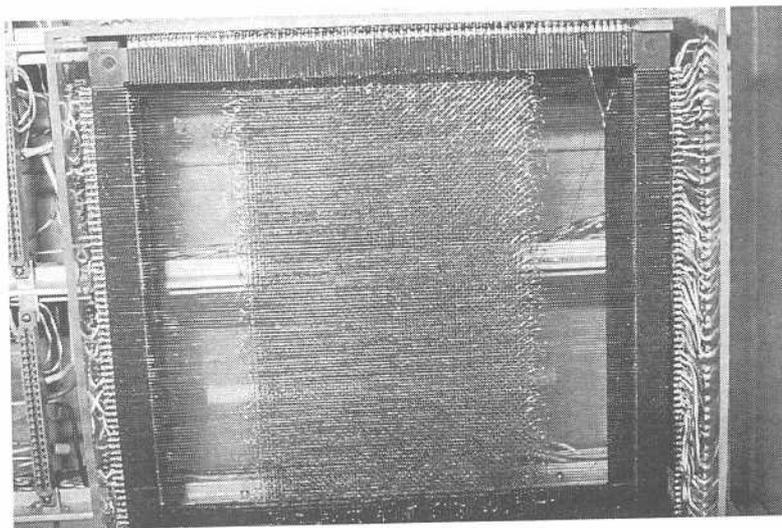


Foto #6: La memoria de núcleos magnéticos original.



APRECIACIÓN DEFECTUOSA DE LA TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN. UN ENLACE ENTRE LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y LA GESTIÓN DE CONOCIMIENTO ORGANIZACIONAL

Resumen

La Tecnología de la Información y Comunicación en muchas ocasiones no es incorporada en el momento justo o de la forma justa, reportando consecuencias en el desarrollo de la organización y su competitividad. Este trabajo explica esta dificultad de visión de la organización comparando con problemas de visión humana, planteando las causas posibles de estos problemas y algunas soluciones, en el contexto de la planeación estratégica y conscientes de la necesidad de gestión del conocimiento de la organización, destacando la importancia de las tecnologías en etapas tanto emergentes como maduras. El trabajo fue desarrollado a través de una investigación documental y de campo y se plantea continuar su desarrollo, a través de proyectos relacionados, a iniciarse probablemente en este año.

Palabras clave: Planeación Estratégica

1. Introducción

El proyecto que se presenta a continuación es el resultado de una investigación tanto documental como de campo y la reflexión de la autora. El material que se presenta a continuación está compuesto de una descripción de objetivos, hipótesis y preguntas de investigación; el planteamiento de la metodología de desarrollo utilizada; un marco de referencia básico; la descripción de cada uno de los resultado; las

■ Lourdes M. Ortiz Sosa
UCAB, Facultad de Ingeniería,
Caracas, Venezuela, 29068
e-mail: lortiz@ucab.edu.ve

conclusiones correspondientes y la bibliografía utilizada.

2. Objetivos

Con miras a desarrollar una investigación básicamente descriptiva, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Elaborar un modelo para la descripción de la apreciación de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC), desde el punto de vista del negocio.
2. Describir algunos de los problemas, consecuencia de la forma de apreciación de la TIC
3. Elaborar un modelo que contribuya a la solución de los problemas de apreciación de la TIC contribuyendo a la mejora en la planificación estratégica de este recurso en la organización.

3. Hipótesis y Preguntas de Investigación

Las preguntas que dieron origen al desarrollo de este proyecto, son producto de la inquietud de la autora en relación a la visión de la TIC en la organización y su impacto en la planeación estratégica. En tal sentido se plantearon las siguientes preguntas e hipótesis (ver tabla 1: Preguntas e Hipótesis de Investigación):

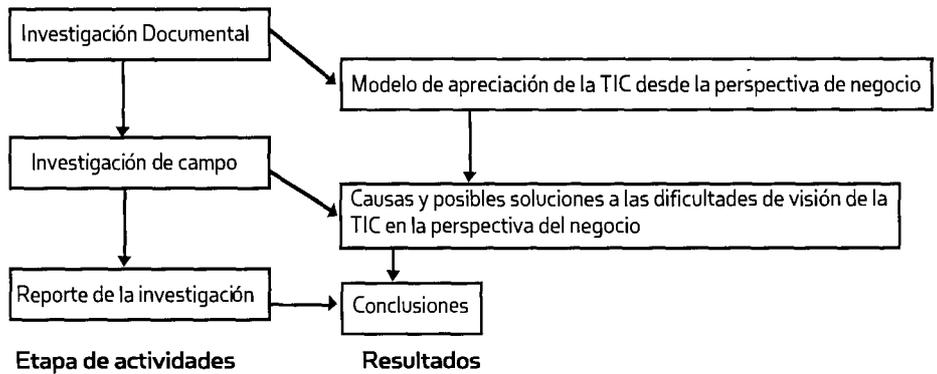


Figura 1: Metodología de la Investigación. Fuente: Elaboración propia

Pregunta de investigación	Hipótesis
¿Cómo se aprecia la TIC desde la perspectiva del negocio?	La TIC es apreciada por el negocio, a través de un proceso comparable a la visión humana y sus dificultades.
¿Qué problemas tiene la visión de la TIC por parte del negocio?	La visión de la TIC por parte del negocio es susceptible de problemas que pueden ser descritos en una analogía entre la organización y el hombre como sistemas vivos.
¿Se puede corregir de alguna manera la visión de la TIC por parte del negocio?	Tal como los problemas visuales humanos, la visión de la TIC por parte de la organización puede ser mejorada

Tabla 1: Preguntas e Hipótesis de Investigación. Fuente: Elaboración propia

4. Metodología

La metodología seguida para el desarrollo de este proyecto obedece a un esquema combinado de investigación documental y búsqueda de información en campo. La investigación documental se realizó básicamente a través de la revisión de libros, documentos de investigaciones, bases de datos de investigaciones y consulta selectiva en la red Internet. La investigación de campo, intentó recoger la experiencia de expertos académicos (docentes e investigadores) y aplicados (consultores y desarrolladores de proyectos). En este estudio de campo, se utilizó básicamente la técnica de entrevistas. En este sentido, la metodología seguida para el desarrollo del proyecto podría resumirse a través del esquema que se muestra en la figura 1 (Metodología de la Investigación).

5. Marco de Referencia

5.1. La TIC en la organización

5.1.1. Evolución de la TIC en la organización

La TIC en su relación con la organización, habitualmente presenta un comportamiento que se rige por la llamada curva de evolución de la tecnología presentada por Benavides [4] y que se muestra en la figura 2 (Evolución de la TIC en la organización)

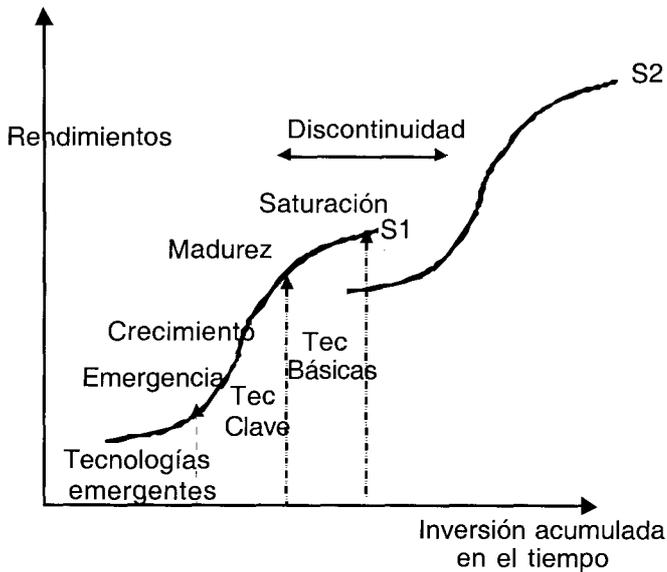


Figura 2. Evolución de la TIC en la organización. Fuente: Benavides [4]

Esta curva ilustra el avance de la tecnología desde su fase de emergencia hasta su saturación la cual le da lugar a la aparición de otra tecnología y su natural evolución. La apreciación de la TIC por parte del negocio está claramente marcada por los rendimientos generados por la misma, los cuales son notablemente diferentes en cada etapa de la evolución.

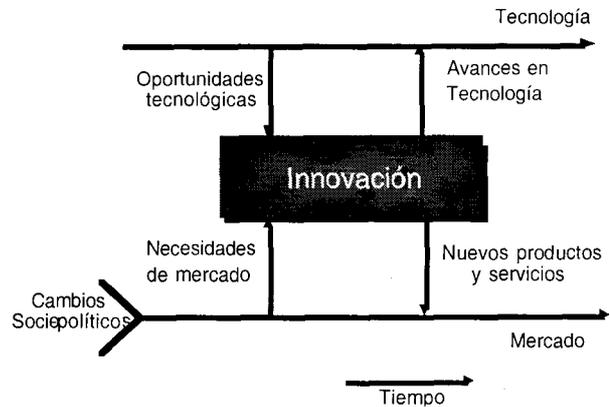


Figura 3. Innovación y Tecnología en la Organización Fuente: Allen y Scott [1]

5.1.2. Innovación y TIC en la organización

La Innovación y la TIC en la organización, tienen una relación muy estrecha, especialmente en la etapa de emergencia de la TIC, esta relación se ve determinada por el comportamiento descrito en la figura 3. (Innovación y Tecnología en la Organización).

Esta representación muestra la real separación entre las fuerzas mercado-tecnología, como determinantes de la innovación, lo que establece una posible debilidad de parte de la organización para apreciar la TIC especialmente en su fase de emergencia, la cual, entre otros factores, contribuye al logro de posiciones pioneras.

5.1.3. Aprendizaje como determinante de la valoración de la TIC en la organización.

Como dice la tesis del pensamiento griego, referida por Palacios [8]; en el supuesto de que algo existiera y lo pudiéramos conocer, existiría la dificultad de comunicarlo, especialmente cuando ese algo es la TIC dada su tendencia a la abstracción.

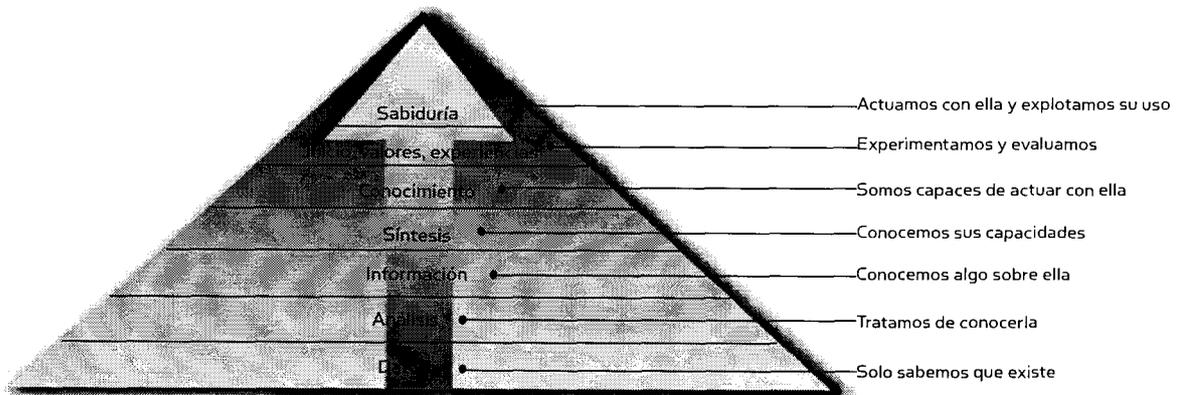


Figura 4. Pirámide del aprendizaje aplicada a la TIC. Fuente: Elaboración propia a partir de Palacios [8]

La pirámide del aprendizaje aplicada a la TIC (ver figura 4.), muestra que la valoración de la TIC en la organización está determinada en alguna medida por el aprendizaje de la misma.

5.1.4. La cultura de la organización como conocimiento clave para el desarrollo de la TIC

Para Boisot, referido por Cortada y Woods[5], la codificación del conocimiento y la velocidad a la cual éste puede ser difundido están relacionados pero en una forma que se escapa de la paradoja del manejo tecnológico. La curva de la figura 5 (El espacio-C) indica esquemáticamente la relación entre la codificación y la difusión. Este diagrama, descrito por Boisot, referido por Zack[10] ha sido llamado el espacio cultura o espacio-C, las diferentes posibilidades de estructuración y compartir conocimiento, en o entre grupos, la definición de atributos de un proceso cultural, pueden ser explorados, tanto a manera individual de un conocimiento específico (ver figura 6. Ciclo de aprendizaje social), como a través del complejo de conocimiento de la población empresa (figura 7. Población de una empresa).

En el espacio-C, la tecnología atraviesa su ciclo de madurez habitual, pasando de Tecnología emergente a clave y posteriormente a base, tal como lo muestra la figura 8 (Tecnologías base, clave y emergente en el espacio C)

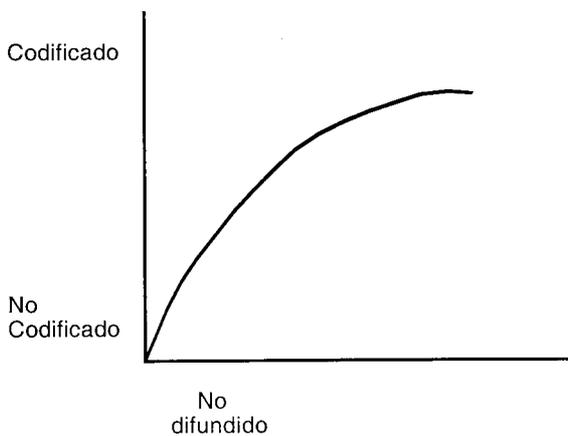


Figura 5. El espacio-C
Fuente: Zack[10]

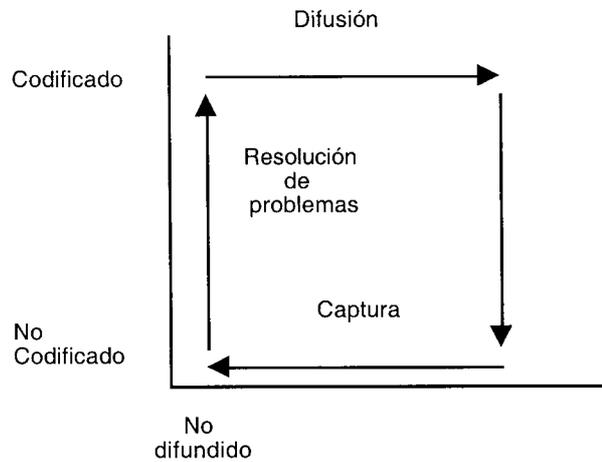


Figura 6. Ciclo de aprendizaje social
Fuente: Zack[10]

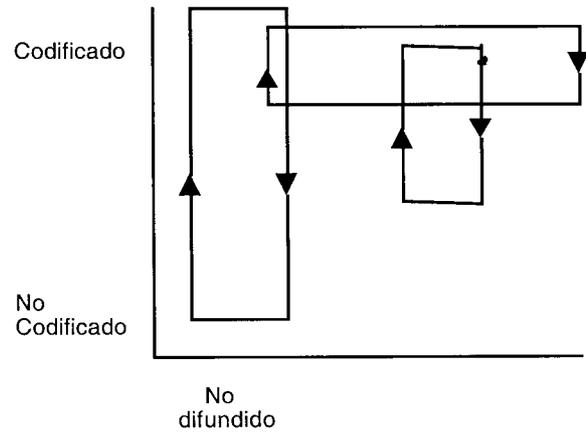


Figura 7. Población de una empresa
Fuente: Zack[10]

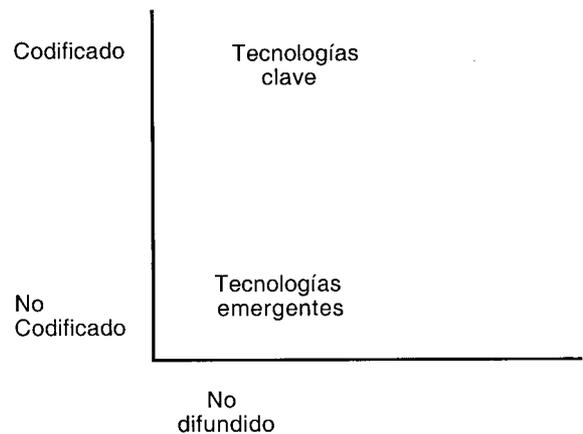


Figura 8. Tecnologías base, clave y emergentes en el espacio-C
Fuente: Zack[10]

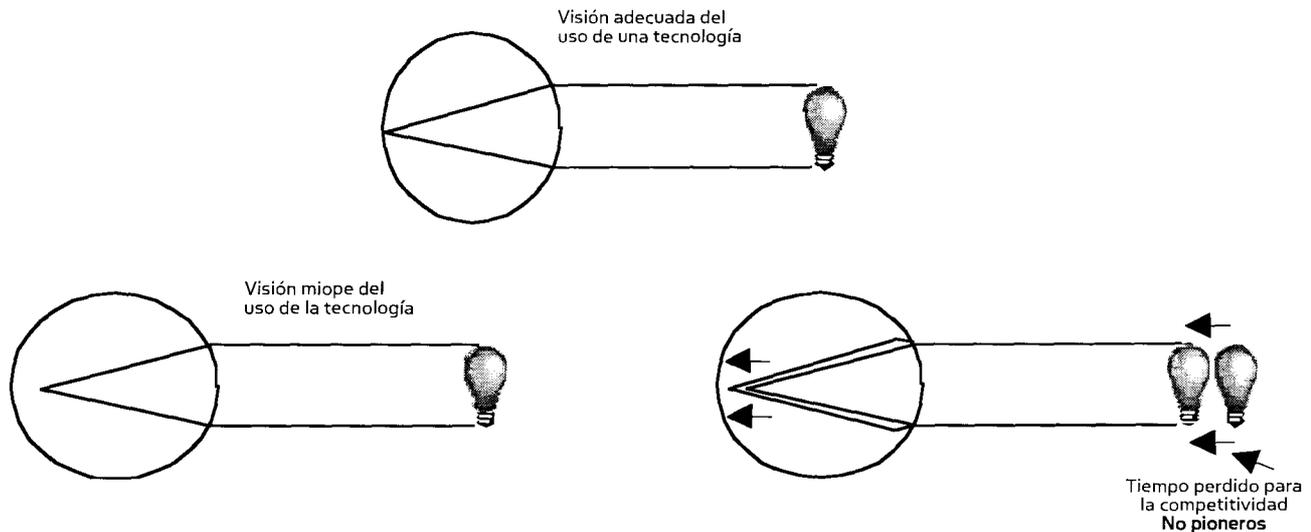


Figura 9. Miopía Tecnológica. Fuente: Elaboración propia

5.2. La miopía tecnológica

El principio de actuación frente al cambio tecnológico, sugerido por Villa, Ricart, Andreu y Valor [9], indica "Mantener un equilibrio entre la necesaria flexibilidad ante la incertidumbre tecnológica y de mercado, y el inevitable compromiso de recursos para no perder la ola del progreso técnico." Ante este principio la gran pregunta es ¿Cómo actuar frente a tecnologías emergentes pero de muy alto potencial que pueden hacer obsoletas en pocas décadas a las actuales tecnologías? La miopía tecnológica, consistente fundamentalmente en la necesidad de tener la tecnología muy cercana para tener la posibilidad de apreciarla, imposibilitando la incorporación de tecnologías en fase emergente (ver figura 9. Miopía Tecnológica)

5.3. Tecnologías emergentes

Para Day y Schoemaker[6], las Tecnologías Emergentes (TE) son innovaciones científicas que pueden crear una industria o transformar una existente.

Las TE imponen algunos desafíos, entre los que se destacan:

- Lidar con un contexto de gran incertidumbre y complejidad.
- Estar a la altura de un cambio acelerado
- Desarrollar nuevas competencias

Estos desafíos son posibles de manejar sólo con apoyo del niveles directivos de la organización, los cuales deben estar conscientes de la necesidad de:

- Un contexto más fluido en la organización.
- Una toma de decisiones más sólida y adaptativa.
- Distribución de los recursos por etapas.
- Exploración del mercado.
- Desarrollo adaptativo de la tecnología.

6. Resultados

Como resultado de la investigación realizada, se llegó a los siguientes productos:

6.1. Modelo de apreciación de la TIC desde la perspectiva del negocio

Tomando como referencia la noción de Miopía Tecnológica se analizaron las posibles semejanzas del problema de apreciación de la TIC por parte del negocio con respecto a la visión humana y sus dificultades, concluyéndose los siguientes modelos de apreciación:

6.1.1. Hipermetropía Tecnológica:

Análoga a la Miopía tecnológica, la Hipermetropía Tecnológica, impide la visión acertada de la tecnología, siendo necesaria su visión muy anticipada para dar oportunidad a la acertada apreciación (ver figura 10.

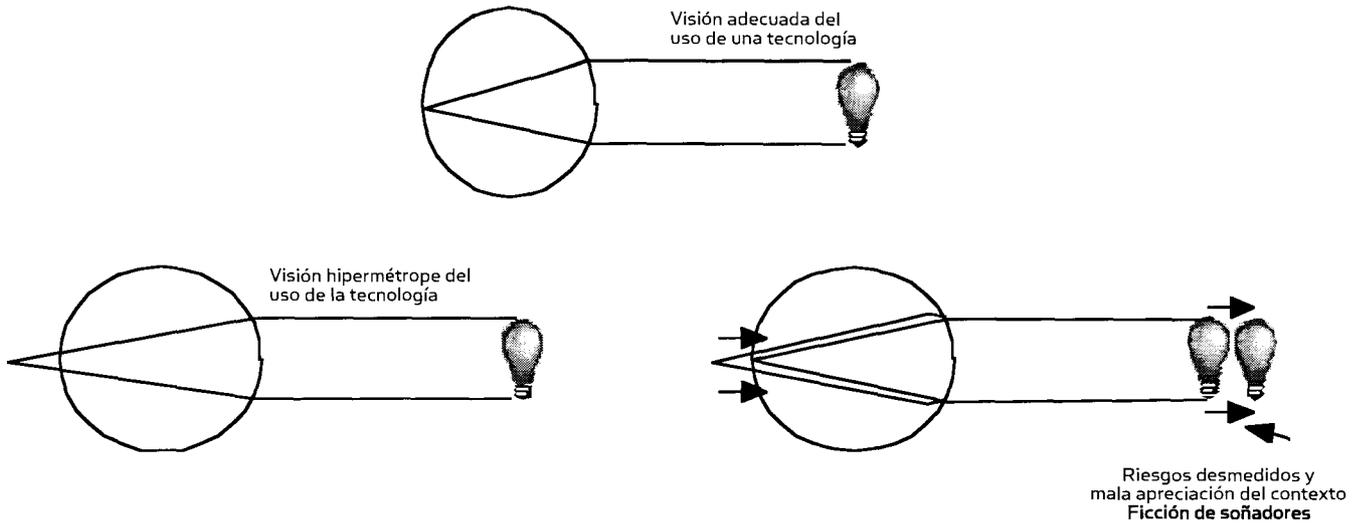


Figura 10. Hipermetropía Tecnológica. Fuente: Elaboración propia

Hipermetropía Tecnológica). Esta necesidad de anticipación extrema puede deberse a razones de cultura y aprendizaje organizacional, entre otras variables que impiden la incorporación a corto plazo de tecnologías emergentes o de poca madurez. Normalmente este tipo de dificultad se manifiesta en organizaciones poco flexibles, muy conservadoras. Esta dificultad puede conducir a riesgos desmedidos y mala apreciación del contexto, cayendo en la ficción de un sueño.

6.1.2. Astigmatismo Tecnológico:

Además de las dificultades de apreciación que requieren la mayor proximidad o lejanía de la TIC, existen otros modelos que traen como consecuencia la apreciación defectuosa de la TIC, similar al astigmatismo humano. En este caso las características de la organización generan una supuesta apreciación de la TIC, desformándola, adicionalmente, este tipo de visión genera una costumbre o aprendizaje que hace que para la organización esa sea la correcta visión de la TIC siendo necesaria la intervención ex-

terna para el despertar a una visión diferente. Este modelo puede ser referido como semejante a la parálisis paradigmática popularizada por Joel Barker [3]

6.1.3. Presbicia Tecnológica:

Al pasar de los años, la adaptabilidad de la organización se hace menor y en consecuencia, su apreciación de la TIC se dificulta en situaciones turbulentas.

6.2. Análisis de causalidad de los desajustes de apreciación de la TIC desde la perspectiva del negocio

Una vez definidos los modelos antes descritos, los mismos fueron sometidos a evaluación por parte de académicos y empresarios, encontrando las siguientes como causas de tales dificultades de visión (ver Tabla 2. Análisis de causalidad de desajustes de visión):

Modelo	Causalidad
Miopía Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacidad para anticiparse
Hipermetropía Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de tiempo requerido para adaptarse • Exceso de tiempo requerido para aprender • Incapacidad para captar TIC de desarrollo muy acelerado
Astigmatismo Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Apreciación errada del contexto • Apreciación errada de la habilidades de la organización
Presbicia Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad para adaptarse al cambio, especialmente en ambientes turbulentos

Tabla 2. Análisis de causalidad de desajustes de visión. Fuente: Elaboración propia

Modelo	Ajustes posibles
Miopía Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de una unidad de Investigación y desarrollo que favorezca la innovación anticipada • Fortalecimiento de la planificación estratégica tanto del negocio como de la TIC.
Hipermetropía Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de estructuras organizacionales flexibles. • Implementación de una gestión de conocimiento que facilite el aprendizaje en corto tiempo.
Astigmatismo Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de proyectos de consultoría tanto interna como externa, que favorezcan la evaluación de la visión interna y externa de la organización • Establecimiento de alianzas estratégicas
Presbicia Tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación de la organización incorporando líderes jóvenes y con experiencias de referencia que contribuyan a la renovación.

Tabla 3. Ajustes de la visión de la TIC. Fuente: Elaboración propia

6.3. Modelo de ajuste de la visión de la TIC desde la perspectiva del negocio

Las situaciones descritas como causales anteriormente, podrían ser resueltas, entre otras formas a través de las siguientes acciones (ver tabla 3. Ajustes de la visión de la TIC).

Para aplicar estas acciones u otras semejantes a cada organización se requiere de un diagnóstico previo de la organización y de las posibilidades de

cada acción, para lo cual se ha propuesto una nueva fase de esta investigación, con el fin de elaborar un instrumento sistemático de evaluación.

7. Conclusiones

Entre las conclusiones más resaltantes asociadas a las preguntas de investigación, tenemos (ver tabla 4. Conclusiones):

Pregunta de investigación	Hipótesis	Resultado	Conclusión
¿Cómo se aprecia la TIC desde la perspectiva del negocio?	La TIC es apreciada por el negocio, a través de un proceso comparable a la visión humana y sus dificultades.	Modelo de apreciación de la TIC desde la perspectiva del negocio	La visión de la organización y la visión humana pueden ser analizadas de manera semejante, sin embargo, la visión organizacional se ve afectado por un complejo conjunto de variables que podrían incluir factores tanto tácitos como implícitos del aprendizaje organizacional
¿Qué problemas tiene la visión de la TIC por parte del negocio?	La visión de la TIC por parte del negocio es susceptible de problemas que pueden ser descritos en una analogía entre la organización y el hombre como sistemas vivos.	Análisis de causalidad de los desajustes de apreciación de la TIC desde la perspectiva del negocio.	Las causas de las deficiencias de apreciación de la TIC reportados en esta investigación son solo una referencia y deben ser ampliados con una nueva fase del proyecto
¿Se puede corregir de alguna manera la visión de la TIC por parte del negocio?	Tal como los problemas visuales humanos, la visión de la TIC por parte de la organización puede ser mejorada	Modelo de ajuste de la visión de la TIC desde la perspectiva del negocio.	La solución a los problemas que originan la dificultad visual de la TIC por parte de la organización, requiere una amplia investigación con fuerte soporte estadístico e incorporación de modelos organizacionales virtuales.

Tabla 4. Conclusiones. Fuente: Elaboración propia

Además de lo expresado en la tabla 4 (Conclusiones), se puede concluir lo siguiente:

- En la analogía de la visión humana, resulta conveniente estudiar la posibilidad de ampliar el estudio, tomando como referencia otros problemas ya tratados en el cuerpo humano.
- La óptica organizacional requiere ampliar su desarrollo
- La planeación estratégica de la TIC y su ajuste a la estrategia organizacional, puede ser mejorada con una combinación del uso de modelos de alineación estratégica como SAM y OFF (Allen y Scott Morton [1]; Earl[7]) y ajustes de visión como los planteados por este trabajo.
- La gestión de conocimiento tiene mucho que aportar favoreciendo un ambiente apropiado de visión y aprendizaje de oportunidades de innovación en TIC.

Referencias

- [1] Allen, Thomas J.; Scott Morton, Michael S. (1994) Information Technology and the corporation of the 1990s: research studies. Oxford University Press: Oxford
- [2] Allen, Thomas; Scott Morton, Michael (1995) Information Technology and the corporation of the 1990s: Research studies Oxford University Press: Oxford.
- [3] Barker, Joel. (1993) Paradigmas. McGraw Hill: Madrid
- [4] Benavides, Carlos A. (1998). Tecnología, innovación y empresa. Ediciones Pirámide s.a.: Madrid
- [5] Cortada, James; Woods, John (2000) The Knowledge Management Yearbook 2000-2001. Butterworth Heinemann: Boston
- [6] Day, George; Schoemaker, Paul (2001) Gerencia de tecnologías emergentes. Editorial Vergara – Business: Barcelona
- [7] Earl, Michael (1998) Information Management: The organizational dimension Oxford University Press: Oxford
- [8] Palacios M. Margarita. (2000). Aprendizaje Organizacional. Conceptos, Procesos y Estrategias. Hitos de la ciencias económico administrativas. Año 6, Número 15. Villahermosa. Tomado de la dirección electrónica: www.ujat.mx/publicaciones/hitos/15/aprendizaje.pdf
- [9] Villa, J.; Ricart, J.E.; Andreu, R.; Valor, J. (1997) Compiendo a través de la Tecnología y la Información. Biblioteca IESE de Gestión de empresas. Ediciones Folio, S.A.: Barcelona.
- [10] Zack, Michael (1999) Knowledge and Strategy. Butterworth-Heinemann: Boston



DISEÑO DE UN CATÁLOGO DE CUENTAS PARA EL CONTROL DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Resumen

Se presenta una propuesta para el diseño de un catálogo de cuentas a ser utilizado en el desarrollo e implementación de un sistema de control de costos de construcción en empresas constructoras, que resulta de fácil comprensión y aplicación y que permite obtener una identificación precisa de los costos reales de ejecución de obras y su evaluación mediante el análisis de las variaciones entre estos y los costos estimados. Se discuten una serie de conceptos generales de control de costos de construcción, así como los diferentes elementos y categorías de dichos costos. El Trabajo finaliza presentando conclusiones, recomendaciones y la bibliografía consultada para su preparación.

Palabras Clave: Catálogo de Cuentas, Costos, Construcción.

Abstract

The objective of this work is the design of a catalogue of accounts for using it in the development of a construction costs control system, for companies dedicated to this type of work. It is considered that the design is of easy understanding and application and allows the definition of the actual construction costs and evaluate them using variation analysis. General construction costs control concepts and the varying elements and categories of the construction costs are discussed. The paper ends with conclusions, recommendations and a comprehensive bibliography.

Key Words: Catalogue of Accounts, Costs, Construction.

■ Martínez M., Marino

Ingeniero Civil, UCAB - 1975. Universidad de Carabobo,
Facultad de Ingeniería, Maestría en Gerencia de Construcción,
Ingeniería Civil UCAB-1975

e-mail: marinom@postgrado.uc.edu.ve

Introducción

El control de los costos de construcción es un problema de suma importancia para los constructores, la solución del cual remedia simultáneamente dos situaciones del mayor interés y necesidad. Por un lado permite el monitoreo de los costos reales de ejecución de las obras y su consiguiente evaluación mediante la comparación con los costos previstos a nivel de presupuesto, lo que conduce al desarrollo del denominado Análisis de Variaciones.

Por otro lado, el control de los costos permite la creación y desarrollo de una base de datos realista y confiable, que permita la estimación de futuros prepuestos sobre la base de costos reales previamente obtenidos y que, en razón de ello, otorguen a la empresa constructora una ventaja competitiva al momento de su participación en procesos licitatorios para el otorgamiento de contratos de construcción de obras.

La necesidad de contar con procedimientos sistemáticos y de fácil operación, que permitan a las empresas constructoras el monitoreo continuo de los costos reales de ejecución, su comparación con los costos planificados en los presupuestos de construcción y la obtención de bases de datos fundamentales para la optimización de los procesos de estimación de las inversiones requeridas en futuros proyectos, es una necesidad cuya satisfacción representa una ventaja estratégica para dichas empresas. Por tanto, una empresa constructora que desee posicionarse en el mercado con una ventaja competitiva, debe ser capaz de desarrollar sistemas que le permitan controlar los costos de construcción de sus proyectos y compararlos con los establecidos en el estimado previsto, sistema al que denominaremos el Sistema de Control de Costos. Con la finalidad de contribuir a facilitar el diseño del Sistema, en este Trabajo se tratará de responder a la pregunta: ¿Sobre qué bases se debe desarrollar un catálogo de cuentas que pueda sustentar el funcionamiento de un sistema para el control de los costos de construcción? Para responder a esta interrogante, el marco conceptual que sustenta este Trabajo se fundamenta en los conceptos generales de control de costos de construcción, en los elementos componentes de los costos de construcción y en el catálogo de cuentas de una empresa constructora.

El control de los costos de construcción

El objetivo último de una empresa constructora no es más que la obtención de utilidades derivadas de la gestión de construcción de obras, por lo que, como establece Levy (1997), "una vez iniciada una obra, el Gerente de Construcción estará interesado en el diseño de un sistema que le permita vigilar constantemente todos los costos del proyecto, de manera que en cualquier momento se pueda saber con que eficiencia se está logrando la utilidad estimada".

En una empresa constructora la aplicación de un sistema de control de costos de construcción es el único mecanismo que se puede utilizar para el seguimiento de los costos reales de ejecución de un proyecto de construcción y así determinar las variaciones entre estos y los costos estimados al nivel del presupuesto del proyecto, de tal manera que en todo momento pueda tenerse una visión clara de la utilidad proyectada de la obra.

Así mismo, a partir del monitoreo (seguimiento) y de la evaluación de los costos reales de ejecución (determinación de sus variaciones con los costos previstos), se pueden identificar las causas de las posibles desviaciones que se detecten, así como las acciones correctivas requeridas para eliminar dichas variaciones o bien mantenerlas dentro de un rango tolerable.

La determinación de las variaciones entre los costos reales y los estimados se logra mediante la identificación clara e inequívoca de los costos reales de todos y cada uno de los insumos componentes de los costos, para lo cual se debe contar con un elemento que permita obtener la identificación necesaria para poder catalogar la fuente de tales insumos en lo concerniente a: sitio o lugar de la obra en el que se genera el costo, especialidad que lo genera, partida del presupuesto a la que se asocia, tipo o categoría del costo y tipo de insumo componente del que se trata. Catalogados de esta forma, los costos reales podrán ser claramente identificados y cuantificados y entonces se podrá realizar el debido análisis de las variaciones.

El elemento que permite obtener tal información de los costos reales está constituido por el catálogo de cuentas, herramienta de control administrativo que permite a las empresas constructoras la identificación de todos los costos incurridos en cada una de las diferentes obras que se ejecuten.

Conceptos Generales de Control de Costos de Construcción

De acuerdo con Martínez (2000), con la finalidad de que una empresa constructora pueda operar rentablemente en su área de negocios (construcción), maximizando su potencial de rendimiento financiero y, por ende, el de su valor de mercado, debe satisfacer dos condiciones fundamentales. Por un lado, sus precios deben ser lo suficientemente bajos para ser competitiva a la hora de participar en licitaciones, de forma que tenga posibilidades de hacerse acreedora al otorgamiento de contratos, pero también deben ser lo suficientemente altos para garantizar que se cubran todos los costos de construcción y que entonces se opere con un adecuado margen de beneficio. Por otro lado, la empresa debe controlar sus costos de manera de poder mantenerlos dentro de las previsiones de los presupuestos, así como poder detectar oportunamente cuando ocurran desviaciones de los planes y tomar acciones correctivas conducentes a minimizar tales desviaciones o bien, cuando éstas no puedan evitarse, poder modificar los planes originales y evaluar el impacto de tales desviaciones al establecer un nuevo cuadro de previsiones a futuro.

La primera condición se satisface si la empresa conoce sus costos reales de operación y, en función de estos, se preparan los estimados de costos de las obras y los correspondientes presupuestos de construcción. Dichos estimados en la práctica no pueden predecirse y sólo podrán preverse en función de datos aportados por experiencias pasadas, es decir de la observación y control de los costos de construcción de obras ejecutadas anteriormente. La segunda condición se satisface cuando la empresa realiza sistemáticamente la observación y control de sus costos de construcción en las obras en ejecución, que luego servirán como base de referencia para la satisfacción de la primera condición. En definitiva, la empresa debe controlar sus costos de construcción de obras con la finalidad de poder operar eficientemente y así redundar en la rentabilidad de las obras y de la misma empresa.

Una definición de control de costos dada por Mueller (1986), es la de "la habilidad de influenciar positivamente el resultado de los costos de un proyecto, modificando tendencias de desempeño negativas". Visto desde este enfoque, el control de costos tiene un objetivo limitado, ya que los procedimientos correspondientes están orientados a identificar desviaciones de los planes más que a sugerir posibles áreas para el ahorro de costos. Esta

característica es un reflejo de lo avanzado de las etapas en las que el control de costos se hace importante en un proyecto de construcción: durante su ejecución. De acuerdo a Hendrickson y Au (1989), el momento en el que se pueden obtener mayores ahorros es durante la planificación del proyecto, ya que "durante la fase de construcción los cambios tienden a retrasar y encarecer los proyectos, lo que da como resultado que el foco del control de costos esté en el cumplimiento de los planes originales, o bien en resaltar las desviaciones de los mismos, más que en la búsqueda de mejoras o ahorros significativos". Es justamente en la fase de planificación cuando se prepara el estimado de los costos de construcción y es entonces cuando se debe contar con el catálogo de cuentas que permita la clara e inequívoca identificación necesaria posteriormente para el análisis de las variaciones en la fase de ejecución.

Pero el control de costos va más allá del simple monitoreo de la ejecución y, cuando sea posible, de ajustar de alguna manera las bases del desempeño logrado. Estas acciones son sólo una pequeña parte del control de costos. Uno de los principales aspectos es que la posibilidad de controlar los costos decrece a medida que el proyecto pasa de la fase de concepción a la de construcción: una vez que un proyecto comienza a ser construido, sólo quedan oportunidades negativas para el control de costos, esto es, escalaciones de costos resultantes de fallar en controlarlos. Quiere decir que el control de los costos de construcción debe comenzar tan pronto como se comienza la planificación de los proyectos, es decir desde que se realizan sus primeros estimados de costo.

En los proyectos licitados competitivamente, donde hay poca oportunidad para realizar trabajos de ingeniería de costos como herramienta primaria de control de costos, la función de estimación se transforma en la primera oportunidad para controlar los costos. Lo que se requiere es seguridad y validez de los estimados y un análisis completo, competitivo y comparativo de los precios de subcontratistas y suplidores, como prerrequisito para usar dichos precios en los estimados, los que deben organizarse con suficiente detalle, validez y precisión para minimizar los riesgos de control de costos involucrados.

El estimado de una oferta de construcción como herramienta de control ofrece oportunidades para controlar los costos, esenciales para el proceso de estimación. Lo que se requiere en la estimación de

los costos es alguna estrategia inicial para el proyecto, que identifique factores significativos relacionados con el lugar de la obra, la especialidad, la partida, la categoría y el tipo de insumos componentes relacionados con el costo del proyecto. Dicha estrategia debe vincular a los costos estimados con los costos reales de ejecución y se logra implementar con la definición del catálogo de cuentas que permita la identificación y clasificación de los costos que permitan cumplir adecuadamente la evaluación de los costos.

Cuando el control de costos está asociado con un presupuesto establecido, el sistema de control tiene dos subsistemas. El primero tiene que ver con la determinación continua y oportuna de si los costos de los conceptos físicos de ejecución (partidas del presupuesto) se encuentran por encima, por debajo o de acuerdo al presupuesto, cuáles son las tendencias y cuáles podrían ser las fuentes de cualesquiera dificultades. El segundo subsistema abarca las acciones tomadas para reaccionar a situaciones desfavorables detectadas por el primero. En un proyecto típico, el primer subsistema es operado por controladores de proyecto que analizan los datos y reportan informes a la gerencia, mientras que la gerencia es la que toma las acciones requeridas para corregir los problemas. Este Trabajo se enfoca en el primer subsistema.

Elementos de los Costos de Construcción

Un sistema de control de costos de construcción debe enfocarse en todos los elementos de los costos. Para una empresa constructora los elementos de costo son:

- Costos de los materiales, que son función de las cantidades requeridas, de los precios correspondientes y de sus desperdicios.
- Costos del personal (o de la mano de obra), que son función del trabajo a realizar, de las tarifas salariales, de los costos asociados a los salarios, de la estructura organizacional y de los rendimientos o productividad de dicho personal.
- Costos de los equipos de construcción, que son función del trabajo a realizar, de los costos fijos o de posesión, de los costos variables o de operación y de los rendimientos o eficiencia de uso de tales equipos.
- Costos indirectos, que son función de los costos de logística de apoyo a la producción en las obras

y de los gastos de la empresa para funcionar como unidad de negocios.

- Otros costos, que incluyen conceptos que en definitiva se pueden reducir a un tratamiento similar a alguno de los tres elementos mencionados inicialmente.

De tal manera, Martínez (1997) propone que los elementos de costo a considerar en un sistema de control de costos de construcción queden integrados por las siguientes categorías o grupos de insumos, que se procede a describir sucintamente:

Materiales aportados por el constructor

Son todos aquellos materiales que suministra el constructor y que se requieren para la obra, bien porque queden definitivamente instalados en ella (concreto, vidrios, acero, etc.) o porque se requieran para la incorporación de otros (clavos y madera para encofrados, alambre para amarre de cabillas, etc.). Expresamente se excluyen cualesquiera materiales aportados por el propietario de la obra (cliente).

Mano de Obra directa

Es todo el personal obrero de construcción que pertenece a la nómina de la empresa constructora (cabilleros, carpinteros, albañiles, etc.). Expresamente se excluye el personal contratado a destajo.

Equipos y herramientas de construcción

Son todos los equipos y herramientas necesarios para ejecutar las actividades de construcción y que pueden ser propiedad de la empresa constructora o alquilados por ella.

Equipos permanentes aportados por el constructor

Son todos aquellos equipos que pasan a formar parte definitiva de la obra construida, ya que son instalados con ese fin (bombas, tableros eléctricos, equipos de extinción de incendios, etc.). Expresamente se excluyen cualesquiera equipos aportados por el cliente.

Subcontratos de mano de obra

Representan a todo el personal contratado a destajo por el constructor con la finalidad de instalar materiales o equipos permanentes aportados por la empresa constructora o por el cliente. Este personal trabaja con equipos y/o herramientas de la empresa,

o bien aporta sus propias herramientas y equipo, según el contrato (frisadores, pegadores de bloques, colocadores de cerámica, etc.).

Subcontratos a todo costo

Representan toda porción de la obra contratada a destajo por el constructor con la finalidad de instalar materiales o equipos permanentes aportados por personal subcontratado que trabaja con sus propios equipos y herramientas. Normalmente dicho personal conforma empresas especialistas en su ramo (vidrieros, carpinteros de ebanistería, etc.). En muchos casos la instalación de equipos permanentes se realiza por la vía de estos contratos (ascensores, aire acondicionado, escaleras mecánicas, etc.).

Transportes y fletes

Representan todos aquellos servicios de transporte y/o flete que se requieran para el traslado de materiales, equipos o personal de la empresa constructora.

Indirectos de campo

Representan todos aquellos costos de materiales, equipos o mano de obra de la empresa constructora que actúan como apoyo a la construcción (oficina provisional en la obra, maestros de obra de la empresa, ingenieros de la empresa, secretaria de obra, almacenista de obra, teléfono de la obra, etc.).

Indirectos de operación

Representan todos aquellos gastos propios de la empresa, requeridos para su funcionamiento como unidad de negocios, que se asignan parcialmente a la obra prorrateando su monto entre las diferentes obras que construye la empresa (gerente, administrador, alquiler de local de oficina, etc.). Normalmente se expresan como un porcentaje fijo de la suma de todos los costos anteriores.

El Catálogo de Cuentas como requisito del Sistema de Control de Costos de una Empresa Constructora

Todo sistema de control de costos de construcción debe satisfacer unos requerimientos mínimos para poder ser aplicado eficientemente. Dichos requisitos consisten en cuáles deben ser los recaudos mínimos

con que se debe contar para aplicar correctamente los procesos de control.

En primer lugar, se debe contar con un estimado detallado del costo total de la obra que represente el presupuesto de los costos de construcción del proyecto. En la medida que el estimado sea más detallado más fácil será realizar el control, ya que el estimado representa el plan financiero de la obra y las herramientas de control por excelencia son precisamente los planes de ejecución. En él se detallan los estándares objetivo, que no son otra cosa que los costos estimados para cada partida del presupuesto. A mayor detalle del estimado mayor facilidad de desagregar el costo en sus componentes o categorías y mayor facilidad en comparar estos con los costos reales.

En segundo lugar, se debe contar con un catálogo de cuentas. Este no es más que la subdivisión de la obra en centros de costo, tanto para fines de estimación como para fines de control, es decir, representa la lista de cuentas de costo del proyecto y define el nivel de detalle que se usará para llevar el control de los costos de construcción. Dicha lista de cuentas se define en función de un sistema de codificación numérico o alfanumérico de los conceptos individuales que se fijan para efectos de estimación y control de los costos, a cuya designación se les llama códigos de costo y que se concibe como una parte del catálogo general de cuentas contables de la empresa, que no es otra cosa que una especie de mapa financiero de los centros de ingresos y egresos de la compañía, así como de los puntos de transferencia entre ellos. Este catálogo de cuentas o mapa financiero determina donde habrá de registrarse contablemente una transacción dada y cómo ha de fluir dicho registro por el sistema de contabilidad.

Los objetivos de un catálogo de cuentas son proveer una base uniforme para la estimación de costos; una lista de chequeo para asegurar la inclusión de todos los costos en el estimado; una base para la clasificación de todos los gastos y costos de las obras, comparables con los estimados; un medio para comparar costos resultantes de obras similares; en fin, la recopilación ordenada de los costos resultantes con propósitos históricos, tales como estimaciones futuras. Para el diseño del catálogo de cuentas, Olguín Romero (1991) da la siguiente recomendación: "Un catálogo de cuentas debe definir la obra, las áreas geográficas en que se divide, la especialidad en la obra, el costo específico que se trata de controlar y el concepto que se define". Atendiendo a estas recomendaciones, se presenta un diseño conceptual

del catálogo de cuentas para una obra cualquiera de una empresa constructora.

Diseño del Catálogo de Cuentas para obra de construcción

De acuerdo a la recomendación dada por Olguín (op. cit.), los códigos de las cuentas de costo del catálogo de cuentas deben diseñarse para que, al menos, suministren la siguiente información: a) nombre de la obra en la que ocurre el costo, b) área geográfica de la obra en la que se incurre en el costo, c) especialidad de la obra que genera el costo, d) concepto físico de la obra (partida del presupuesto) relacionado con el costo en cuestión, e) categoría o grupo de insumos que engloba el costo y f) tipo de insumo específico de cada categoría de costo.

Así, la codificación del catálogo de cuentas puede definirse de acuerdo a un sistema numérico del tipo XX-YY-TT-UUU-W-ZZZ, donde cada uno de los componentes del código tendrá el siguiente significado:

XX: representa el nombre de la obra, designada por un número único para la misma. Se utilizarán dos cifras ya que normalmente una empresa no tendrá más de cien obras. En caso contrario, se ampliará el número a tres cifras.

YY: representa la ubicación del costo codificado, o bien el área geográfica en que se ubica el mismo. Se utilizarán dos cifras porque difícilmente en una obra se podrán identificar más de cien áreas geográficas diferentes. Ejemplos de ubicación geográfica podrán ser, por ejemplo para edificaciones, infraestructura, superestructura, obras exteriores, etc.

TT: con este número se identificará la especialidad de la obra que genera el costo codificado. Nuevamente se utilizan sólo dos cifras ya que no hay más de cien especialidades diferentes en el desarrollo de una obra de edificación.

UUU: este número representa el concepto físico o partida del presupuesto de la obra relacionado con el costo en cuestión. Se utilizarán tres cifras ya que un presupuesto de construcción de edificios puede contener varios cientos de renglones.

W: representa la categoría o grupo de insumos que engloba el costo codificado, tal como se definieron en el aparte de elementos de los costos de construcción antes indicado. Como tales elementos están

conformados por nueve categorías diferentes, con una sola cifra es suficiente.

ZZZ: este grupo de cifras indica el tipo de insumo específico de cada categoría de costo, es decir la especificación del material aportado por el constructor, la clasificación de la mano de obra directa de la empresa utilizada en la obra, el tipo de equipo o herramienta de construcción utilizado por la empresa en la obra o aportado por el constructor, etc. Se utilizan tres cifras porque puede haber hasta cientos de insumos diferentes en algunas de las categorías de costo.

De esta manera, un ejemplo típico de código de costo para una obra de edificación de una empresa constructora puede ser: 45-12-05-216-2-025, cuyo significado se explica a continuación: Obra 45, Construcción de Residencias El Edificio; Área Geográfica 12, Obras Exteriores; Especialidad 05, Albañilería; Partida N° 216, Construcción de Pared Perimetral Exterior de Bloques de Concreto; Categoría de Costo 2, Mano de Obra Directa; Tipo de Insumo 025, Albañil de Segunda. Expresado de otra manera, el código de costo 45-12-05-216-2-025 se refiere al costo de mano de obra directa generado por los albañiles de segunda de la empresa, encargados de construir las paredes de bloques de concreto de los exteriores de la obra Resid. El Edificio, incluido en el capítulo del presupuesto correspondiente a la albañilería.

Conclusiones y Recomendaciones

El catálogo de cuentas consiste en un elemento que permite la clara e inequívoca identificación de los costos reales de construcción de una obra en proceso y así permite la evaluación de los mismos mediante su comparación con los costos estimados previamente. Dicho elemento es un requisito para el desarrollo e implementación de un sistema para el control de los costos de construcción de una empresa constructora y su diseño es un proceso muy sencillo, mientras con el mismo se cumplan los objetivos para los cuales se diseñan estos catálogos.

Se recomienda que las empresas constructoras comiencen el desarrollo de sus sistemas de control de costos de construcción con el diseño de un catálogo de cuentas, lo que se puede lograr siguiendo las indicaciones dadas en este trabajo.

Bibliografía

- HENDRICKSON, C. y T. Au (1989) **Project Management for Construction**. New Jersey, USA : Prentice-Hall
- LEVY, Sydney (1997) **Administración de Proyectos de Construcción**. (2ª edición). México, México: McGraw-Hill Interamericana.
- MARTINEZ M., Marino (2000) **Propuesta para un sistema de control de costos de construcción en empresas constructoras**. Trabajo de Grado de Maestría, Gerencia de construcción, no publicado. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- MARTINEZ M., Marino (1997) **Control de Costos Proyecto Cromo Nickel 4000**. Informe privado presentado a CONDIMACA, no publicado. Valencia, Venezuela.
- MUELLER, Frederick (1986) **Integrated Cost and Schedule Control for Construction Projects**. New York, USA: Van Nostrand Reinhold.
- OLGUIN ROMERO, Ernesto (1991) **Planificación, Control y Reportes de una Obra en Construcción**. México, México: Diana.



DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS DE LOS PROCESOS EXISTENTES Y ELABORACIÓN DE NUEVOS PROCESOS EN LA GERENCIA GESTIÓN RED INTERNACIONAL DE LA EMPRESA CANTV

1. Motivación

Debido a la última reestructuración sufrida por la empresa CANTV y en respuesta a los cambios competitivos dentro del área de las Telecomunicaciones, dados los nuevos servicios y sistemas que continuamente se vienen desarrollando dentro de la misma para brindar una mejor calidad de servicio a los usuarios a menores costos, han aumentado los tiempos de respuesta operativos en diversas actividades así como los costos de operación. La Gerencia Gestión Red Internacional ha considerado necesario analizar, depurar y mejorar las actividades de los procesos que se vienen ejecutando actualmente, así como las nuevas actividades que han surgido como consecuencia de la instalación de nuevos sistemas en el área de la planta internacional dentro de las coordinaciones adscritas a la misma. Por esto surge la necesidad de representar, analizar y proponer mejoras a las actividades que se llevan a cabo en la gerencia y de allí la realización de este trabajo.

2. Marco Referencial

Para dar paso al desarrollo y comprensión de este trabajo es importante conocer sobre: Las telecomunicaciones, la Gerencia Gestión Red Internacional y la interconexión entre las unidades de dicha Gerencia, para poder tener una visión más objetiva del área de trabajo.

■ Hilda Troconis

Hildatroconis@hotmail.com

■ Vanesa Fernandez

Vanesafh@cantv.net

Tutor: Ing. Luis Gutierrez

2.1 Introducción a las Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones se definen como "toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o información a distancia de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos que implican propagación"¹. Para que las telecomunicaciones puedan cumplir su objetivo de transmitir o recibir información, es necesario que existan medios de transmisión los cuales son "los medios físicos o no físicos cuyas propiedades de tipo eléctrico, mecánico, óptico o de cualquier otro tipo se emplean para facilitar el transporte de información entre terminales distantes geográficamente"². Los medios de transmisión utilizados son los siguientes: Pares Simétricos de Cobre, cable coaxial, radioenlaces, satélites, fibra óptica, entre otros.

Red de Telecomunicaciones

Para que la comunicación entre dos terminales se lleve a cabo es necesario la existencia de la red de telecomunicaciones, la cual se define como "el conjunto de medios dispuestos, para permitir a los usuarios distantes, intercambiar información entre ellos con un retardo lo más pequeño posible. A su vez esta red se subdivide según el tipo de servicios que se presta en: Red Telefónica, Red de Datos y Red de Transmisión"³.

•**Red Telefónica:** "Se define como Red Telefónica al conjunto de enlaces y equipos que permiten

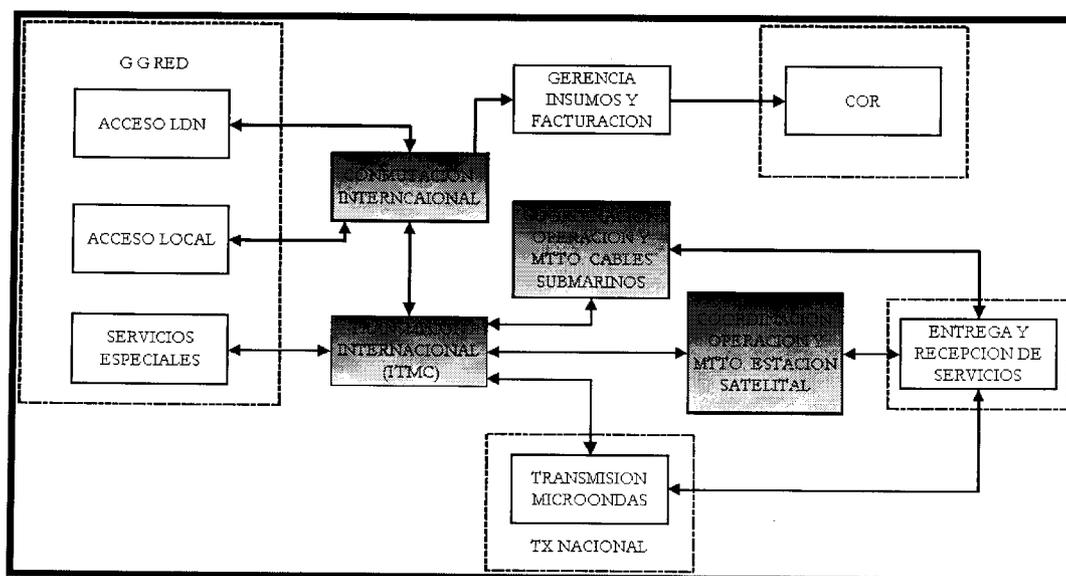
conectar a un *abonado* "A" con un abonado "B". Desde el punto de vista de localización y tráfico la Red Telefónica comprende tres grandes sectores: Red Local, Red Interurbana, Red Internacional".

•**Red de Datos:** "Es la infraestructura completa para la comunicación de datos, esto incluye: medios de transmisión, nodos de conmutación, nodos de enrutamiento, equipos terminales o de usuarios entre otros.

•**Red de Transmisión:** Es el medio encargado de enlazar los distintos sistemas que componen la red de telecomunicaciones a través de los medios de transmisión para conectar dos puntos distantes.

2.2 Gerencia Gestión Red Internacional

La Gerencia Gestión Red Internacional tiene como función mantener y operar los equipos y sistemas que comunican a Venezuela con el mundo y viceversa por medio de las Coordinaciones que la integran. Cada Coordinación es parte fundamental para llevar a cabo dicha función. La Gerencia está conformada por las siguientes Coordinaciones: Centros Operación, Mantenimiento y Asignación Internacional; Operación y Mantenimiento Cables Submarinos; Operación y Mantenimiento Estación Satelital y Conmutación y Gestión Tráfico Internacional. En la Figura N° 1 se muestran las interrelaciones que existen entre las Coordinaciones pertenecientes a la Gerencia y otras unidades ajenas a ésta.



¹ CANTV - GERENCIA DE FORMACION, *Introducción a las Telecomunicaciones*, Caracas, 1999, 10.

² CANTV - GERENCIA DE FORMACION, *Introducción*, 102.

³ CANTV - GERENCIA DE FORMACION Y DESARROLLO, *Generalidades*, 9.

• **Coordinación “Centros Operación, Mantenimiento y Asignación Internacional”**

Esta coordinación se encarga de ofrecer las facilidades de gestión, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas que manejan servicios arrendados o conmutados a nivel internacional. Además es el centro de transmisión que distribuye las señales que llegan o salen por los diferentes medios de transmisión para hacerlos llegar a su destino final ya sea Venezuela o el mundo.

• **Coordinación “Centros Operación y Mantenimiento Estación Satelital”**

Esta coordinación se encarga de operar los sistemas de comunicaciones por satélites las 24 horas del día durante todo el año con el grado de calidad establecido en los estándares internacionales.

• **Coordinación “Centros Operación y Mantenimiento Cables Submarinos”**

Esta coordinación se encarga de programar y controlar las operaciones de los servicios de telecomunicaciones internacionales vía cable

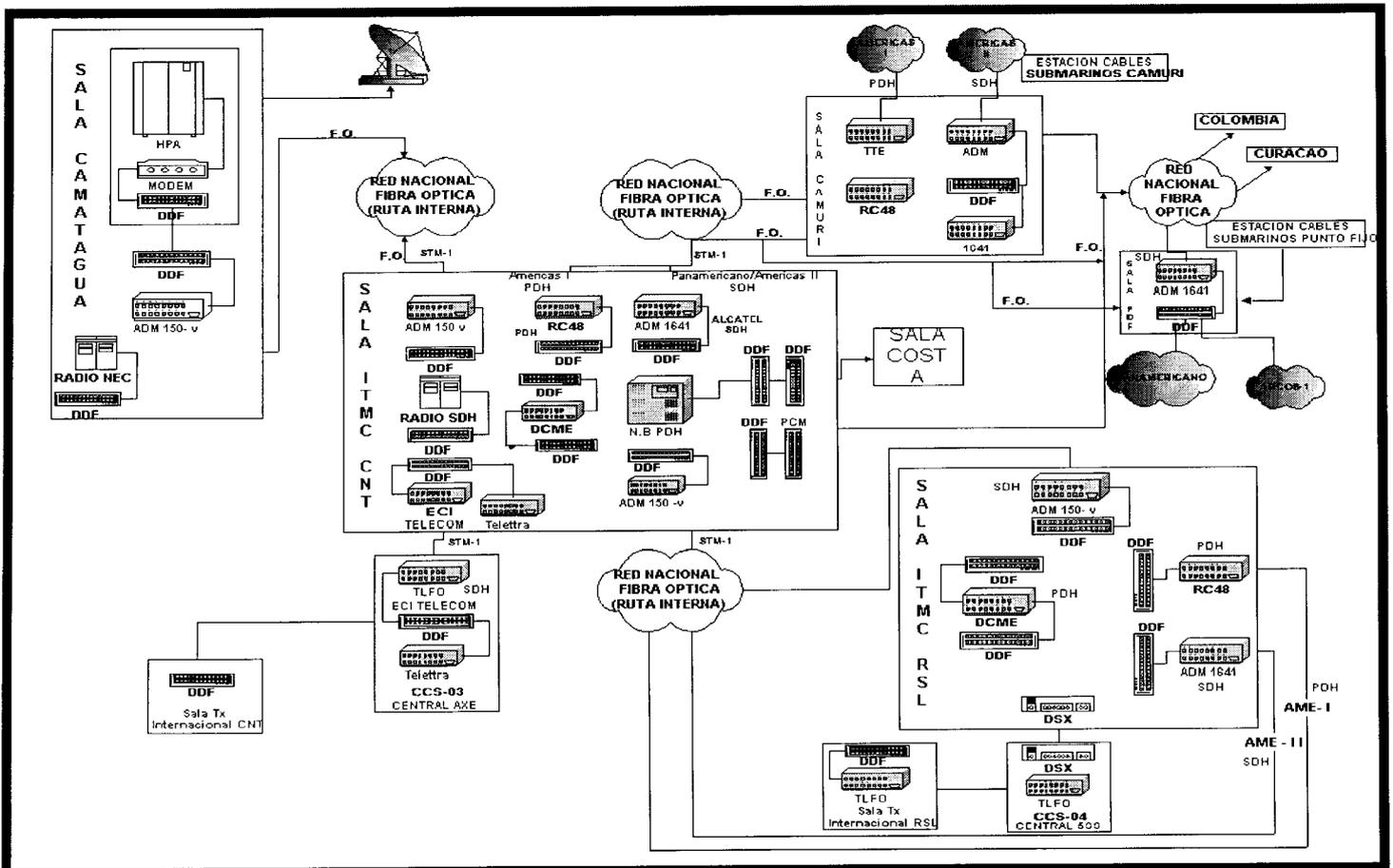
submarino, la misma está integrada por dos supervisiones distantes geográficamente, una en Camurí y la otra en Punto Fijo.

• **Coordinación “Conmutación y Gestión Tráfico Internacional”**

Esta coordinación controla y gestiona el tráfico internacional a fin de asegurar la calidad del servicio, manteniendo los estándares internacionales y mantiene continua vigilancia sobre el comportamiento del tráfico en la red internacional.

2.3 Interconexiones entre las Unidades

Las coordinaciones adscritas a la Gerencia están interconectadas entre sí para permitir la transmisión o recepción de señales con éxito, para ello son necesarios los medios de transmisión que interconectan las coordinaciones y la existencia de los mismos equipos en ambas salas. En la Figura N° 2 se muestran las interconexiones entre las Coordinaciones.



3. Marco Metodológico

El Marco Metodológico contiene las fases necesarias para realizar el estudio, dentro de las cuales se encuentran: el levantamiento de la información, representación de procesos, selección y herramientas utilizadas.

Fase # 1: Levantamiento de la información: Se establecen las prioridades y necesidades de cada supervisión para la documentación de los procesos, indagando cuáles de estos están documentados y actualizados. Luego se levanta la información de aquellos procesos que no están documentados a través de: Entrevistas, encuestas y observación directa y visitas a las instalaciones de cada unidad.

Fase # 2: Con la información obtenida se procede a representar los procesos mediante Flujogramas de Despliegue y la herramienta Microsoft Visio. Los procesos se elaboran mediante los siguientes parámetros: Formatos y códigos.

Fase # 3: Selección: A medida que se elaboran los procesos, se seleccionan los más críticos para identificar oportunidades de mejoras en los mismos. Dicha selección se apoya en la necesidad que surge de las personas involucradas en los procesos dando a conocer que los mismos presentan fallas y deben ser atacados con prioridad. Las mejoras realizadas se basan en los procesos críticos seleccionados por el personal de área.

Fase # 4: Herramientas: Para analizar e interpretar toda la información obtenidas en las fases anteriores se utilizan las siguientes herramientas: Diagramas Causa-Efecto, Tabla de selección de las causas más probables, diagramas de Pareto, diagrama de tiempo de respuesta.

4. Análisis de los Procesos y Diseño del Plan de Mejoras

Los resultados del estudio abarcan los procesos estudiados, las propuestas de mejoras e indicadores de gestión, el Plan de Mejoras y aquellas mejoras implantadas; con el fin de dar a conocer a la Gerencia Gestión Red Internacional los problemas que ésta presenta y sus posibles soluciones.

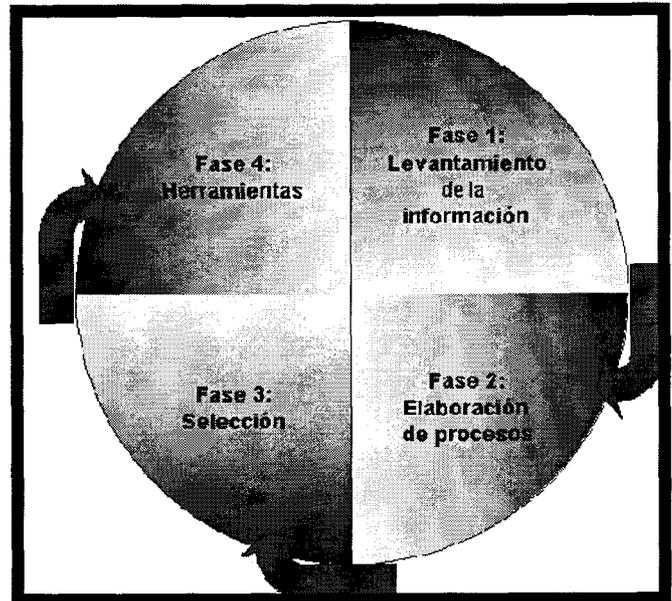


Figura N° 3: Fases de Metodología Utilizada.
Fuente: Elaboración Propia.

4.1 Procesos Estudiados

El levantamiento de la información en la Gerencia Gestión Red Internacional se realiza en las cuatro Coordinaciones, en donde se describen un total de 224, de los cuales 144 pertenecen a la Coordinación Centros Operación, Mantenimiento y Asignación Internacional, 20 a la Coordinación Conmutación y Gestión de Tráfico Internacional, 23 a la Coordinación Operación y Mantenimiento de Estación Satelital y 37 a la Coordinación Operación y Mantenimiento Estación Cables Submarinos. Esta representación, permite estandarizar las actividades que se llevan a cabo en la Gerencia, poseer documentación escrita, entrenar al personal que pueda ingresar al área y diseñar indicadores que permitan medir la gestión de las actividades más importantes.

Posteriormente, se representan los procesos principales de cada Coordinación, éstos se originan de los anteriormente descritos, dando como resultado un total de 27 procesos de los cuales 12 pertenecen a la Coordinación Centros Operación, Mantenimiento y Asignación Internacional, 4 a la Coordinación Conmutación y Gestión de Tráfico Internacional, 6 a la Coordinación Operación y Mantenimiento de Estación Satelital y 5 a la Coordinación Operación y Mantenimiento Estación Cables Submarinos. Estos procesos permiten llevar un mejor control sobre las Coordinaciones, ya que abarcan de manera general

las actividades que en éstas se realizan. De la misma forma, a nivel de Gerencia se representan 4 procesos por medio de los cuales es posible llevar el control de los procesos que permitan cumplir los objetivos de la Gerencia.

4.2 Propuestas de Mejora en los Procesos Estudiados

Las propuestas de mejora surgen al analizar cada uno de los procesos y al entrevistar a aquellas personas involucradas en los procesos, para así determinar si existen problemas a mejorar o simplemente si se están haciendo correctamente, dando como resultado diez mejoras que permitirá llevar a cabo los procesos con mayor eficiencia. Las mejoras propuestas se han organizado alrededor de los siguientes temas:

Seguimiento de las Actividades Establecidas:

A través de la supervisión continua de los procesos se puede lograr mayor calidad en la ejecución de los mismos.

Mejorar Comunicación entre las Unidades:

Se propone mejorar la comunicación entre las unidades a través de formatos, ya sean físicos o digitales, que permitan lograr transparencia en los trabajos realizados.

Disminución del Tiempo del Proceso:

Se propone actualizar la Banda Base (base de datos) cada vez que un trabajo (activación, retiros, transferencias) sea realizado para evitar problemas operativos. Por otra parte, existen procesos en los cuales es necesario eliminar o simplificar algunas actividades para lograr ejecutarlo en el menor tiempo.

Reentrenamiento:

Se propone reentrenar al personal de manera continua en nuevas tecnologías de acuerdo al área donde se desempeñen y realizar simulaciones de fallas que permiten adiestrar al personal en situaciones similares a las reales.

Actualización del Inventario:

Se propone establecer un sistema de control del inventario en cada almacén para conocer los repuestos existentes, asegurar que el personal los identifique con mayor facilidad y hacer de la gestión del inventario parte de la responsabilidad del personal.

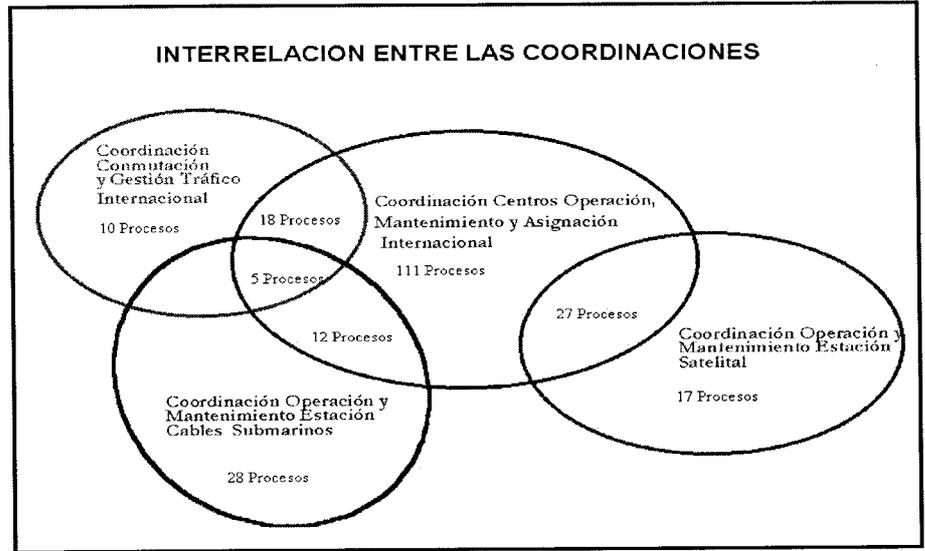


Figura N° 4: Interrelación entre las Coordinaciones

Reducción de Actividades: Se propone agrupar las actividades repetitivas, disminuyendo las actividades en el proceso y así permitir que la ejecución del mismo sea en menor tiempo.

Llevar Estadísticas en los Equipos Fallados: Llevar estadísticas del funcionamiento de los equipos, para conocer y pronosticar su funcionamiento y poder justificar el cambio de los mismos frente a la unidad encargada de aprobar la solicitud.

Gestionar Permisología con Anterioridad: Se propone evaluar el gestionar los permisos reparar la planta sumergida (Cable Submarino) en aguas territoriales con anterioridad a la aparición de una falla, por un tiempo prolongado y así repararla en menor tiempo.

Mejorar Ordenes de Trabajo: Se propone mejorar el formato en las órdenes de trabajo para que la información contenida en ellas sea la necesaria y así facilitar el trabajo a realizar mediante la incorporación de las órdenes de trabajo en la intranet de la organización.

Adquirir Equipos de Avanzada Tecnología: Dadas las dificultades presentadas por el personal para llevar a cabo sus funciones en ciertas actividades se propone la adquisición de nuevos equipos y/o sistemas que faciliten la realización de estas.

4.3 Clasificación de las Mejoras según las Áreas de Dominio

Las mejoras propuestas en los procesos se pueden clasificar en tres áreas dominio de gran importancia las cuales son: información, tecnología y recursos humanos, éstas son claves para lograr el buen desarrollo de una organización, siempre que la importancia que se le dé a cada una de ellas sea equitativa, considerando las áreas de dominio combinadas.

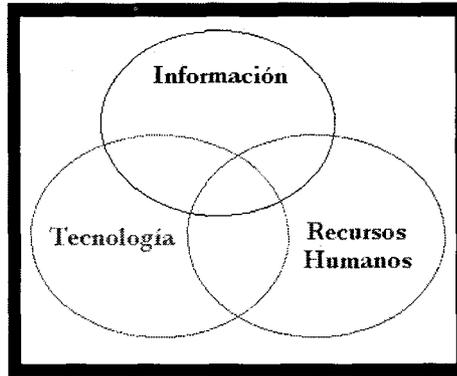


Figura Nº 5: Áreas de Dominio

Generalmente las organizaciones tienden a dar mayor peso a la información y/o tecnología dejando de lado al recurso humano, debido que están más familiarizados con la organización, prestando mayor atención a las otras áreas que al final dependen del recurso humano para ser llevadas a cabo⁴.

4.4 Indicadores de Gestión Propuestos

Para el seguimiento de las actividades realizadas en la Gerencia, se propone utilizar indicadores que permitan comparar los resultados obtenidos con los establecidos en la organización, para así poder conocer el estado en el cual se encuentran dichas actividades.

La empresa maneja varios indicadores los cuales pertenecen al área de tecnología e información, observándose debilidades en el área de recursos humanos, por lo que se proponen nuevos indicadores para mejorar la eficiencia en el trabajo de los mismos, los cuales son los siguientes:

- **Reentrenamiento:** Permite medir el cumplimiento de la planificación y la capacitación brindada a los trabajadores.
- **Tiempo de Ejecución del Proceso:** Permite medir el tiempo en el cual se realiza el proceso.
- **Rata de Falla:** Mide el número de veces que un sistema, estando operativo no cumple su función o no garantiza el servicio.
- **Confiabilidad:** Probabilidad de un sistema este en funcionamiento sin fallar por un tiempo determinado.

- **Reposición de Repuestos:** Mide cantidad de repuestos disponibles.

4.5 Plan de Mejoras

El Plan de Mejoras es un guía para que la Gerencia pueda implantar las propuestas en caso de que así lo desee. Este plan está dividido en cuatro áreas de gestión dentro de las cuales se encuentran

las mejoras propuestas a los procesos. El Plan de Mejoras se divide en tres niveles:

- **Nivel 3:** abarca los 224 procesos representados en la Gerencia, éste proporciona una guía para poder implantar las mejoras propuestas en cada uno de los procesos del Nivel 3.
- **Nivel 2:** abarca los 27 procesos generales de las Coordinaciones, éste proporciona una guía para poder implantar las mejoras propuestas en cada uno de los procesos del Nivel 2.
- **Nivel 1:** Abarca los 4 procesos de la Gerencia, éste proporciona una guía para poder implantar las mejoras propuestas en cada uno de los procesos del Nivel 1.

Existen grupos de procesos que requieren más de una propuesta de mejora, dando como resultado la combinación de áreas de gestión al ejecutar el Plan de Mejoras. En la Tabla Nº 1 se muestran las áreas de gestión a la cuales pertenecen las mejoras propuestas, incluyendo la simbología que permite identificar cada una de ellas en el Plan de Mejoras.

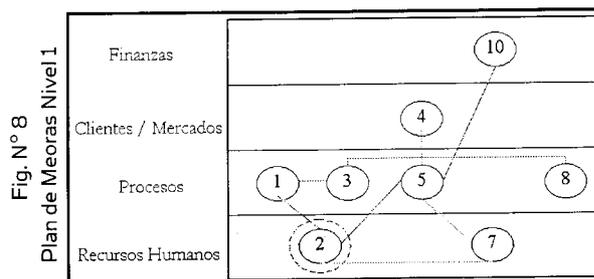
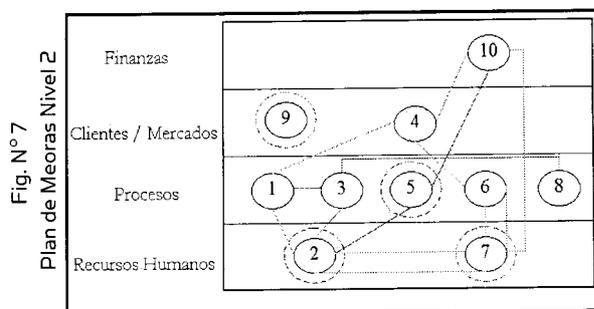
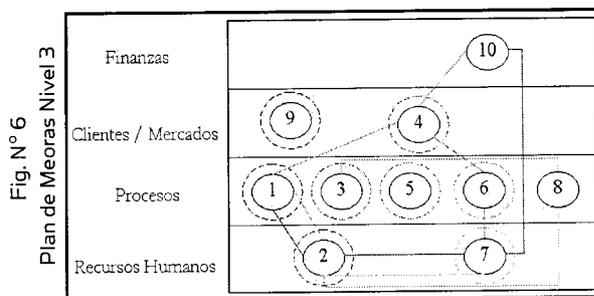
En la representación de las combinaciones de mejoras se utilizan colores, para identificar los grupos de procesos que tengan las mismas combinaciones de mejoras, ya sea que posean una sola mejora asociada o varias. Luego se identifican y diferencian las combinaciones de mejoras mediante los siguientes símbolos:

- **Circunferencia:** indica que ese grupo de procesos posee sólo una propuesta de mejora asociada.
- **Vector:** indica que ese grupo de procesos posee más una propuesta de mejora asociada.

⁴ Para mayor información acerca del tema consultar el siguiente libro: DAVENPORT, *Process Innovation. Reengineering work Through Information Technology*, Harvard Business School Press, Boston, 1993.

Simbología	Mejoras Propuestas	Áreas de Gestión
1	Seguimiento de las Actividades Establecidas	Procesos
2	Reentrenamiento	Recursos Humanos
3	Actualización del Inventario	Procesos
4	Disminución del Tiempo del Proceso	Clientes / Mercado
5	Reducción de Actividades	Procesos
6	Mejora Órdenes de Trabajo	Procesos
7	Mejorar Comunicación entre las Unidades	Recursos Humanos
8	Realizar Estadísticas de los Equipos Fallados	Procesos
9	Gestionar Permisología con Anterioridad	Clientes
10	Adquirir Equipos de Avanzada Tecnología	Finanzas

Tabla Nº : Mejoras propuetas según área de gestión



4.6 Implantación de Mejoras.

Dentro de las mejoras propuestas a los procesos estudiados se logran implantar tres mejoras las cuales son: actualización del inventario, mejora en las órdenes de trabajo y comunicación entre las unidades; dando un total de 143 procesos mejorados, o que significa que el 63% del total de los procesos representados tiene propuestas de mejoras implantadas.

5 Conclusiones

Durante la realización del trabajo se puede observar la importancia que tiene poseer documentación escrita, ya que ésta trae grandes ventajas a la Gerencia; ya sea para entrenar al personal, estandarizar las actividades y a su vez permitirles a Supervisores, Coordinadores y Gerente el seguimiento de las actividades y control del personal que las ejecuta.

La representación de los procesos permite definir las interacciones entre las unidades pertenecientes a la Gerencia y las ajenas a ella, así como establecer las responsabilidades de cada actividad realizada, para así lograr mayor control en el desarrollo de éstas. Una vez representados los procesos se agrupan en dos niveles, los cuales permiten trabajar con procesos agregados para así lograr un mayor control y seguimiento sobre los mismos. En la Tabla Nº 2 se muestra la cantidad de procesos representados en cada nivel para cada una de las coordinaciones

Luego se analizaron cada uno de los procesos y con ayuda del personal se logró determinar cuales eran los principales problemas en éstos y a partir de allí se proponen diez mejoras, dando como resultado un total de 186 procesos con mejoras asociadas, lo que quiere decir que el 83% de los procesos estudiados poseen propuestas de mejoras; las cuales abarcan tres áreas de dominios: información, tecnología y recursos humanos, siendo ésta última la que posee la mayor cantidad de procesos con mejoras asociadas.

Coordinaciones					
Nivel	Centros Operación, Mantenimiento y Asignación Internacional	Conmutación y Gestión de Tráfico Internacional	Operación y Mantenimiento Estación Satelital	Operación y Mantenimiento Estación Cables Submarinos	Total Procesos
3	144	20	23	37	224
2	12	4	6	5	27
1	-	-	-	-	4

Tabla N° 2: Cantidad de Procesos en cada nivel.

Posteriormente se proponen cinco indicadores de gestión los cuales abarcan las áreas de información, tecnología y recursos humanos, estas permiten complementar los indicadores existentes en la Gerencia, y con éstas propuestas poder visualizar el proceso de cambio en los procesos seleccionados, cuando la Gerencia decida implementarlas.

Una vez propuesto las mejoras y los indicadores de gestión se elabora un Plan de Mejoras, el cual servirá de guía a la Gerencia al momento de implantar las propuestas y a su vez conocer la cantidad de cambios que ésta debería realizar para obtener mejores resultados en su gestión; éste representa un proceso sistemático que permite poner en práctica cada una de las propuestas. Para ello se elaboran tres Planes de Mejoras los cuales abarcan cada uno de los niveles elaborados.

Dentro de las mejoras propuestas a los procesos representados se logran implementar algunas de ellas, las cuales son: actualización del inventario, mejora en las órdenes de trabajo y mejorar comunicación entre las unidades; dando un total de 143 procesos mejorados, lo que quiere decir que el 63% del total de los procesos estudiados tienen propuestas de mejoras implantadas.

Por otra parte los procesos estudiados se introducen una página web en la intranet de CANTV, lo cual permitirá mejorar la eficiencia y todos aquellos procesos asociados a las necesidades de información de la Red Internacional, así como también permite poder entrenar a las personas que ingresen a la Gerencia y que el personal tenga acceso a ellos cuando lo requieran.

6 Recomendaciones

- Informar al personal mediante seminarios la existencia de los procesos pertenecientes a la Gerencia en la página web "Internacional OnLine" y a la vez explicarles la manera en la cual se pueda

accesar a éstos y el formato utilizado en la representación de los mismos.

- Mantener actualizada la información de los procesos representados, para así garantizar la continuidad del trabajo realizado, mediante la participación del personal que los ejecuta diariamente.

- Considerar la implantación de las mejoras propuestas a los procesos representados, las cuales traerían beneficios en las tres áreas de dominio y considerar a futuro éstas áreas, en el momento de estudiar nuevas mejoras para así mantener el equilibrio entre ellas.

- Emplear el plan de mejoras como guía y control en la implantación de las mejoras propuestas, para lograr cubrir las necesidades expuestas por la Gerencia al inicio del TEG.

- Evaluar los indicadores propuestos en el TEG, a fin de complementar aquellos que actualmente posee la Gerencia y de esta manera poder cubrir las debilidades existentes en las áreas de dominio. Por otro lado, considerar las metas propuestas en las cuales puedan ocurrir cambios notables.

- Realizar seguimiento de las mejoras implantadas en el almacén de repuestos (sala de operaciones CNT), para lograr la continuidad de las actividades ejecutadas y así evitar la aparición de los problemas presentados, además reforzar la disciplina en el personal que está en contacto con el almacén así como aquellas personas que llevan el control del inventario.

- Velar por la continuidad de la ejecución de las órdenes de trabajo de la Supervisión de Mantenimiento (ITMC), mejoradas e implantadas, y aquellas órdenes que permiten aumentar la comunicación entre las unidades involucradas.

7 Fuentes Consultadas Bibliográficas

CANTV - GERENCIA DE FORMACION Y DESARROLLO Y ACTIVIDADES DE FORMACION, *Fundamentos de Telecomunicaciones Vía Satélite*, Caracas 2001.

CANTV-GERENCIA DE FORMACION, Generalidades de Telecomunicaciones Vía Satélite, Caracas 1999.

CANTV- GERENCIA DE FORMACION Y DESARROLLO, *Generalidades de Transmisión*, Caracas, 1998.

CANTV-GERENCIA DE FORMACION, *Introducción a las Telecomunicaciones*, Caracas, 1999.

DAVENPORT, Process Innovation. Reengineering work Through Information Technology, Harvard Business School Press, Boston, 1993.

FREEMAN, R., *Ingeniería en Sistemas de Telecomunicaciones*, Editorial Lumusa, México, 1996.

HUIDOBRO, J., *Comunicaciones*, Editorial Paraninfo, Madrid, 1997.

KAPLAN, R y NORTON, D., *Cuadro de Mando Integral (The Balanced Scorecard)*, Ediciones Gestión 2000, Barcelona, 1997.

UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, *Aspectos Generales de los Sistemas de Transmisión Digital: Equipos Terminales*, Tomo III - Fascículo III.4, Ginebra 1989.

UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, *Redes Digitales, Secciones Digitales y Sistemas de Línea Digitales*, Tomo III - Fascículo III.5, Ginebra 1989.

Internet

<http://www.its.bldrdoc.gov/proyectos/t1glossary2000>

<http://www.intelsat.com>

<http://rapidttp.com/transponder/rfidbasi.html>

<http://cantv.com.ve/nosotros/historia.asp>

<http://calidad.mty.itesm.mx/5s/>

http://www.geocities.com/Eureka/Plaza/2142/las_5_s.htm#

<http://www.punto-com.com>

FUERZA PUNTUAL EN EL TOPE

1. Formulación del problema y solución formal

Utilizaremos la notación [1]. [2]. En este trabajo nos ocupa el caso de una carga puntual horizontal de magnitud F en el tope $x=H$. Para el cortante y el momento correspondiente en términos de la variable $\xi = \frac{x}{H}$ tenemos

$$\tilde{Q}(\xi) = F; 0 \leq \xi \leq 1 \quad (1),$$

$$\tilde{M}(\xi) = HF(\xi - 1); 0 \leq \xi \leq 1 \quad (2).$$

Según las consideraciones en [1], nuestro problema es la resolución de la ecuación diferencial de Murashev, Sigalov y Baykov

$$\left. \begin{aligned} u^{(4)}(\xi - \lambda^2 u''(\xi) &= g(\xi); 0 \leq \xi \leq 1 \\ g(\xi) &= \frac{H^2 \lambda^2 \mu}{1 + \mu} \tilde{M}(\xi) = \frac{H^3 F \lambda^2 \mu}{1 + \mu} (\xi - 1) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Con las condiciones de borde

$$u(0) = u'(0) = 0, u''(1) = 0, u'''(0) = -H^3 \hat{Q}(0) \stackrel{(1)}{=} -H^3 F(4)$$

La solución general de la ecuación homogénea $\mu^{(4)}(\xi) - \lambda^2 \mu''(\xi) = 0$ está dada por

$$u_h(\xi) = \alpha e^{\lambda \xi} + \beta e^{-\lambda \xi} + \gamma \xi + \delta \quad (5)$$

■ P. Hummelgens
Universidad Simón Bolívar

■ M. Paparoni
UNIMET/Ingeniería Civil UCAB/CIDI/UCV

Donde $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ son constantes arbitrarias. Una solución particular de la ecuación diferencial en (3) está dada por el producto de convolución ([1])

$$u_p(\xi) = \frac{1}{\lambda^3} h(\xi) [\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi] * g(\xi),$$

Donde $h(\xi)$ es la función de Heaviside. Evaluando el producto de convolución, usando (3), obtenemos

$$\left. \begin{aligned} u_p(\xi) &= \frac{H^3 F \mu}{\lambda^3 (1 + \mu)} [\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi] \\ &- \frac{H^3 F \mu}{\lambda^2 (1 + \mu)} [\cosh(\lambda\xi) - 1] - \frac{M^3 F \mu}{1 + \mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi^2 \right) \end{aligned} \right\} (6)$$

Con (5), (6) tenemos la solución general $\mu(\xi) = u_p(\xi) + u_h(\xi)$ de la ecuación diferencial (3). Aplicando (4) obtenemos

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= -\frac{1}{2} \left(\delta + \frac{H^3 F}{\lambda^3} \right), \beta = \frac{1}{2} \left(-\delta + \frac{H^3 F}{\lambda^3} \right) \\ \gamma &= \frac{H^3 F}{\lambda^2}, \delta = \frac{H^3 F}{\lambda^2 (1 + \mu)} \left[-\mu - \frac{\tanh \lambda}{\lambda} \right] \end{aligned} \right\} (7)$$

De (5), (6), (7) obtenemos la solución de nuestro problema en la forma

$$\left. \begin{aligned} \mu(\xi) &= -\frac{H^3 F}{\lambda^3 (1 + \mu)} [\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi] \\ &+ \frac{H^3 F}{\lambda^3 (1 + \mu)} \tanh \lambda [\cosh(\lambda\xi) - 1] - \frac{H^3 F \mu}{1 + \mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi^2 \right) \end{aligned} \right\} (8)$$

2. Fórmula para λ pequeño

Para obtener una expresión de $u(\xi)$ numéricamente apta para su cómputo para valores pequeño de λ ($\lambda \rightarrow 0$), es necesario eliminar las potencias de λ en los denominadores en 1.(8). Como en [1] definimos las funciones

$$L_m(\xi) = -\frac{\xi^{m+2}}{(m+1)(m+2)}; m = 0, 1, 2, \dots (1)$$

$$S_m(\xi) = m! \xi^{m+2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(\lambda\xi)^{2k}}{(m+2k+2)!}; m = 0, 1, 2, \dots (2)$$

Tenemos entonces

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi}{\lambda^3} &= -L_1(\xi) + S_1(\xi) \\ \frac{\sinh(\lambda\xi)}{\lambda} &= \xi + \lambda^2 [-L_1(\xi) + S_1(\xi)] \\ \frac{\cosh(\lambda\xi) - 1}{\lambda^2} &= -L_0(\xi) + S_0(\xi) \end{aligned} \right\} (3)$$

Además

$$L'_m(\xi) = mL_{m-1}(\xi), S'_m(\xi) = mS_{m-1}(\xi); m \geq 1 (4)$$

$$\left. \begin{aligned} S'_0(\xi) &= \lambda^2 [-L_1(\xi) + S_1(\xi)], S''_0(\xi) = \lambda^2 [-L_0(\xi) + S_0(\xi)], \\ S'''_0(\xi) &= \lambda^2 \xi + \lambda^4 [-L_1(\xi) + S_1(\xi)] \end{aligned} \right\} (5)$$

La función $S_m(\xi)$, es implementada en MATHEMATICA en términos de la función gamma y la función hipergeométrica generalizada.

De 1.(8), (1)-(5) obtenemos

$$\left. \begin{aligned} u(\xi) &= -\frac{H^3 F}{1 + \mu} [-L_1(\xi) + S_1(\xi)] - \frac{H^3 F \mu}{1 + \mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi^2 \right) \\ &+ \frac{H^3 F}{(1 + \mu) \cosh \lambda} (1 + \lambda^2 [-L_1(1) + S_1(1)]) \cdot [-L_0(\xi) + S_0(\xi)] \end{aligned} \right\} (6)$$

Usando (4), (5) se obtiene inmediatamente las expresiones para las primera tres derivadas de $\mu(\xi)$, (las cuales no reproducimos aquí por razones de espacio).

3. Fórmulas para λ grande

Podemos escribir 1.(8) en la forma

$$\left. \begin{aligned} u(\xi) &= -\frac{H^3 F \mu}{1 + \mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi^2 \right) + \frac{H^3 F}{\lambda^2 (1 + \mu)} \xi \\ &- \frac{H^3 F}{\lambda^3 (1 + \mu)} \left(\tanh \lambda - \frac{\sinh[\lambda(1 - \xi)]}{\cosh \lambda} \right) \end{aligned} \right\} (1),$$

apta para evaluar $u(\xi)$ para valores grandes de λ ($\lambda \rightarrow \infty$) ya que

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \tanh \lambda = 1, \lim_{\lambda \rightarrow \infty} \frac{\sinh[\lambda(1 - \xi)]}{\cosh \lambda} = \begin{cases} 0; 0 \leq \xi \leq 1 \\ 1; \xi = 0 \end{cases} (2)$$

De (1) se obtiene inmediatamente las expresiones para las primera tres derivadas de $u(\xi)$ (las cuales no reproducimos aquí por razones de espacio)

para $u_0(\xi) = \lim_{\lambda \rightarrow 0} u(\xi)$ y $u_\infty(\xi) = \lim_{\lambda \rightarrow \infty} u(\xi)$ obtenemos de 2.(6) y (1) (usando (2)) que

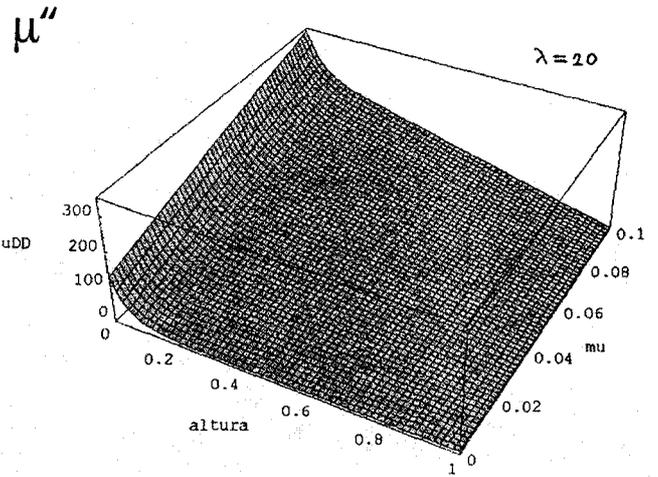
$$u_0(\xi) = H^3 F \left(\frac{1}{2} \xi^2 - \frac{1}{6} \xi^3 \right) \quad (3)$$

$$u_\infty(\xi) = \frac{\mu}{1 + \mu} \mu_0(\xi) \quad (4)$$

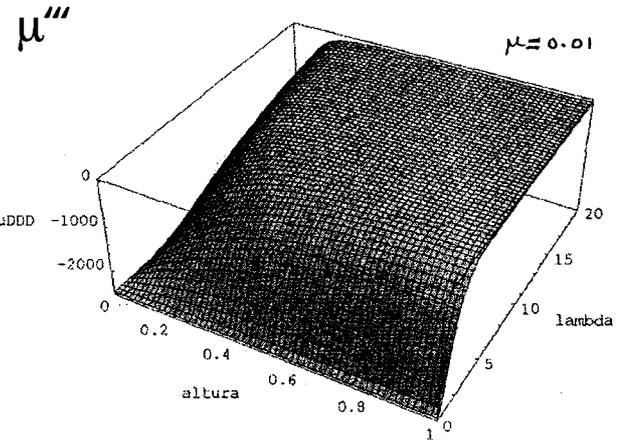
Los casos límites

$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} u^k(\xi)$ y $\lim_{\lambda \rightarrow 0} u^{(k)}(\xi)$ ($k=1,2,3,\dots$) se obtiene como las derivadas correspondientes de $u_\infty(\xi)$ y $u_0(\xi)$ respectivamente y (4) resulta válida para las derivadas también.

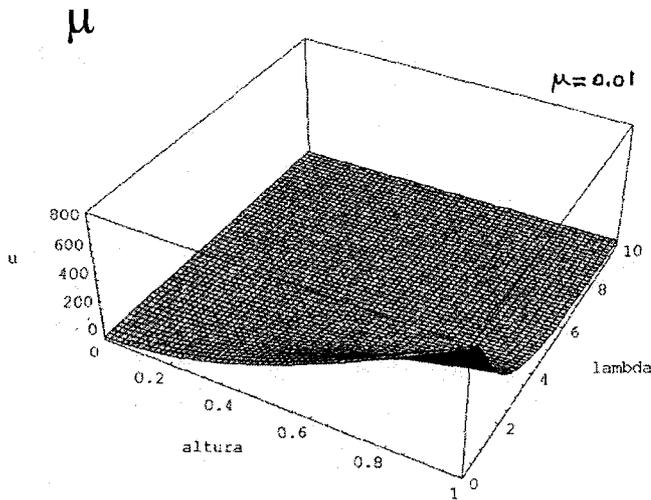
Nuestro programa en MATHEMATICA contiene funciones gráficas similares a las de [1],[2]. Algunas de las gráficas obtenidas se presentan a continuación.



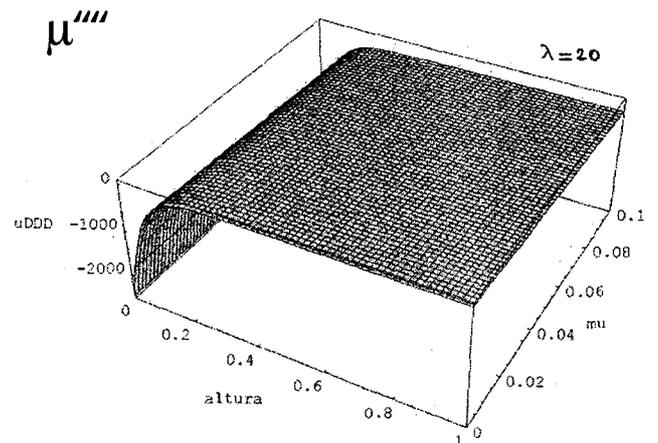
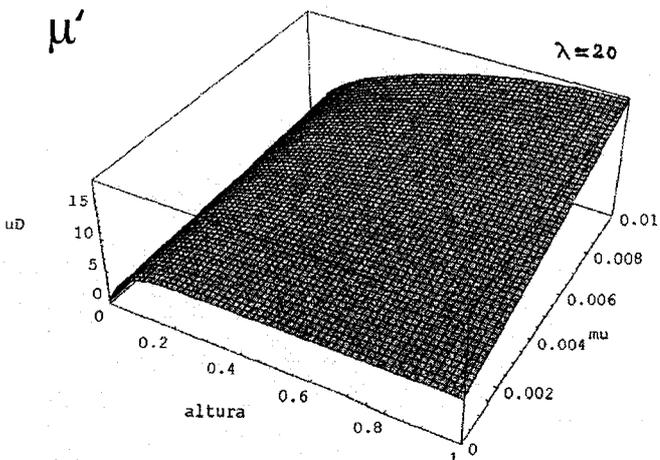
In [1316]:= fLDter3DLam [0.01, 0, 1, 0, 20]



In [1317]:= fLDter3DMu [20, 0, 1, 0, 0.1]



In [1309]:= fLD3DMu [20, 0, 1, 0, 0.01]



Referencias

1. P.F. Hummelgen, M Paparoni. "soluciones del medio continuo aplicables a perfiles de carga generalizadas, a partir de la ecuación diferencial de Murashev, Sigalov, Baykov, Parte 1", Tekhne N°5-2001.
2. V.I. Murashev, E.V. Sigalov, J. Baykov: "Design and Reinforced Concrete Structures", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1971.
3. N.N. Lebedev, "Special Functions and their Applications", Dover Publications Inc., New York, 1971.
4. J.P. Schoutren "Operatorenrechnung mit Anwendungen auf Technische Probleme", Springer Verlag, 1961.
5. H.S. Carslaw , J. C Jaeger. "Operational Methods in Applied Mathematics", Dover Publications Inc., New York, 1963.



**FUERZA
PUNTUAL
A LA ALTURA
ARBITRARIA**

1. Formulación del problema y solución formal

Utilizaremos la notación de [1], [2], [3]. En [3] hemos considerado el caso de una carga puntual horizontal de magnitud F en el tope $x=H$. En el presente trabajo generalizados al caso donde la fuerza F actúa a una altura arbitraria $x_0, 0 < x_0 \leq H$. Nuestro problema es ahora la resolución de la ecuación diferencial de Murashev-Sigalov-Bayrov

$$\left. \begin{aligned} u^{(4)}(\xi) - \lambda^2 u''(\xi) &= g(\xi); 0 \leq \xi \leq 1 \\ g(\xi) &= H^3 F \delta(\xi - \xi_0) + \frac{\lambda^2 H^2 \mu}{1 + \mu} \tilde{M}(\xi) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Donde

$$\tilde{M}(\xi) = \begin{cases} HF(\xi - \xi_0); 0 \leq \xi < \xi_0, & \xi_0 = \frac{x_0}{H} \\ 0; \xi_0 < \xi \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

con las condiciones de borde

$$u(0) = u'(0) = 0, u''(1) = 0, u'''(0) = -H^3 F \quad (3)$$

En (1), $\delta(\xi - \xi_0)$ es la distribución delta de Dirac centrada en $\xi = \xi_0$ ([4]).

La solución general de la ecuación homogénea $\mu^{(4)}(\xi) - \lambda^2 \mu''(\xi) = 0$ es de la forma

$$u_h(\xi) = \alpha e^{\lambda \xi} + \beta e^{-\lambda \xi} + \gamma \xi + \delta \quad (4)$$

■ P. Hummelgens
Universidad Simón Bolívar

■ M. Paparoni
UNIMET/Ingeniería Civil UCAB/CIDI/UCV

donde $\alpha, \beta, \gamma,$ y δ son constantes arbitrarias. Una solución particular de la ecuación diferencial en (1) está dada por el producto de convolución ([1])

$$u_p(\xi) = \frac{1}{\lambda^3} h(\xi) [senh(\lambda\xi) - \lambda\xi] * g(\xi)$$

donde $h(\xi)$ es la función de Heaviside. Con (1), (2) obtenemos

$$u_p(\xi) = \begin{cases} u_<(\xi); & 0 \leq \xi < \xi_0 \\ u_>(\xi); & \xi_0 < \xi \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

donde

$$\mu_<(\xi) = -\frac{H^3 F \mu}{\lambda^3(1+\mu)} [senh(\lambda\xi) - \lambda\xi] - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi_0 \xi^2 \right) - \frac{\xi_0 H^3 F \mu}{\lambda^2(1+\mu)} [\cosh(\lambda\xi) - 1] \quad (6)$$

$$\mu_>(\xi) = \frac{H^3 F}{\lambda^3} \{ senh[\lambda(\xi - \xi_0)] - \lambda(\xi - \xi_0) \} - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi_0^3 - \frac{1}{2} \xi_0 \xi^2 \right) - \frac{H^3 F \mu}{\lambda^2(1+\mu)} \left\{ \xi_0 \cosh(\lambda\xi) + \frac{1}{\lambda} (senh[\lambda(\xi - \xi_0)] - senh(\lambda\xi)) \right\} \quad (7)$$

Con (4)-(7) tenemos la solución general de la ecuación diferencial (1) en la forma $u(\xi) = u_h(\xi) + u_p(\xi)$. Aplicando ahora (3) obtenemos

$$\alpha = -\frac{1}{2} \left(\delta + \frac{H^3 F}{\lambda^3} \right), \beta = \frac{1}{2} \left(-\delta + \frac{H^3 F}{\lambda^3} \right), \gamma = \frac{H^3 F}{\lambda^2}, \delta = \frac{H^3 F}{\lambda^2(1+\mu)} \left\{ -\frac{\tanh \lambda}{\lambda} - \mu \xi_0 + \frac{senh[\lambda(1-\xi_0)]}{\lambda \cosh \lambda} \right\} \quad (8)$$

De (4), (8) se sigue que la parte de la solución que viene de la ecuación diferencial homogénea está dada por

$$\mu_h(\xi) = \delta [1 - \cosh(\lambda\xi)] - \frac{H^3 F}{\lambda^3} [senh(\lambda\xi) - \lambda\xi] \quad (9)$$

2. La solución para $0 \leq \xi < \xi_0$

De 1.(6), 1.(8), 1.(9) tenemos

$$u(\xi) = -\frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} [senh(\lambda\xi) - \lambda\xi] - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi_0 \xi^2 \right) + \frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \tanh \lambda \left\{ 1 - \frac{senh[\lambda(1-\xi_0)]}{senh \lambda} \right\} [\cosh(\lambda\xi) - 1]; 0 \leq \xi < \xi_0 \quad (1)$$

Para encontrar una expresión para $\mu(\xi)$ apta para su evaluación numérica para valores pequeños de $\lambda (\lambda \rightarrow 0)$, introducimos (como en [3]) las funciones

$$L_m(\xi) = -\frac{\xi^{m+2}}{(m+1)(m+2)}; m = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

$$S_m(\xi) = m! \xi^{m+2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(\lambda\xi)^{2k}}{(m+2k+2)!}; m = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Entonces

$$L'_m(\xi) = mL_{m-1}(\xi), S'_m(\xi) = mS_{m-1}(\xi); m \geq 1 \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} S'_0(\xi) &= \lambda^2 [-L_1(\xi) + S_1(\xi)], S''_0(\xi) = \lambda^2 [-L_0(\xi) + S_0(\xi)], \\ S''_0(\xi) &= \lambda^2 \xi + \lambda^4 [-L_1(\xi) + S_1(\xi)] \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{senh(\lambda\xi) - \lambda\xi}{\lambda^3} &= -L_1(\xi) + S_1(\xi) \\ \frac{senh(\lambda\xi)}{\lambda} &= \xi + \lambda^2 [-L_1(\xi) + S_1(\xi)] \\ \frac{\cosh(\lambda\xi) - 1}{\lambda^2} &= -L_0(\xi) + S_0(\xi) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

La función $S_m(\xi)$ es implementada en MATHEMATICA en términos de la función gamma y la función hipergeométrica generalizada. De (1)-(6) tenemos

$$\mu(\xi) = -\frac{H^3 F}{1+\mu} [-L_1(\xi) + S_1(\xi)] - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi_0 \xi^2 \right) + \frac{H^3 F}{(1+\mu) \cosh \lambda} \left\{ \xi_0 + \lambda^2 (-L_1(1) + S_1(1) + L_1(1-\xi_0) - S_1(1-\xi_0)) \right\} [-L_0(\xi) + S_0(\xi)] \quad (7)$$

Usando (4),(5) se obtienen de (7) inmediatamente las expresiones para las primeras tres derivadas de $\mu(\xi)$ (las cuales no reproducimos aquí por razones de espacio).

Para obtener expresiones numéricamente adecuadas para λ grande ($\lambda \rightarrow \infty$) escribimos (1) en la forma

$$u(\xi) = -\frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \tanh \lambda \left\{ 1 - \frac{senh[\lambda(1-\xi)]}{senh \lambda} \right\} + \frac{H^3 F}{\lambda^2(1+\mu)} \xi - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi_0 \xi^2 \right) - \frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \frac{senh[\lambda(1-\xi_0)]}{\cosh \lambda} [\cosh(\lambda\xi) - 1]; 0 \leq \xi < \xi_0 \quad (8)$$

apta para evaluar $u(\xi)$ para valores de λ ya que

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \tanh \lambda = 1, \quad \lim_{\lambda \rightarrow \infty} \frac{\sinh[\lambda(1-\eta)]}{\cosh \lambda} = \begin{cases} 0; 0 < \eta \leq 1 \\ 1; \eta = 0 \end{cases} \quad (9)$$

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \cosh(\lambda \eta) \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} = 0 \text{ si } \eta < t$$

De (8) se obtienen inmediatamente las expresiones para las primeras tres derivadas de $\mu(\xi)$ (las cuales no reproducimos aquí por razones de espacio).

De (1),(6) tenemos para $\mu_0(\xi) = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \mu(\xi)$ que

$$\mu_0(\xi) = H^3 F \left(\frac{1}{2} \xi_0 \xi^2 - \frac{1}{6} \xi^3 \right); 0 \leq \xi < \xi_0 \quad (10)$$

Los casos límites $\lim_{\lambda \rightarrow 0} u^{(k)}(\xi) (k=1,2,3)$ se obtienen como las derivadas correspondientes de $\mu_0(\xi)$

De (8),(9) obtenemos para $u_\infty(\xi) = \lim_{\lambda \rightarrow \infty} u(\xi)$ que

$$u_\infty(\xi) = \frac{\mu}{1+\mu} u_0(\xi); 0 \leq \xi < \xi_0 \quad (11)$$

y $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} u^{(k)}(\xi) = u_\infty^{(k)}(\xi) (k=1,2,3)$. La relación (11) también es válida para las derivadas.

3. La solución para $\xi_0 < \xi \leq 1$

De 1.(7)-1.(9) tenemos

$$u(\xi) = \frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \left\{ \sinh[\lambda(\xi - \xi_0)] - \sinh(\lambda \xi) + \lambda \xi_0 \right\} + \frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \tanh \lambda \left(1 - \frac{\sinh[\lambda(1-\xi_0)]}{\sinh \lambda} \right) \left[\cosh(\lambda \xi) - 1 \right] - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi_0^3 - \frac{1}{2} \xi_0^2 \xi \right) \quad (1)$$

$;\xi_0 < \xi \leq 1$

De 2.(6),(1) obtenemos

$$u(\xi) = \frac{H^3 F}{1+\mu} \left\{ -L_1(\xi - \xi_0) + S_1(\xi - \xi_0) + L_1(\xi) - S_1(\xi) \right\} - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi_0^3 - \frac{1}{2} \xi_0^2 \xi \right) + \frac{H^3 F}{(1+\mu) \cosh \lambda} \left\{ \xi_0 + \lambda^2 (-L_1(1) + S_1(1) + L_1(1 - \xi_0) - S_1(1 - \xi_0)) \right\} [-L_0(\xi) + S_0(\xi)] \quad (2)$$

$;\xi_0 < \xi \leq 1$

apta para valores pequeños de $\lambda (\lambda \rightarrow 0)$. Usando 2.(4),2.(5) se obtienen de (2) directamente las expresiones para la primera tres derivadas de $u(\xi)$ (las cuales no reproducimos aquí por razones de espacio).

Podemos escribir (1) en la forma

$$u(\xi) = -\frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \tanh \lambda \left\{ 1 - \frac{\sinh[\lambda(1-\xi_0)]}{\sinh \lambda} \right\} + \frac{H^3 F}{\lambda^2(1+\mu)} \xi_0 - \frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} [\cosh(\lambda \xi_0) - 1] \frac{\sinh[\lambda(1-\xi)]}{\cosh \lambda} - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi_0^3 - \frac{1}{2} \xi_0^2 \xi \right) \quad (3)$$

$;\xi_0 < \xi \leq 1$

apta (en vista de 2.(9)) para valores grandes de

$\lambda (\lambda \rightarrow \infty)$. De (3) se obtienen directamente las expresiones para las primeras tres derivadas de $u(\xi)$ (las cuales no reproducimos aquí por razones de tiempo)

De (1), 2.(6) entonces que

$$u_0(\xi) = H^3 F \left(\frac{1}{2} \xi_0^2 \xi - \frac{1}{6} \xi_0^3 \right); \xi_0 < \xi \leq 1 \quad (4)$$

Los casos límites $\lim_{\lambda \rightarrow 0} u^{(k)}(\xi) (k=1,2,3)$ se obtienen como las derivadas correspondientes de

$\mu_0(\xi)$. De (3), 2.(9) obtenemos

$$u_\infty(\xi) = \frac{\mu}{1+\mu} u_0(\xi); \xi_0 < \xi \leq 1 \quad (5)$$

y $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} u^{(k)}(\xi) = u_\infty^{(k)}(\xi) (k=1,2,3)$. La relación de (5) también es válida para las derivadas.

Nuestro programa en MATHEMATICA contiene funciones gráficas similares a las de [1], [2], [3]. Algunas de las gráficas obtenidas se presentan al final.

4. Fuerza puntuales múltiples

La generalización al caso de n fuerzas puntuales F_1, \dots, F_n actuando a alturas x_1, \dots, x_n es ahora fácil.

Supongamos que $0 < x_1 < \dots < x_n \leq H$. Pasando a

la variable $\xi = \frac{x}{H}$, nuestro problema es ahora la resolución de la ecuación diferencial de Murashev-Sigalov-Bayrov

$$u^4(\xi) - \lambda^2 u''(\xi) = g(\xi); 0 \leq \xi \leq 1$$

$$g(\xi) = H^3 \sum_{i=1}^n F_i \delta(\xi - \xi_i) + \frac{\lambda^2 H^2 \mu}{1+\mu} \sum_{i=1}^n \tilde{M}_i(\xi) \quad (1)$$

Donde

$$\tilde{M}_i(\xi) = \begin{cases} HF_i(\xi - \xi_i); & 0 \leq \xi - \xi_i \\ 0; & \xi_i < \xi \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

con las condiciones de borde

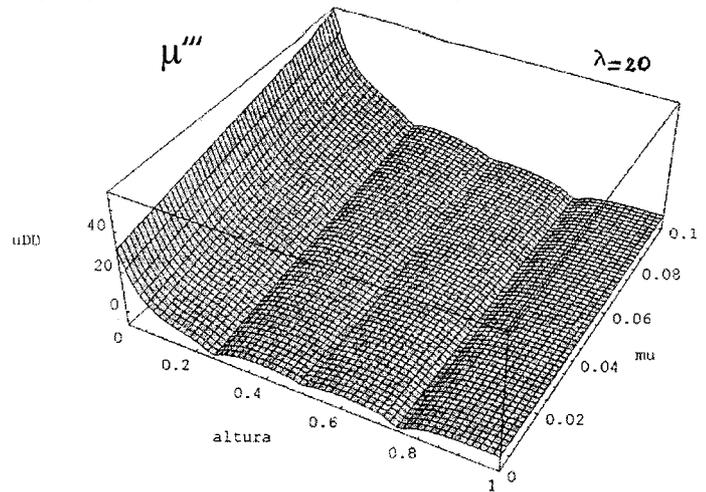
$$u(0) = u'(0) = 0, u''(1) = 0, u'''(0) = -H^3 \sum_{i=1}^{\eta} F_i \quad (3)$$

la solución del problema de frontera (1),(3) evidentemente está dada por

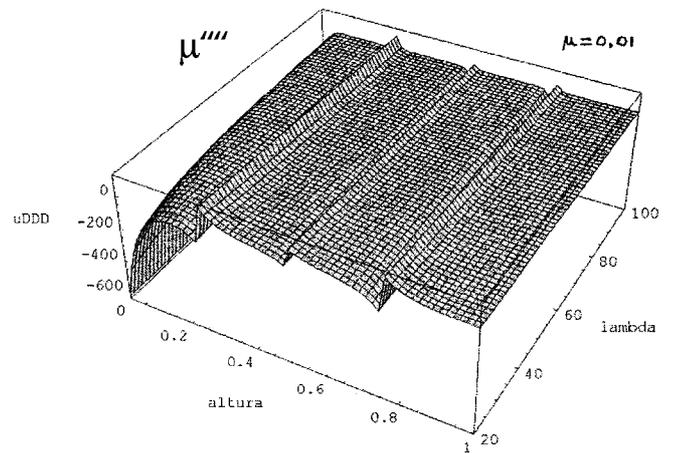
$$u(\xi) = \sum_{i=1}^{\eta} u_i(\xi); 0 \leq \xi \leq 1 \quad (4)$$

donde $u_i(\xi)$ es la solución que corresponde a una sola fuerza puntual F_i a la altura $\xi = \xi_i$. Esta solución fue determinada en las secciones anteriores. Algunas gráficas correspondientes a fuerzas múltiples se presentan al final.

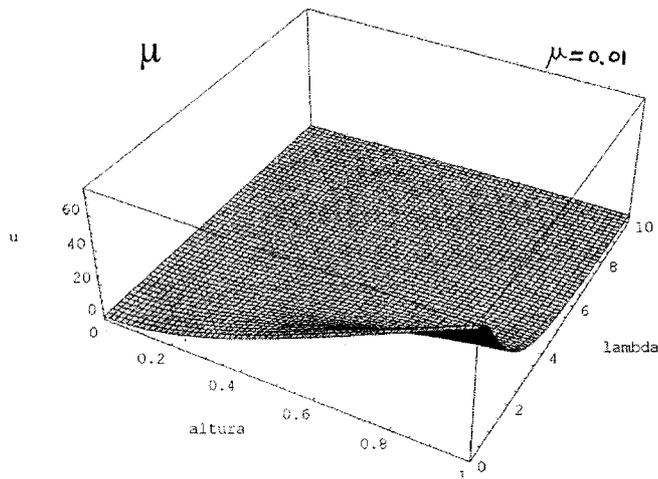
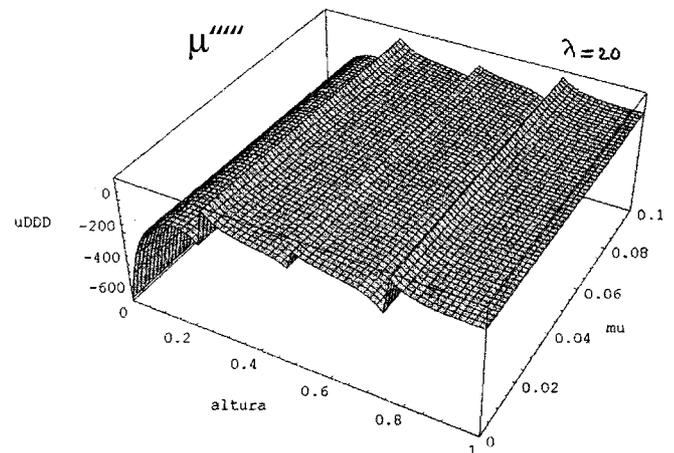
In [649]:= fLDseg3DMu [20, 0, 1, 0, 0.01]



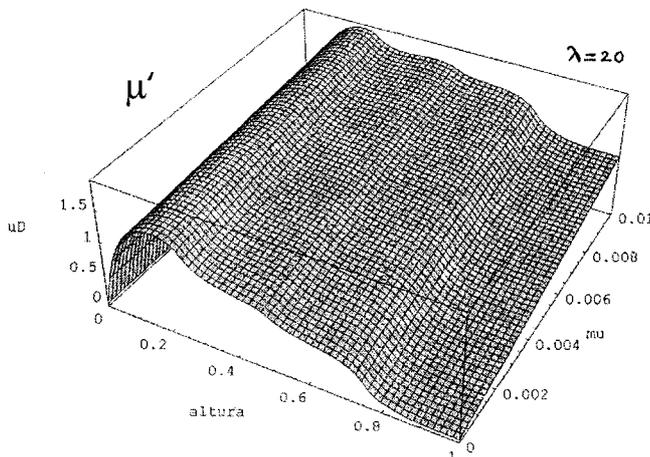
In [662]:= fLDter3DLam [0.01, 0, 1, 20, 100]



In [663]:= fLDter3DMu [20, 0, 1, 0, 0.01]



In [644]:= fLD3DMu [20, 0, 1, 0, 0.01]



In [666]:= a
 Out [666]:={1/4, 1/2, 3/4}
 In [667]:= force
 Out [667]:={0.002, 0.001, 0.002}
 In [668]:= ampl
 Out [668]:={250., 125., 250.}

Referencias

1. P.F. Hummelgen, M Paparoni. "soluciones del medio continuo aplicables a perfiles de carga generalizadas, a partir de la ecuación diferencial de Murashev, Sigalov, Baykov, Parte 1", Tekhne N°5-2001.
2. V.I. Murashev, E.V. Sigalov, J. Baykov: "Design and Reinforced Concrete Structures", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1971.
3. N.N. Lebedev, "Special Functions and their Applications", Dover Publications Inc., New York, 1971.
4. J.P. Schoutren "Operatorenrechnung mit Anwendungen anf Technische Probleme", Springer Verlag, 1961.
5. H.S. Carslaw , J. C Jaeger. "Operational Methods in Applied Mathematics", Dover Publications Inc., New York, 1963.



PERFIL DE CARGA ARBITRARIA

1. Formulación del problema y solución formal

Utilizaremos la notación de [1],[2]. En esta trabajo consideramos el caso de una carga arbitraria $q(x)$, dada sobre el intervalo $0 \leq x \leq H$. Los resultados aquí obtenidos incluyen entonces los de [1], [2] como casos particulares (sin embargo no los de [3], [4], donde la carga es una distribución singular ([5])).

El cortante y el momento correspondiente están dados por ([1])

$$Q(x) = \int_x^H q(t)dt, \quad M(x) = -\int_x^H Q(s)ds ; \quad 0 \leq x \leq H$$

Respectivamente. En términos de la variable $\xi = \frac{x}{H}$, $\tilde{Q}(\xi) = \tilde{Q}(H\xi)$ y $\tilde{M}(\xi) = M(H\xi)$ están dadas por

$$\tilde{Q}(\xi) = H \int_{\xi}^1 \tilde{q}(\eta) d\eta; \quad 0 \leq \xi \leq 1 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \tilde{M}(\xi) &= -H^2 \int_{\xi}^1 \left(\int_v^1 \hat{q}(\eta) d\eta \right) dv; \quad 0 \leq \xi \leq 1 \quad (2) \\ &= -H^2 \int_{\xi}^1 \left(\int_v^1 \tilde{q}(\eta) d\eta \right) dv; \quad 0 \leq \xi \leq 1 \end{aligned}$$

La solución de la ecuación diferencial de Murashev-

$$\left. \begin{aligned} u^{(4)}(\xi) - \lambda^2 u''(\xi) &= g(\xi); \quad 0 \leq \xi \leq 1 \\ g(\xi) &= H^4 \tilde{q}(\xi) + \frac{\lambda^2 H^2 \mu}{1 + \mu} \tilde{M}(\xi) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

■ P. Hummelgens
Universidad Simón Bolívar

■ M. Paparoni

UNIMET/Ingeniería Civil UCAB/CIDI/UCV

Sigalov-Baykov

con las condiciones de borde

$$u(0) = u'(0) = 0, u''(1) = 0, u'''(0) = -H^3 \tilde{Q}(0) \quad (4)$$

viene dada por ([1])

$$u(\xi) = \frac{1}{\lambda^3} \int_0^\xi \{ \sinh[\lambda(\xi-t)] - \lambda(\xi-t) \} g(t) dt - \frac{H^3}{\lambda^3} \tilde{Q}(0) [\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi] + \frac{\cosh(\lambda\xi) - 1}{\lambda^3 \cosh \lambda} [H^3 \tilde{Q}(0) \sinh \lambda - I] \quad (5)$$

$$I = \int_0^1 \sinh[\lambda(1-t)] g(t) dt \quad (6)$$

2. Cómputo de las integrales

De 1.(1)-1.(3) vemos que en la solución formal 1.(5) aparecen integrales triples. En esta sección obtenemos una reducción a integrales simples.

Cambiando el orden de las integraciones en 1.(2) obtenemos

$$\tilde{M}(t) = H^2 \int_t^1 (t-\eta) \tilde{q}(\eta) d\eta; 0 \leq t \leq 1 \quad (1)$$

De (1), 1.(3), 1.(5) vemos que tendremos que evaluar integrales de la forma

$$\int_0^\xi \Psi(\xi-t) \tilde{q}(t) dt \quad (2)$$

$$\phi(\xi) = \int_0^\xi \psi(\xi-t) \left(\int_t^1 (t-\eta) \tilde{q}(\eta) d\eta \right) dt \quad (3)$$

donde $\psi(\xi-t) = \sinh[\lambda(\xi-t)]$ o $\psi(\xi-t) = \xi-t$, según el caso. Las integrales de la forma (2) no presentarán problemas. Cambiando el orden de las integrantes en (3). Obtenemos

$$\phi(\xi) = \int_0^\xi \tilde{q}(\eta) \left(\int_0^\eta \psi(\xi-t)(t-\eta) dt \right) d\eta + \int_\xi^1 \tilde{q}(\eta) \left(\int_0^\xi \psi(\xi-t)(t-\eta) dt \right) d\eta \quad (4)$$

En (4) podemos evaluar de manera exacta y en forma cerrada las integrales con respecto a t (como haremos a continuación) y luego el cómputo de $\phi(\xi)$ se reduce a la evaluación de integrales simples.

Tenemos

$$\int_0^\eta (\xi-t)(t-\eta) dt = \frac{1}{6} \eta^3 - \frac{1}{2} \xi \eta^2 \quad (5)$$

$$\int_0^\xi (\xi-t)(t-\eta) dt = \frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \eta \xi^2$$

$$\int_0^\eta \sinh[\lambda(\xi-t)](t-\eta) dt = -\frac{1}{\lambda^2} \{ \sinh[\lambda(\xi-\eta)] - \sinh(\lambda\xi) \} - \frac{\eta}{\lambda} \cosh(\lambda\xi)$$

$$\int_0^\xi \sinh[\lambda(\xi-t)](t-\eta) dt = \frac{1}{\lambda^2} [\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi] - \frac{\eta}{\lambda} [\cosh(\lambda\xi) - 1] \quad (6)$$

De 1.(1), 1.(5), 1.(6) y (1)-(6) obtenemos finalmente

$$u(\xi) = \frac{H^4}{\lambda^3(1+\mu)} \int_0^\xi \{ \sinh[\lambda(\xi-t)] - \lambda(\xi-t) \} \tilde{q}(t) dt - \frac{H^3 \tilde{Q}(0)}{\lambda^3(1+\mu)} [\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi] + \frac{\cosh(\lambda\xi) - 1}{\lambda^3 \cosh \lambda} [H^3 \tilde{Q}(0) \sinh \lambda - J]$$

$$+ \frac{H^4 \mu}{6(1+\mu)} \int_0^\xi (\xi-t)^3 \tilde{q}(t) dt - \frac{H^4 \mu}{6(1+\mu)} \xi^2 \int_0^1 (\xi-3t) \tilde{q}(t) dt \quad (7)$$

donde

$$\tilde{Q}(0) = H \int_0^1 \tilde{q}(t) dt,$$

$$J = \frac{H^4}{1+\mu} \int_0^1 \sinh[\lambda(1-t)] \tilde{q}(t) dt + \frac{H^3 \tilde{Q}(0) \mu}{1+\mu} \sinh \lambda \quad (8)$$

3. Fórmulas para λ pequeño

Para obtener una expresión de $u(\xi)$ numéricamente apta para su cómputo para valores pequeños de λ ($\lambda \rightarrow 0$) es necesario eliminar las potencias de λ en los denominadores en 2.(8). Como en [1] definimos las funciones

$$L_m(\xi) = -\frac{\xi^{m+2}}{(m+1)(m+2)}; m = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

$$S_m(\xi) = m! \xi^{m+2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(\lambda\xi)^{2k}}{(m+2k+2)!}; m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

tenemos entonces

$$\frac{\sinh(\lambda\xi) - \lambda\xi}{\lambda^3} = -L_1(\xi) + S_1(\xi)$$

$$\frac{\sinh(\lambda\xi)}{\lambda} = \xi + \lambda^2 [-L_1(\xi) + S_1(\xi)]$$

$$\frac{\cosh(\lambda\xi) - 1}{\lambda^2} = -L_0(\xi) + S_0(\xi) \quad (3)$$

Además

$$L'_m(\xi) = mL_{m-1}(\xi), S'_m(\xi) = mS_{m-1}(\xi); m \geq 1 \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} S'_0(\xi) &= \lambda^2[-L_1(\xi) + S_1(\xi)], S''_0(\xi) = \lambda^2[-L_0(\xi) + S_0(\xi)], \\ S'''_0(\xi) &= \lambda^2\xi + \lambda^4[-L_1(\xi) + S_1(\xi)] \end{aligned} \right\} (5)$$

La función $S_m(\xi)$ es implementada en MATHEMATICA en términos de la función gamma y la función hipergeométrica generalizada.

Sea

$$A = \int_0^1 [-t + \lambda^2[-L_1(1-t) + S_1(1-t)]] \tilde{q}(t) dt \quad (6)$$

entonces tenemos de 2.(7), 2.(8), (1)-(5),

$$\left. \begin{aligned} u(\xi) &= -H^4 \int_0^\xi L_1(\xi-t) \tilde{q}(t) dt + \frac{H^4}{1+\mu} \int_0^\xi S_1(\xi-t) \tilde{q}(t) dt \\ &+ H^3 \tilde{Q}(0) L_1(\xi) - \frac{H^3 \tilde{Q}(0)}{1+\mu} S_1(\xi) + \frac{H^3 \tilde{Q}(0) \lambda^2}{(1+\mu) \cosh \lambda} [-L_1(1) + S_1(1)] [-L_0(\xi) + S_0(\xi)] \\ &- \frac{H^4 A}{(1+\mu) \cosh \lambda} [-L_0(\xi) + S_0(\xi)] - \frac{H^4 \mu}{1+\mu} \left(\int_0^1 t \tilde{q}(t) dt \right) L_0(\xi) \end{aligned} \right\} (7)$$

Usando (4),(5) es fácil escribir a partir de (7) las expresiones para las tres primeras derivadas de $u(\xi)$ (las cuales no reproducimos aquí por razones de espacio).

4. Fórmulas para λ grande

Para obtener una expresión de $u(\xi)$ numéricamente apta para su cómputo para valores grandes de λ ($\lambda \rightarrow \infty$) es necesario reescribir 2.(7) en una forma distinta de 3.(7).

Tenemos

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} = \begin{cases} 0; 0 < t \leq 1 \\ 1; t = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \frac{\sinh[\lambda(1-\xi)]}{\sinh \lambda} = \begin{cases} 0; 0 < \xi \leq 1 \\ 1; \xi = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Combinando en 2(7) el segundo término y el tercer término (utilizando 2.(8)) resulta la expresión

$$\left. \begin{aligned} & - \frac{H^3 \tilde{Q}(0)}{\lambda^3(1+\mu)} \tanh \lambda \left(1 - \frac{\sinh[\lambda(1-\xi)]}{\sinh \lambda} \right) \\ & + \frac{H^4}{\lambda^3(1+\mu)} \int_0^1 \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} \tilde{q}(t) dt - \frac{H^4}{\lambda^3(1+\mu)} \frac{\cosh(\lambda\xi)}{\cosh \lambda} \int_0^1 \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} \tilde{q}(t) dt \end{aligned} \right\} (3)$$

Por (1),(2), los primeros dos términos en (3) tienden a cero si $\lambda \rightarrow \infty$. Para tratar con el tercer término en (3) utilizaremos el hecho que

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \cosh(\lambda\eta) \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} = 0; 0 \leq \eta < t \leq 1 \quad (4)$$

La segunda integral en (3) dividimos en dos partes según $\int_0^1 = \int_0^\xi + \int_\xi^1$. Por (4) tenemos

$$\frac{\cosh(\lambda\xi)}{\cosh \lambda} \int_\xi^1 \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} \tilde{q}(t) dt \rightarrow 0 \text{ si } \lambda \rightarrow \infty \quad (5)$$

A la integral \int_0^ξ sumamos la integral

$$\left. \begin{aligned} & \int_0^\xi \frac{\sinh[\lambda(\xi-t)]}{\cosh \lambda} \tilde{q}(t) dt \text{ que aparece en 2.(7). Ahora observamos que} \\ & -\cosh(\lambda\xi) \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} + \sinh[\lambda(\xi-t)] = -\cosh(\lambda t) \frac{\sinh[\lambda(1-\xi)]}{\cosh \lambda} \end{aligned} \right\} (6)$$

y con (4) obtenemos

$$\int_0^\xi \frac{\sinh[\lambda(\xi-t)]}{\cosh \lambda} \tilde{q}(t) dt - \frac{\cosh(\lambda\xi)}{\cosh \lambda} \int_0^\xi \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} \tilde{q}(t) dt \rightarrow 0 \quad (7)$$

si $\lambda \rightarrow 0$

Finalmente escribimos $u(\xi)$ en la forma (utilizamos 3.(7),(1)-(7))

$$\left. \begin{aligned} u(\xi) &= -\frac{H^4}{\lambda^3(1+\mu)} \int_0^\xi \frac{\cosh(\lambda t)}{\cosh \lambda} \sinh[\lambda(1-\xi)] \tilde{q}(t) dt + \frac{H^3 \tilde{Q}(0)}{\lambda^2(1+\mu)} \xi \\ & - \frac{H^4}{\lambda^2(1+\mu)} \int_0^\xi (\xi-t) \tilde{q}(t) dt - \frac{H^3 \tilde{Q}(0)}{\lambda^3(1+\mu)} \tanh \lambda \left(1 - \frac{\sinh[\lambda(1-\xi)]}{\sinh \lambda} \right) \\ & + \frac{H^4}{\lambda^3(1+\mu)} \int_0^1 \frac{\sinh[\lambda(1-t)]}{\cosh \lambda} \tilde{q}(t) dt - \frac{H^4}{\lambda^3(1+\mu)} \int_\xi^1 \frac{\cosh(\lambda\xi)}{\cosh \lambda} \sinh[\lambda(1-t)] \tilde{q}(t) dt \\ & + \frac{H^4 \mu}{6(1+\mu)} \int_0^\xi (\xi-t)^3 \tilde{q}(t) dt - \frac{H^4 \mu}{6(1+\mu)} \xi^2 \int_0^1 (\xi-3t) \tilde{q}(t) dt \end{aligned} \right\} (8)$$

apta para valores grandes λ Es ahora fácil escribir expresiones para las primeras tres derivadas de $u(\xi)$ (las cuales no reproducimos por razones de espacio).

Podemos ahora comparar el comportamiento de $u(\xi)$ y sus derivadas para $\lambda \rightarrow 0$ y $\lambda \rightarrow \infty$ Resulta de 3.(6), 3.(7) $u_0(\xi) = \lim_{\lambda \rightarrow 0} u(\xi)$ que para tenemos

$$u_0(\xi) = \left. \begin{aligned} & -H^4 \int_0^\xi L_1(\xi-t)\tilde{q}(t)dt + H^3 \tilde{Q}(0)L_1(\xi) \\ & -H^4 \left(\int_0^1 t\tilde{q}(t)dt \right) L_0(\xi) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

de (1),(2),(4)-(8) obtenemos para que $u_0(\xi) = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \mu(\xi)$ que

$$u_\infty(\xi) = \frac{\mu}{1+\mu} u_0(\xi) \quad (10)$$

es fácil ver que (10) es válida también si reemplazamos $u_\infty(\xi)$ y $u_0(\xi)$ por $(u^{(k)})_\infty(\xi)$, $(\mu^k)_0(\xi)$ ($k=1,2,3$) respectivamente

(tenemos $(u^{(k)})_0(\xi) = u_0^{(k)}(\xi)$, $(u^{(k)})_\infty(\xi) = u_\infty^{(k)}(\xi)$).

5. Observaciones finales

Experimentos numéricos indican que para $\tilde{q}(t) = t^n$ ($n \geq 0$ entero) y λ grande, MATHEMATICA no logra producir la gráfica de

$$\phi(\xi) = \int_\xi^1 \frac{\cosh(\lambda\xi)}{\cosh\lambda} \sinh[\lambda(1-t)] \tilde{q}(t) dt \quad (1)$$

(que aparece en 4.(8)) en una parte derecha del intervalo $[0;1]$. Usando la identidad de $\sinh\eta = \cosh\eta - e^{-\eta}$ podemos escribir $\phi(\xi)$ en la forma

$$\phi(\xi) = \int_\xi^1 \frac{\cosh(\lambda\xi)}{\cosh\lambda} \{ \cosh[\lambda(1-t)] - e^{-\lambda(1-t)} \} \tilde{q}(t) dt \quad (2)$$

y con $\phi(\xi)$ programada en la forma (2), el problema señalado desaparece.

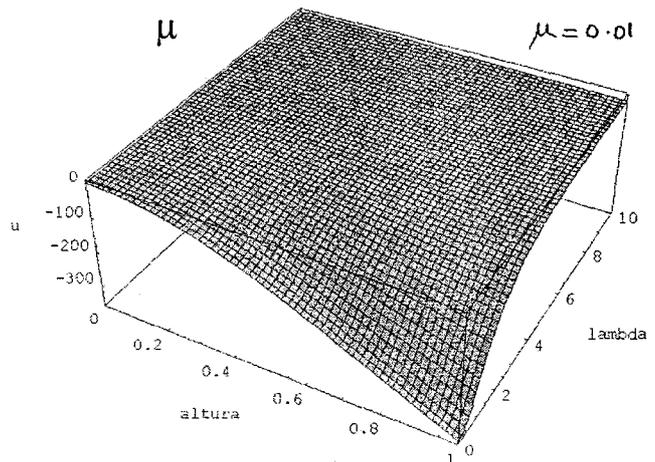
A base de los resultados de las secciones 3,4 (y las correspondientes expresiones para las primeras tres derivadas de $\mu(\xi)$) es fácil escribir un programa en MATHEMATICA que acepta a funciones arbitrarias $\tilde{q}(t)$ como datos de entrada. El funcionamiento del programa dependerá de los procedimientos gráficos y de integración de MATHEMATICA. En las gráficas de salida están involucradas funciones definidas como integrales límites de integración variables y es imposible predecir en términos generales cuando aparecerán problemas similares al problema señalado arriba para $\phi(\xi)$. En determinados casos entonces puede ser que el programa necesitará de modificaciones puntuales.

En [2] la generalización de una carga

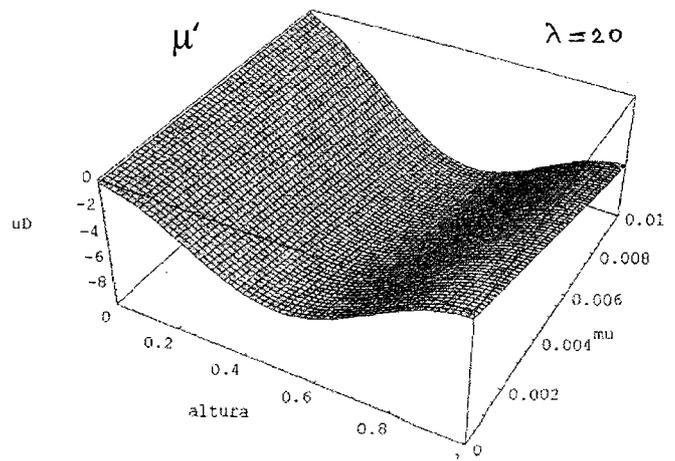
$$q(x) = \hat{q} \left(\frac{x}{H} \right)^\eta \text{ con } \mu \geq 0 \text{ entero al caso } \eta \geq 0$$

arbitrario se logró mediante consideraciones adicionales complicadas, sobre todo para cubrir el caso de grandes valores de λ . En el presente trabajo ambos casos (n entero o no) están incluidas en el mismo formalismo. Aplicable a cargas $q(x)$ completamente arbitrarias, además hemos logrado un tratamiento de los casos límite $\lambda \rightarrow 0$ y $\lambda \rightarrow \infty$ que no depende (como en [1]-[4]) de la forma particular de $q(x)$

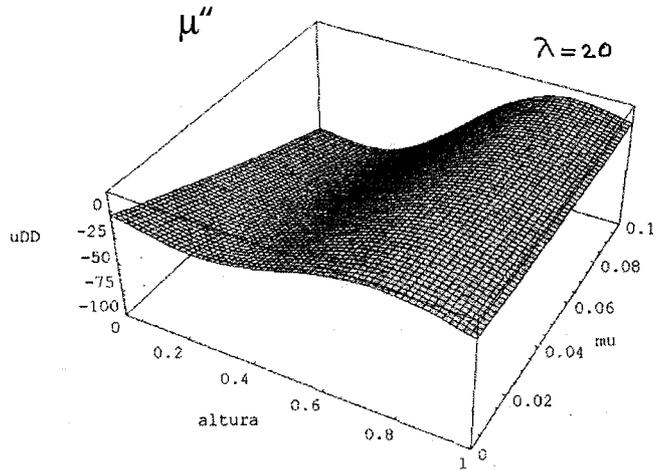
En [1]-[4] nuestros programas no requieren de la evaluación de integrales por parte de MATHEMATICA y las gráficas se producen con rapidez. El programa basado en las fórmulas obtenidas en el presente trabajo lógicamente mucho mas lento.



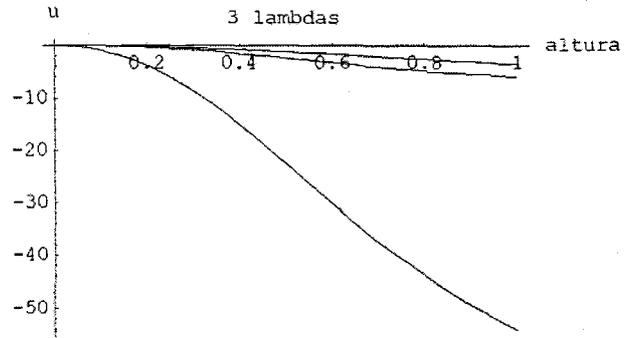
In [1466]:= fID3DMu [20, 0, 1, 0, 0.01]



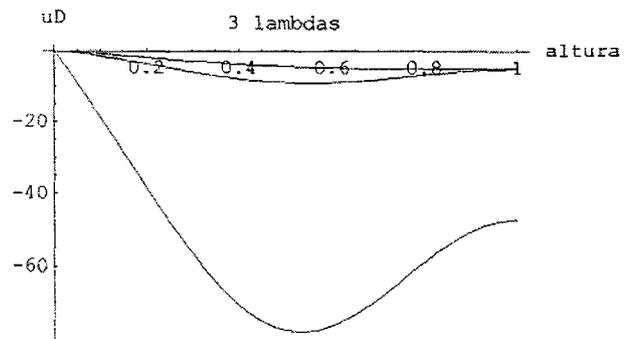
In [1467]:= fLDseg3DMu [20, 0, 1, 0, 0.01]



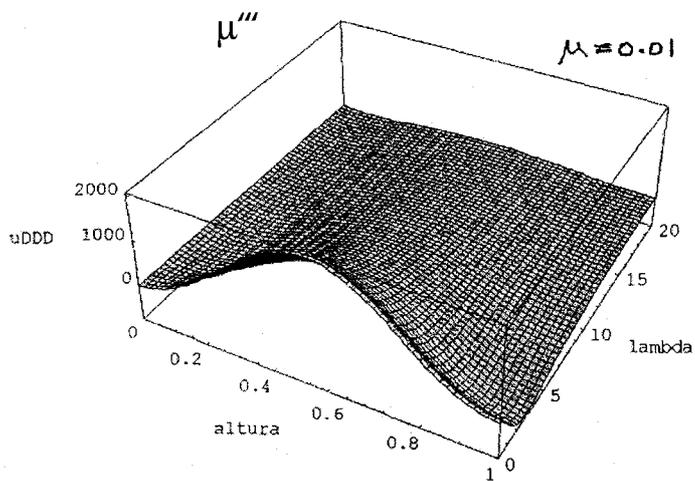
In [1475]:= fLLamList [20, 0.01, 0, 1]



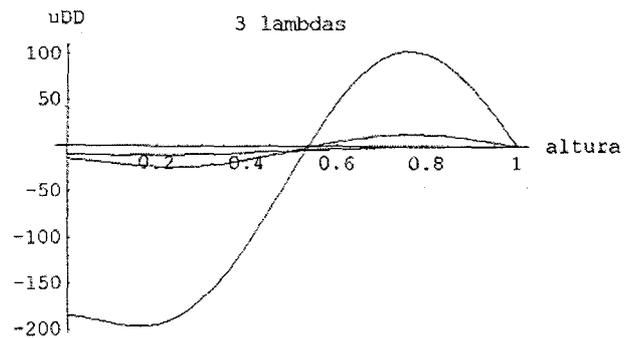
In [1476]:= fDLamList [20, 0.01, 0, 1]



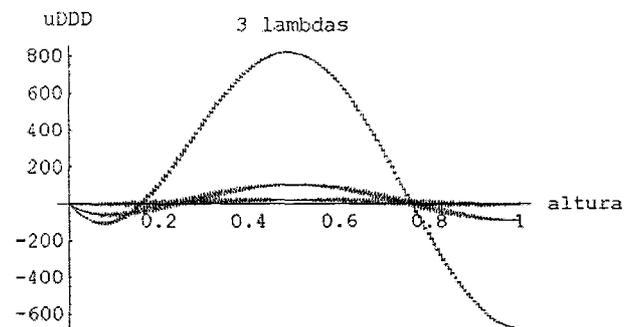
In [1466]:= fLDter3DLam [0.01, 0, 1, 0, 20]



In [1477]:= fLDsegLamList [20, 0.01, 0, 1]



In [1478]:= fLDterLamList [20, 0.01, 0, 1]



Referencias

1. P.F. Hummelgen, M Paparoni. "soluciones del medio continuo aplicables a perfiles de carga generalizadas, a partir de la ecuación diferencial de Murashev, Sigalov, Baykov, Parte 1", Tekhne N°5-2001.
2. V.I. Murashev, E.V. Sigalov, J. Baykov: "Design and Reinforced Concrete Structures", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, 1971.
3. N.N. Lebedev, "Special Functions and their Applications", Dover Publications Inc., New York, 1971.
4. J.P. Schoutren "Operatorenrechnung mit Anwendungen an Technische Probleme", Springer Verlag, 1961.
5. H.S. Carslaw , J. C Jaeger. "Operational Methods in Applied Mathematics", Dover Publications Inc., New York, 1963.



SOLUCIÓN CON MÚLTIPLES CARGAS PUNTUALES

1. Introducción

En una serie de publicaciones ([1]-[5]) hemos estudiado soluciones del medio continuo a partir de la ecuación diferencial de Murashev, Sigalov y Baykov para diferentes perfiles de carga sobre el pórtico. La publicación [5] contiene los resultados de [1],[2] como casos particulares ya que proporciona soluciones para cargas de perfil $q(x)$ arbitraria con la única restricción que $q(x)$ sea integrable (incluye entonces también $q(x)$ continuos a trozos y con saltos y hasta $q(x)$ más “malcriadas” todavía). De otra parte resolvimos en [4] el problema de un número arbitrario de cargas puntuales (incluyendo el caso de una fuerza puntual en el tope tratado en [3]).

En el presente trabajo queremos relacionar los resultados obtenidos en [4],[5]. De una parte los resultados de [4] pueden obtenerse de los de [5]. De otra parte podemos aproximar una carga de perfil $q(x)$ mediante una distribución de cargas puntuales y así por discretización obtener una solución aproximada para el problema con perfil $q(x)$, satisfactorio de punto de vista de la ingeniería y con la ventaja de un programa más rápido, evitando la evaluación de integrales por MATHEMATICA.

2. De perfil general a cargas puntuales

En [5] obtuvimos para una carga con perfil general $q(x)$ la solución

■ P. Hummelgens

Universidad Simón Bolívar

■ M. Paparoni

UNIMET/Ingeniería Civil UCAB/CIDI/UCV

$$\mu(\xi) = \frac{H^4}{\lambda^3(1+\mu)} \int_0^\xi \{ \text{senh}[\lambda(\xi-t)] - \lambda(\xi-t) \} \tilde{q}(t) dt - \frac{H^3 \tilde{Q}(0)}{\lambda^3(1+\mu)} \left[\text{senh}(\lambda\xi) - \lambda\xi \right] + \frac{\cosh(\lambda\xi) - 1}{\lambda^3 \cosh \lambda} \left[H^3 \hat{Q}(0) \text{senh} \lambda - J \right] + \frac{H^4 \mu}{6(1+\mu)} \int_0^\xi (\xi-t)^3 \tilde{q}(t) dt - \frac{H^4 \mu}{6(1+\mu)} \xi^2 \int_0^1 (\xi-3t) \tilde{q}(t) dt; 0 \leq \xi \leq 1 \quad (1)$$

Donde

$$J = \frac{H^4}{1+\mu} \int_0^1 \text{senh}[\lambda(1-t)] \tilde{q}(t) dt + \frac{H^3 \tilde{Q}(0) \mu}{1+\mu} \text{senh} \lambda \quad (2)$$

$$\tilde{Q}(0) = H \int_0^1 \tilde{q}(t) dt \quad (3)$$

Una fuerza puntual de magnitud F a la altura x_0 ($0 < x_0 \leq H$) es representado matemáticamente por $q(x) = F\delta(x - x_0)$, donde δ es la distribución de Dirac. Bajo el cambio a la variable $\xi = \frac{x}{H}$ la expresión para la fuerza puntual se transforma a

$$\tilde{q}(\xi) = \frac{F}{H} \delta(\xi - \xi_0) \quad (4)$$

([6]). La propiedad fundamental de la δ de Dirac que necesitamos aquí se expresa formalmente (en la notación simbólica de los físicos) por

$$\int_a^b f(t) \delta(t - \xi_0) dt = f(\xi_0) \quad \text{si } a < \xi_0 < b \quad (5)$$

mientras que la integral es cero cuando $\xi_0 \notin [a; b]$. De esta manera entonces tenemos por ejemplo

$$\tilde{Q}(0) \stackrel{(4)}{=} H \int_0^1 \frac{F}{H} \delta(t - \xi_0) dt \stackrel{(5)}{=} F, \int_0^\xi \{ \text{senh}[\lambda(\xi-t)] - \lambda(\xi-t) \} \tilde{q}(t) dt = \begin{cases} 0 & \text{si } 0 \leq \xi < \xi_0 \\ \frac{F}{H} \{ \text{senh}[\lambda(\xi - \xi_0)] - \lambda(\xi - \xi_0) \} & \text{si } \xi_0 < \xi \leq 1 \end{cases}$$

..... etc. De esta manera obtenemos de (1),(2) que

$$\mu(\xi) = -\frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \left[\text{senh}(\lambda\xi) - \lambda\xi \right] - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi^3 - \frac{1}{2} \xi_0 \xi^2 \right) + \frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \left[\cosh(\lambda\xi) - 1 \right] \left\{ \tanh \lambda - \frac{\text{senh}[\lambda(1-\xi_0)]}{\cosh \lambda} \right\}; \quad 0 \leq \xi < \xi_0 \quad (6)$$

$$\mu(\xi) = -\frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \left\{ \text{senh}[\lambda(\xi - \xi_0)] - \text{senh}(\lambda\xi) + \lambda\xi_0 \right\} + \frac{H^3 F}{\lambda^3(1+\mu)} \left[\cosh(\lambda\xi) - 1 \right] \left\{ \tanh \lambda - \frac{\text{senh}[\lambda(1-\xi_0)]}{\cosh \lambda} \right\} - \frac{H^3 F \mu}{1+\mu} \left(\frac{1}{6} \xi_0^3 - \frac{1}{2} \xi_0^2 \xi \right) \quad (7)$$

$;\xi_0 < \xi \leq 1$

los mismos resultados (6),(7) encontramos en [4].

3. Discretización de un perfil general

Sea

$$\phi_n(t) = \frac{1}{n} \sum_{K=1}^n \tilde{q}\left(\frac{K}{n}\right) \delta\left(t - \frac{K}{n}\right); n=1,2,\dots \quad (3)$$

Entonces ([6]) $\phi_n(t) \rightarrow \tilde{q}(t)$ si $n \rightarrow \infty$, en este sentido distribucional. En este sentido podemos aproximar un perfil general $\tilde{q}(t)$ por una distribución de cargas puntuales de magnitudes $\frac{H}{n} \tilde{q}\left(\frac{K}{n}\right)$ en los puntos $\xi_K = \frac{K}{n}$, $K=1, \dots, n$ obteniéndose una mejor aproximación ⁿ mientras más grande n. Cada una de estas fuerzas puntuales lleva a una respuesta $\mu_K(\xi)$ dada por 2.(6), 2.(7). Con ξ_0 reemplazado por ξ_K y F reemplazada por $\frac{H}{n} \tilde{q}\left(\frac{K}{n}\right)$. Como indicamos en [4], la respuesta a todo el conjunto de fuerzas puntuales viene dada por

$$\mu_n(\xi) = \sum_{K=1}^n \mu_K(\xi); \quad 0 \leq \xi \leq 1 \quad (2)$$

y es una aproximación de la respuesta $\mu(\xi)$ dada por 2.(1).

Hemos realizado algunos experimentos numéricos con MATHEMATICA, comparando las gráficas de $\mu(\xi)$ y sus primeras tres derivadas obtenidas según [5] con las gráficas de $\mu_n(\xi)$ y sus primeras tres derivadas obtenidas según [4], para varios perfiles de carga $q(\xi)$ y sus varios valores de n. Una muestra de estas comparaciones se presenta al final de este trabajo.

