

**UNIVERSIDAD AMERICANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA  
SELECCIÓN DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS  
PARA EL ESTADO DE NICARAGUA**

**Adolfo Ernesto Rodríguez**

Monografía para optar al grado de  
Ingeniero en Sistemas

Profesor Tutor:  
**Ing. Yves Chaix**

Managua, Nicaragua  
Marzo 2003

A mi padre y abuelo, Adolfo E. Rodríguez H.,  
a mi madre, Perla M. Rodríguez R.,  
a mi hermano, Yader R. Rosales R.,  
a mi prometida, Diana M. Valdivia Q.,

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecerle a mi tutor y amigo el Ingeniero Yves Chaix, por su apoyo en el desarrollo de este tema desde su concepción hasta su conclusión, habiendo compartido sus experiencias en la informática nacional, y habiéndome aportado recomendaciones importantes para la finalización del estudio.

Igualmente deseo agradecerle a mi familia por el apoyo incondicional en la finalización de mis estudios y por la motivación que tanto necesité para concluir esta investigación.

Finalmente, quiero agradecerles a todas las personas que hicieron posible recabar la información necesaria para llevar este estudio a su oportuna culminación.

## **TABLA DE CONTENIDO**

1.	Introducción.....	1
2.	Objetivos .....	5
3.	Marco Teórico .....	6
3.1.	Ingeniería Total .....	6
3.1.1.	<i>Ingeniería de Dominios</i> .....	7
3.1.2.	<i>Ingeniería de la Información</i> .....	9
3.1.2.1.	Arquitectura de la Ingeniería de la Información .....	9
3.1.2.2.	IDEFO .....	10
3.1.3.	<i>Ingeniería de Sistemas</i> .....	12
3.1.3.1.	Ingeniería de Requisitos .....	14
3.1.3.2.	Estudios de Viabilidad.....	16
3.1.3.3.	Análisis de Riesgos .....	18
3.1.4.	<i>Ingeniería del Software</i> .....	22
3.1.4.1.	Proceso del Software .....	25
3.1.4.2.	Calidad del Software .....	30
A.	Madurez del Proceso del Software .....	31
B.	Modelo de Capacidad de Madurez – Adquisiciones de Software (SA-CMM) .....	33
3.1.5.	<i>Herramientas de Ingeniería</i> .....	35
3.1.5.1.	Herramientas para el Análisis y la Administración de Requisitos .....	35
3.1.5.2.	Rastreabilidad de Requerimientos.....	37
3.1.5.3.	Métricas del Software.....	39
3.2.	Arquitecturas de Software.....	40
3.2.1.	<i>Importancia de Una Arquitectura</i> .....	42
3.2.2.	<i>Características de Una Buena Arquitectura</i> .....	42
3.2.3.	<i>Herramientas para su Construcción</i> .....	43
3.2.3.1.	Herramientas de Modelación .....	44
3.2.3.2.	Modelo Vista 4 + 1.....	45
3.2.3.3.	Patrones Arquitectónicos .....	46
3.2.4.	<i>El Método de Ponderación Analítica de Arquitecturas (ATAM)</i> .....	47
3.3.	Arquitectura Institucional.....	55
3.3.1.	<i>El Marco de Referencia de Zachman</i> .....	56
3.3.2.	<i>Marco de Referencia de la Arquitectura de Institucional Federal (MRAIF)</i> .....	60
3.3.2.1.	Enfoques de Desarrollo .....	61
3.3.2.2.	Componentes principales del Marco de Referencia .....	61
3.3.2.3.	Representación del MRAIF .....	62
A.	Representación de Primer Nivel.....	62
B.	Representación de Segundo Nivel.....	63
C.	Representación de Tercer Nivel .....	63
D.	Representación de Cuarto Nivel.....	64
3.3.2.4.	Metodología de Construcción Arquitectónica .....	69
3.3.2.5.	Modelo Técnico de Referencia .....	69
3.3.3.	<i>El Marco Arquitectónico de Referencia del “The Open Group” (TOGAF)</i> .....	71
3.3.3.1.	Método de Desarrollo Arquitectónico .....	71
A.	Iniciación y marco de trabajo.....	72
B.	Descripción de línea base .....	72
C.	Definición de arquitectura meta .....	72
D.	Oportunidades y soluciones .....	74

E.	Planeación de la Migración.....	75
F.	Implementación.....	75
G.	Mantenimiento de la Arquitectura.....	76
3.3.3.2.	Fundaciones Arquitectónicas.....	76
A.	El Continuo Institucional.....	76
B.	El Modelo Técnico de Referencia.....	77
C.	La Base de Información de Estándares (SIB).....	79
3.3.3.3.	Recursos de Apoyo.....	80
3.4.	Transición Tecnológica.....	81
3.4.1.	<i>Estrategia Organizacional y Tecnología</i> .....	81
3.4.2.	<i>Administración de Cambios Tecnológicos</i> .....	83
3.4.3.	<i>Métricas Cuantitativas para la Transición</i> .....	83
3.4.4.	<i>Modelo de Decisión para la Transición de Sistemas</i> .....	85
3.4.4.1.	Reemplazo.....	87
3.4.4.2.	Mejora.....	88
3.4.4.3.	Coexistencia.....	88
3.4.4.4.	Integración.....	89
3.5.	Evaluación Económica de la Tecnología de la Información.....	90
3.5.1.	<i>Análisis Costo-Beneficio</i> .....	90
3.5.1.1.	Identificación de Beneficios y Costos.....	91
3.5.1.2.	Cuantificación.....	94
3.5.1.3.	Cuantificación de Intangibles.....	95
3.5.1.4.	Análisis de Riesgos.....	96
3.5.2.	<i>Marco de Madurez de los Procesos de Inversión en Tecnología de la Información</i> .....	98
4.	Hipótesis.....	100
5.	Diseño Metodológico.....	100
5.1.	Tipo de Investigación.....	100
5.2.	Universo y Muestra.....	100
5.3.	Operacionalización de Variables.....	102
5.4.	Técnicas y Procedimientos de Recopilación de Información.....	106
5.5.	Técnicas y Procedimientos de Procesamiento de Información.....	106
5.6.	Consideraciones sobre el proceso investigativo implementado.....	107
5.6.1.	<i>Principales factores que afectaron el enfoque de los resultados</i> .....	107
5.6.2.	<i>Principales factores que afectaron el uso de los instrumentos de recopilación de información</i> .....	108
5.6.3.	<i>Principales factores restrictivos en la recopilación de la información</i> .....	108
6.	Resultados.....	109
6.1.	Evaluación de los Insumos para la Elaboración de la Metodología.....	109
6.2.	Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas.....	118
6.2.1.	<i>Introducción</i> .....	118
6.2.1.1.	Metas Metodológicas.....	120
6.2.1.2.	Planteamiento de las Necesidades.....	121
6.2.1.3.	Consideraciones Iniciales.....	122
6.2.1.4.	Contexto de la Metodología en Proyectos y Estudios Institucionales.....	122
6.2.1.5.	Justificación del concepto de Arquitectura.....	123
6.2.1.6.	Principios Organizacionales.....	125
6.2.1.7.	Establecimiento del Marco de Referencia.....	127
A.	Requerimientos Organizacionales.....	129
B.	Segmentación de la Arquitectura.....	131
C.	Límites en el Desarrollo de la Arquitectura.....	138

6.2.2.	<i>Plataforma Tecnológica Institucional</i> .....	139
6.2.2.1.	Resultados Metodológicos.....	139
6.2.3.	<i>Construcción de una Arquitectura Institucional Base</i> .....	143
6.2.3.1.	El modelado institucional .....	143
6.2.3.2.	Los sistemas y arquitectura tecnológica actuales .....	144
6.2.4.	<i>Construcción de la Arquitectura Institucional Meta</i> .....	146
6.2.4.1.	Arquitectura de Datos.....	147
6.2.4.2.	Arquitectura de Aplicaciones.....	148
6.2.4.3.	Arquitectura Tecnológica .....	150
6.2.4.4.	Definición del Plan de Transición.....	157
A.	Secuencia de Desarrollo de Aplicaciones .....	163
B.	Carteras de Proyectos .....	164
C.	Evaluación de Viabilidad de las Carteras de Proyectos.....	165
D.	Proyectos de Infraestructura Tecnológica.....	166
6.2.5.	<i>Instrumentos de la Arquitectura Institucional</i> .....	169
6.2.5.1.	Planeación y Control de la Inversión .....	169
6.2.5.2.	Modelo Técnico de Referencia (MTR) .....	170
6.2.6.	<i>Plataforma Tecnológica de Proyectos</i> .....	178
6.2.6.1.	Resultados Metodológicos.....	178
6.2.6.2.	Arquitectura Conceptual del Software .....	179
A.	Introducción a las Plataformas Tecnológicas de Proyecto.....	179
B.	Línea Base para la Evaluación Técnica .....	180
C.	Arquitectura Conceptual de Software.....	181
D.	Evaluación de las alternativas de Arquitectura Conceptual.....	188
6.2.6.3.	Alternativas Tecnológicas y Evaluación Técnica .....	189
A.	Precalificación Tecnológica.....	189
B.	Conformación de Alternativas Tecnológicas Factibles .....	192
C.	Alternativas de Soluciones Comerciales.....	200
D.	Principios Técnicos para la Planeación de Adaptación de Soluciones Existentes .....	205
E.	Selección de la Metodología de Desarrollo .....	207
F.	Selección de Herramientas.....	207
G.	Identificación de Riesgos.....	212
H.	Evaluación de Técnica de las Alternativas (Desarrollo a la Medida).....	213
6.2.6.4.	Evaluación Económica de las Alternativas.....	218
A.	Revisión del Proceso Existente .....	219
B.	Selección de una Línea Base.....	219
C.	Identificación de Beneficios y Costos .....	220
D.	Cuantificación de Costos y Beneficios .....	220
E.	Evaluación del Riesgo .....	222
6.2.6.5.	La Selección Definitiva de una Alternativa para el Proyecto .....	223
6.3.	Evaluación de la metodología a la luz de las prácticas actuales para la selección de plataformas tecnológicas en el Estado .....	225
6.3.1.	<i>Resumen de los proyectos estudiados</i> .....	226
6.3.1.1.	Proyecto SIMINSA .....	226
A.	Fuentes.....	226
B.	Antecedentes .....	226
C.	Generalidades.....	226
D.	Plataforma Tecnológica .....	227
E.	Integración del Sistema .....	229
F.	Integración Inter-Institucional.....	229
G.	Temas de Debate .....	230

6.3.1.2.	Proyecto SIGFA.....	232
A.	Fuentes.....	232
B.	Antecedentes.....	232
C.	Generalidades.....	232
D.	Plataforma Tecnológica.....	233
E.	Integración del Sistema.....	234
F.	Integración Inter-Institucional.....	234
G.	Temas de Debate.....	235
6.3.1.3.	Proyecto INIFOM-SIAF.....	237
A.	Fuentes.....	237
B.	Antecedentes.....	237
C.	Generalidades.....	237
D.	Plataforma Tecnológica.....	238
E.	Integración del Sistema.....	240
F.	Integración Inter-Institucional.....	240
G.	Temas de Debate.....	241
6.3.2.	<i>Análisis de la situación actual en base a los proyectos seleccionados</i> .....	243
6.3.3.	<i>Beneficios proporcionados por la metodología</i> .....	248
6.3.3.1.	Beneficios Económicos.....	248
6.3.3.2.	Beneficios Políticos.....	250
6.3.3.3.	Beneficios Sociales.....	251
7.	Análisis de Resultados.....	253
7.1.	Construcción de la Metodología.....	253
7.2.	Beneficios de la Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas vs. la situación de los proyectos seleccionados.....	257
8.	Conclusiones.....	261
9.	Recomendaciones.....	263
10.	Bibliografía.....	265
Anexos	.....	i
A.	Usos de la Matriz de Rastreo.....	i
B.	Tabla de Ponderaciones de Factores Más Típicas.....	ii
C.	Marco Lógico de la Preparación del Protocolo.....	iii
D.	Costes y Beneficios posibles de un Sistema de Información [PRESSMAN97].....	v
E.	Formato de Entrevista.....	vi
F.	Arquitecturas de Integración de Sistemas de Información: Un Resumen.....	xiv
	<i>Centros de Datos</i> .....	xiv
	<i>Servicios de Componentes Distribuidos</i> .....	xv
	<i>Corredor de Mensajes</i> .....	xvi
G.	Taxonomía del TOGAF-TRM.....	xviii
	<i>Data Interchange Services</i> .....	xviii
	<i>Data Management Services</i> .....	xix
	<i>Graphics and Imaging Services</i> .....	xx
	<i>International Operation Services</i> .....	xxi
	<i>Location and Directory Services</i> .....	xxii
	<i>Location and Directory Services</i> .....	xxii
	<i>Network Services</i> .....	xxiii
	<i>Operating System Services</i> .....	xxiv
	<i>Software Engineering Services</i> .....	xxv
	<i>Transaction Processing Services</i> .....	xxvi
	<i>User Interface Services</i> .....	xxvii
	<i>Security Services</i> .....	xxvii

	<i>System And Network Management Services</i> .....	xxix
	<i>Object-Oriented Provision of Services</i> .....	xxxi
H.	Modelos de Trabajo .....	xxxiii
	<i>Representación de Giros Institucionales</i> .....	xxxiii
	<i>Hoja de Revisión de Giros Institucionales</i> .....	xxxiv
I.	Plantillas de los Productos Metodológicos.....	xxxv
	<i>Modelo de Referencia Organizacional (MRO)</i> .....	xxxv
	<i>MTR – Fichas de Caracterización Tecnológica</i> .....	xxxvi



## **LISTA DE TABLAS**

TABLA 3.1-1 – TAXONOMÍA DE RIESGOS DEL SOFTWARE.....	22
TABLA 3.1-2 – MODELO DE MADUREZ DEL SOFTWARE: SW-CMM.....	33
TABLA 3.1-3 – MODELO DE MADUREZ PARA LA ADQUISICIÓN DEL SOFTWARE: SA-CMM.....	35
TABLA 3.3-1 EJEMPLO DE LAS DIFERENTES PANORÁMICAS Y RESTRICCIONES DESDE CADA PERSPECTIVA....	58
TABLA 3.3-2 RESUMEN DE LAS REGLAS DEL MARCO DE ZACHMAN .....	58
TABLA 3.3-3 RESTRICCIONES PARA CADA PERSPECTIVA .....	59
TABLA 3.3-4 – PERSPECTIVA DE CUARTO NIVEL DEL MRAIF .....	68
TABLA 3.5-1 – TÉCNICAS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IT [GREMB01] .....	90
TABLA 3.5-2 – LISTA DE LOS PRINCIPALES RUBROS DE COSTOS EN PROYECTOS INFORMÁTICOS [CIOC99]	94
TABLA 3.5-3 – MODELO DE MADUREZ PARA LAS DECISIONES DE INVERSIÓN EN TIC .....	99
TABLA 6.2.4.3-1 – CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE INTEGRACIÓN.....	155
TABLA 6.2.4.3-2 – RECURSOS A ESPECIFICAR PARA CADA ALTERNATIVA DE INTEGRACIÓN.....	156
TABLA 6.2-3 – EJEMPLO DE UNA HOJA DE VERIFICACIÓN PARA LA PRECALIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DENTRO DE UN CONJUNTO DE TECNOLOGÍAS EVALUABLES.....	191
TABLA 6.2-4 – EJEMPLO DE UNA TABLA PARA DETERMINACIÓN DE COMPONENTES CRÍTICOS .....	197

## **LISTA DE FIGURAS**

ESQUEMA 6-1 – METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS (CICLO DE CAMBIO TECNOLÓGICO).....	118
ESQUEMA 6-2 – ACTIVIDADES GENERALES DEL PROCESO DE SEGMENTACIÓN .....	131
ESQUEMA 6.2.4-1 – ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ARQUITECTURA META...	146
ESQUEMA 6.2.4.1-1 – ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE DATOS.....	147
ESQUEMA 6.2.4.2-1 – ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE APLICACIONES.....	148
ESQUEMA 6.2.4.3-1 – ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ARQUITECTURA TECNOLÓGICA .....	150
ESQUEMA 6.2.4.4-1 – ENLACE ENTRE LA AI Y LOS PROYECTOS DE DESARROLLO .....	162
ESQUEMA 6.2.6-1 – ACTIVIDADES GENERALES EN LA ELABORACIÓN DE UNA ARQUITECTURA CONCEPTUAL DE SOFTWARE.....	181
ESQUEMA 6.2.6-2 – TAREAS DURANTE LA CONFORMACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS FACTIBLES .....	192
ESQUEMA 6.2.6-3 – TAREAS DURANTE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS .....	218
ESQUEMA 10-1 FICHA DE DESCRIPCIÓN PARA UN GIRO INSTITUCIONAL .....	XXXIII
FIGURA 3.1-1 – MODELO DE LA INGENIERÍA DE CALIDAD TOTAL [USAF2000] .....	6
FIGURA 3.1-2 – MODELO DE DOMINIOS PARA LA FUERZA AÉREA DE LOS E.E.U.U [USAF2000] .....	7
FIGURA 3.1-3 REPRESENTACIÓN BÁSICA DE UNA FUNCIÓN EN IDEF0 .....	11
FIGURA 3.1-4 – PROCESO DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS [USAF2000] .....	13
FIGURA 3.1-6 – MODELO LINEAL SECUENCIA (O EN CASCADA) .....	25
FIGURA 3.1-7 – MODELO DE CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS .....	27
FIGURA 3.1-8 – MODELO INCREMENTAL DEL PROCESO DEL SOFTWARE.....	28
FIGURA 3.1-9 – MODELO DE PROCESO EN ESPIRAL .....	28
FIGURA 3.1-10 – EJEMPLO DE DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	36
FIGURA 3.2-1 – REPRESENTACIÓN DEL MODELO VISTA 4+1 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURAS DE SOFTWARE .....	46
FIGURA 3.2-2 INTERACCIÓN CONCEPTUAL MEDIANTE EL ATAM .....	49
FIGURA 3.2-3 EJEMPLO DE UN ÁRBOL DE UTILIDAD .....	52

FIGURA 3.3-1 EL MARCO DE REFERENCIA DE ZACHMAN .....	57
FIGURA 3.3-2- REPRESENTACIÓN DE PRIMER NIVEL DEL MRAIF.....	62
FIGURA 3.3-3 –REPRESENTACIÓN DE SEGUNDO NIVEL DEL MRAIF .....	63
FIGURA 3.3-4– ESTRUCTURA DEL ENFOQUE EAP PARA EL MODELO MRAIF [CIO99].....	69
FIGURA 3.3-5 – FASES DEL MÉTODO DE DESARROLLO ARQUITECTÓNICO.....	71
FIGURA 3.4-1 – PROCESO DE TRANSICIÓN TECNOLÓGICA [MTRLA98] .....	83
FIGURA 3.4-2 – RELACIÓN <i>ETAPA DE TRANSICIÓN - TASA DE ADOPTADORES</i> [MTRLA98] .....	84
FIGURA 3.3.3.3-1 – <i>MATRIZ DE SELECCIÓN DEL ENFOQUE DE TRANSICIÓN</i> .....	86
FIGURA 3.5-1 – LA TÉCNICA DE CUANTIFICACIÓN "BRIDGING THE GAP" DE HARES & ROYLE [GREMB01]	96
FIGURA 6.1-1 – SELECCIÓN TECNOLÓGICA.....	109
FIGURA 6.2-1 – ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL SUGERIDA PARA AI .....	129
FIGURA 6.2-2 – ORGANIZACIÓN INTERNA DEL ÓRGANO ADMINISTRADOR DEL PROGRAMA DE AI.....	130
FIGURA 6.2-3 – EJEMPLO DEL MODELO DE SEGMENTACIÓN.....	132
FIGURA 6.2-4 – SOLUCIONES DE DISTRIBUCIÓN E INTEGRACIÓN .....	152
FIGURA 6.2-5 – CRITERIOS DE DECISIÓN PARA SELECCIONAR ALTERNATIVAS DE INTEGRACIÓN .....	154
FIGURA 6.2-6 – TÉCNICA DE ORGANIZACIÓN DE APLICACIONES EN BASE A DATOS .....	163
FIGURA 6.2-7 – PROCESO DE RENOVACIÓN DE LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE LA METODOLOGÍA.....	172
FIGURA 6.2-8 – CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS DEL MTR .....	174
FIGURA 6.2-9 – LA SECUENCIA LÓGICA DE UTILIZACIÓN DE LOS CRITERIOS TECNOLÓGICOS DEL MTR.....	177
FIGURA 6.2-10 – FLUJO DE DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DE UN PATRÓN/ESTILO ARQUITECTÓNICO FACTIBLE.....	186
FIGURA 6.2-11 – RELACIONES CONSTRUCTIVAS PARA LAS VISTAS DEL MODELO 4+1.....	187
FIGURA 6.2-12 – EJEMPLO DE LA VISTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA ARQUITECTURA CONCEPTUAL .....	192
FIGURA 6.2-13 – EJEMPLO DE UN ÁRBOL DE MAPEO PARA LA ASIGNACIÓN COMPONENTE -TECNOLOGÍA..	193
FIGURA 6.2-14 – MATRICES DE ADYACENCIA PARA LA ARQUITECTURA CONCEPTUAL DE LA FIGURA 6.2-12 .....	194
FIGURA 6.2-15 – PROCEDIMIENTO PARA LA CONFIGURACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	196
FIGURA 6.2-16 – PROCESO DE PRIORIZACIÓN EN LA ASIGNACIÓN DE TECNOLOGÍAS .....	198
FIGURA 6.2-17 – ARQUITECTURA CONCEPTUAL CON COMPONENTES MUY CRÍTICOS (B,D), ALGO CRÍTICOS (C) Y POCO CRÍTICOS (A,E,F).....	198
FIGURA 6.2-18 – CONSOLIDACIÓN EN ALTERNATIVAS CON SUB-ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS .....	199
FIGURA 6.2-19 – MODELO DE CONTEXTO DEL SOFTWARE DE APOYO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS FACTIBLES .....	200
FIGURA 7.2-1 – DATA HUBS .....	XIV
FIGURA 7.2-2 – ORIENTACIÓN A SERVICIOS .....	XV
FIGURA 7.2-3 – BUS DE SERVICIOS EMPRESARIALES.....	XVI
FIGURA 7.2-4 – ÁRBOL DE GIROS INSTITUCIONALES POR ÁREA FUNCIONAL.....	XXXIII

# 1.Introducción

En una era en la cual existe una diversidad de tecnologías alternativas, un punto crítico para el planteamiento de los proyectos informáticos, es la selección de la plataforma tecnológica requerida, pues esta representa la fundación y materia prima de las soluciones planteadas. Por ello, lejos de ser una actividad trivial, la selección de una plataforma requiere de un proceso de pensamiento estructurado, coadyuvado de herramientas que permitan realizar ponderaciones cuantitativas.

Pero, ¿qué es una plataforma tecnológica? Por lo general, y erróneamente, se considera que una plataforma tecnológica consiste solamente de un conjunto de tecnologías de software y hardware con cierto nivel de integración, que permite su implementación en soluciones informáticas. No obstante, el concepto completo también deberá incluir los enfoques, metodologías y herramientas de análisis y desarrollo que acompañan a la adopción y uso de la plataforma. Sin la presencia de esta idea complementaria, el concepto de plataforma tecnológica limitaría a la generación de productos insostenibles, pues carecerían de documentación, limitando gravemente la posibilidad de mantenimiento y mejora, e incrementando costos de operación.

Por otra parte, el resultado de la selección de la plataforma tecnológica, además, tiene repercusiones a lo largo de todo el proyecto, pues representa un factor de compromisos y riesgos. Es un factor de compromisos, pues establece los recursos económicos y técnicos que requiere su adopción, y establece restricciones en cuanto a la forma y calidad de la solución final. Además, es un factor de riesgos, pues es capaz de introducir cierto nivel de incertidumbre en cuanto al éxito del proyecto.

Una vez considerado lo anterior, es necesario orientarse hacia la realidad actual de Nicaragua. Más concretamente, la situación nace en el seno de las organizaciones nacionales, donde, con mucha frecuencia, las decisiones tomadas para la definición de nuevas plataformas tecnológicas en los proyectos informáticos, están más bien orientadas a una satisfacción principalmente subjetiva de requerimientos inapropiadamente definidos tales como la facilidad de uso, el desempeño, y la interoperabilidad. Además, también ocurre que, al heredar plataformas tecnológicas existentes en nuevos proyectos, se heredan también ciertas deficiencias de éstas.

Dicho subjetivismo y omisión metodológica en la evaluación de las plataformas alternativas, conlleva a un grave detrimento en la calidad del producto final. Esto hace evidente que los mecanismos para medir el grado de satisfacción que las plataformas tecnológicas ofrecen a los proyectos de soluciones informáticas son deficientes.

Más significativas y graves aún, son las consecuencias de este hecho en organizaciones donde la infraestructura computacional es relativamente grande, y donde la información es un componente medular de su quehacer cotidiano. Éste es el caso particular que se evidencia día a día en las instituciones del Estado.

Por lo general, el problema de la adopción de una plataforma tecnológica dentro de las instituciones del Estado dista de ser comparable con casos en otras organizaciones, pues en general la situación del sector público es más compleja. Esto es resultado de diversos factores entre los que se encuentran los siguientes:

- ❑ La naturaleza de las instituciones del Estado, donde existe un alto nivel de dependencia interinstitucional, en términos de flujos de trabajo, e intereses. Esto establece conflictos en la definición de los dominios de análisis.
- ❑ Sumado a lo anterior, el hecho de que actualmente, las instituciones del Estado sufren un tortuoso proceso de descentralización, que provoca la redistribución de responsabilidades, y la redefinición del alcance en términos de procesos e información.
- ❑ La inercia propia de las instituciones estatales, también favorecida por la falta de apoyo de parte de funcionarios clave a las iniciativas nacionales.
- ❑ La necesidad imperativa de garantizar la transparencia en las decisiones tomadas por los funcionarios públicos, pues toda decisión que implica recursos del Estado debe ser validada por un proceso de justificación debidamente documentado.
- ❑ La falta de una normativa clara, a nivel interinstitucional, que regule de actividades pertinentes al ámbito de la informática.

Sin embargo, en vista de los eventos de los últimos tiempos en el sector público, tales como la lucha contra la corrupción, la reestructuración gubernamental y la apertura a nuevas corrientes de pensamiento, lo cual también no se abstrae de los grandes cambios en el resto del mundo, han requerido de la asimilación de prácticas que les permitan continuar satisfaciendo, con visión de mejoras y crecimiento, las necesidades de la nación.

De este proceso evolutivo se originan nuevos retos, entre los cuales está la introducción de una nueva cultura de la información. Pero esta, lejos de ser una necesidad adquirida, es una exigencia que de manera inevitable deberán enfrentar todas las organizaciones, puesto que la información es el insumo fundamental para la toma de decisiones a cualquier nivel. No obstante, la naturaleza de éstas instituciones, en todos los aspectos, tanto organizacionales como económicos, sociales, y políticos, y los cambios que han sufrido hasta hoy, constituye un obstáculo para el logro de estos objetivos.

En los últimos 15 años, estas condiciones habían colocado al Estado como una estructura obsoleta en el ámbito de la tecnología de la información, y víctima de todas las deficiencias que ello acarrea:

- ◆ Falta de Productividad
- ◆ Falta de Control sobre la Propiedad del Estado
- ◆ Mala distribución de los recursos

- ◆ Dilución de la Misión Institucional
- ◆ Personal Supernumerario e Improductivo

Sin embargo, una vez superada – relativamente – esta fase, las instituciones del Estado han cedido a la presión para una mayor apertura hacia los beneficios de la tecnología de la información, y gracias a un flujo relativamente abundante de recursos financieros para la modernización del Estado, han llegado a cierto nivel de actualización al ser adoptadores tempranos de nuevas plataformas. Es importante recalcar, que uno de los beneficios de la entrada tardía del Estado de Nicaragua a la tecnología de la información ha sido la posibilidad que tuvo y que aún tiene de no arrastrar el peso de tecnologías obsoletas. El Estado nicaragüense en muchos aspectos arranca con una pizarra limpia.

Es una premisa del presente estudio que el proceso de transición a nuevas plataformas, y nuevas soluciones, ha traído consigo numerosas complicaciones, no ha sido planificado, y con el pasar del tiempo ha dado lugar a costosos errores y deficiencias en el proceso de selección de plataformas, haciendo indispensable la necesidad de establecer cierto orden y de guiar los tomadores de decisión en este proceso.

Y es aquí, donde entra en juego la necesidad de la adopción de una metodología para la selección de plataformas tecnológicas para obtener un mejoramiento de la calidad de las soluciones informáticas dentro de las instituciones estatales.

Por todos estos aspectos, también la regulación institucional en el proceso de selección tecnológica se ha vuelto imperativa hoy. Esta deberá comprender principios esencialmente técnicos y ser soportada por prácticas maduras de ingeniería. Ahora, es el momento en el que surgen iniciativas de solución, y el presente estudio se inclinará al aspecto metodológico del proceso.

Así pues la presente investigación es un esfuerzo para motivar el estudio en la arena de la selección y adopción de plataformas tecnológicas. En la realidad, existen pocos tratados maduros sobre el tema, y al encontrarse con ese vacío, la solución a los problemas actuales en el sector gobierno demanda la elaboración de una metodología pragmática, con capacidad evolutiva y con una visión de futuro.

La investigación a desarrollar, considerará los aspectos clave de las plataformas tecnológicas dentro de un marco de la ingeniería del software y desarrollo organizacional, orientados hacia la aplicabilidad general dentro de las instituciones del gobierno. Esto le brinda un aspecto un tanto único, pues es un intento de extraer de forma estructurada las mejores prácticas para la selección, asimilación, y utilización de las plataformas tecnológicas para sistemas de información.

Una metodología de este tipo dista de ser definitiva. Requerirá de un proceso iterativo que permita definir correcciones y adiciones, sin desvirtuar la orientación y los cimientos establecidos.

De todo ello, por tanto, se deriva la exposición del problema a tratar: La deficiencia metodológica en los procesos de adopción de plataformas tecnológicas dentro de las instituciones del Estado nicaragüense al iniciar el año 2003.

A la luz de ello, es vital formular la siguiente pregunta: ¿Qué herramientas metodológicas se pueden aplicar para mejorar las prácticas de selección y de adopción de plataformas tecnológicas en las instituciones del Estado, considerando la naturaleza del problema tal y como se conoce hasta inicios del 2003?

## 2. Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar una metodología para la selección de plataformas tecnológicas basada en mejores prácticas de ingeniería de software a fin de incrementar la calidad de los proyectos informáticos actuales dentro de las instituciones del Estado.

### Objetivos Específicos

- Evaluar los conceptos y herramientas de ingeniería total importantes para la selección objetiva de plataformas tecnológicas informáticas con consideraciones propias sobre las instituciones del Estado, con el fin de establecer el marco de referencia para la construcción metodológica.
- Diseñar un método que incorpore conceptos y mejores prácticas en la selección de plataformas tecnológicas, para así estructurar de forma lógica y metódica el aprovechamiento de las herramientas ingenieriles en los procesos de selección de plataformas tecnológicas del Estado.
- Analizar los beneficios económicos, políticos y sociales resultantes de la implementación de la metodología presentada, en contraste con el estado actual de los procesos de selección tecnológica en instituciones estatales, con el fin de demostrar las ventajas de su aplicación.

### 3.Marco Teórico

#### 3.1. Ingeniería Total

La Ingeniería Total [USAF2000], también conocida como Ingeniería de la Calidad Total, involucra el uso de herramientas y métodos de las diferentes disciplinas de la ingeniería para obtener productos que satisfacen las expectativas de sus beneficiarios, y la reducción en el consumo de los recursos necesarios para su obtención.

Puesto que uno de los objetivos de este escrito es aprovechar las herramientas y principios existentes en la ingeniería, es importante adoptar una visión integradora, que permita posteriormente, comprender el proceso constructivo de la metodología.

En esta sección se habrá de presentar cuatro disciplinas de la ingeniería estrechamente relacionadas, todas ellas enfocadas al ámbito organizacional y al ámbito informático.

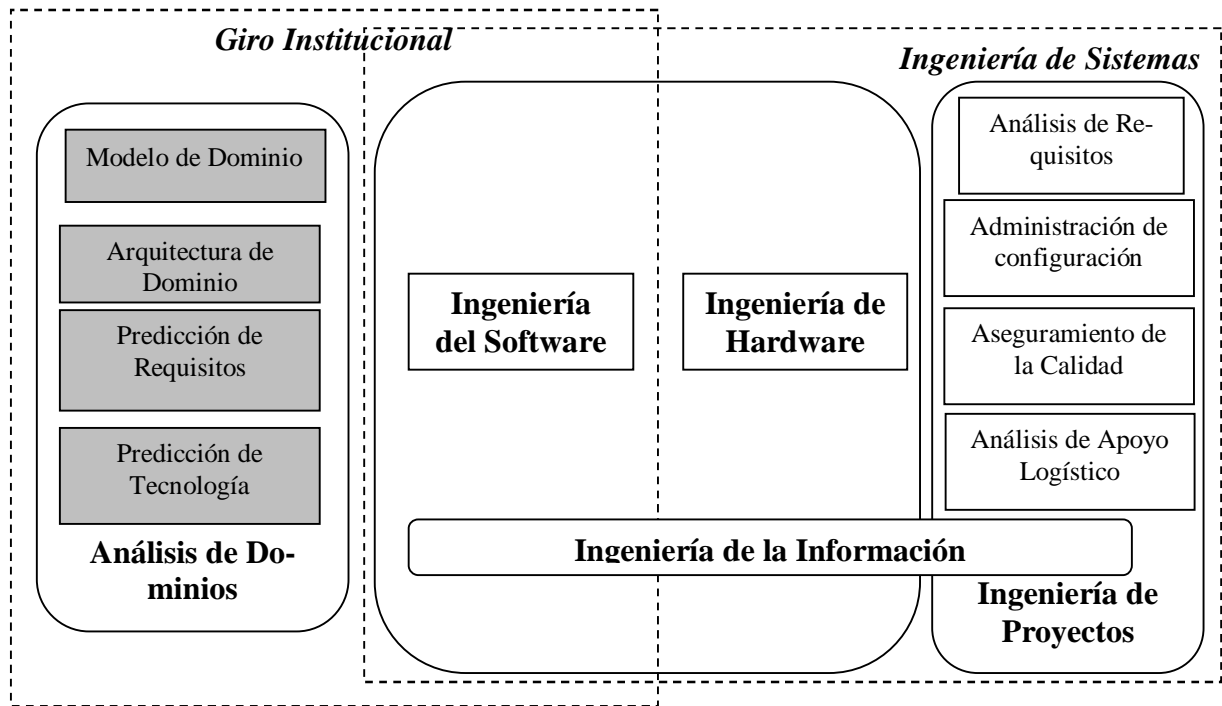


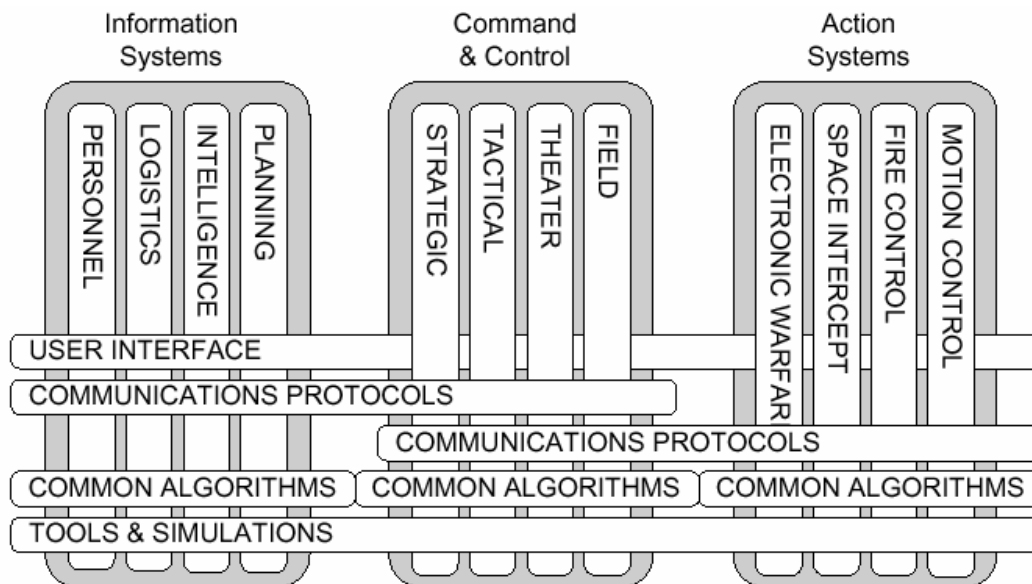
Figura 3.1-1 – Modelo de la Ingeniería de Calidad Total [USAF2000]



### 3.1.1. Ingeniería de Dominios

La Ingeniería de Dominios [USAF2000] se refiere a los métodos y procesos utilizados para construir una familia de sistemas similares o relacionados. El enfoque de esta disciplina es recopilar el conocimiento ingenieril (requerimientos, arquitectura, componentes, etc.) dentro de un dominio particular, para su uso futuro, o su aplicación en proyectos concurrentes.

Los Dominios son grupos de sistemas interrelacionados que comparten cierto conjunto de funcionalidades. Los dominios se representan gráficamente como grupos relacionados horizontal y verticalmente. Los dominios verticales, representan a los sistemas agrupados por ser muy especializados en ciertas áreas del negocio. Los dominios horizontales representan funciones y recursos aplicables a lo largo de varios dominios. El énfasis de estos dominios horizontales es la reutilización.



**Figura 3.1-2** – Modelo de Dominios para la Fuerza Aérea de los E.E.U.U [USAF2000]

El proceso de Ingeniería de Dominios se representa por las siguientes etapas fundamentales: Identificación de Dominios, Análisis de Dominios, Diseño de Dominios, e Implementación de Dominios.

La *identificación de dominios* se refiere a la identificación de los límites de cada dominio, las interfaces entre éstos y la interdependencia. Los elementos fundamentales que deben de ser documentados son:

- Alcance del Dominio: las aplicaciones incluidas y excluidas
- La relación de cada dominio con otros dominios.
- Las relaciones entre aplicaciones del mismo dominio.
- Las entradas y salidas del dominio

El *análisis de dominios* trata de identificar, documentar y modelar los requerimientos comunes y variables entre los dominios. Esta se vale de herramientas básicas de recolección de datos (entrevistas, encuestas, etc.). Este proceso tiene como resultado lo siguiente: un modelo de información de dominios o modelado de datos, un modelo funcional que describe todas las características comunes y variables de los sistemas ejemplares, un modelo operativo que identifica a los flujos de información comunes y variable entre sistemas ejemplares, y un diccionario de dominio que la terminología utilizada para describir los componentes y características de los dominios y sistemas.

El diseño de dominios que comprende una *arquitectura de software de dominio específico* (DSSA: *Domain-Specific Software Architecture*) es un elemento característico de la madurez en el uso de la ingeniería del software. Éste provee de un modelo de alto nivel que representa a todos los sistemas de un dominio, lo cual acelera el desarrollo y promueve la reutilización. Cada DSSA comprende los siguientes elementos: componentes reutilizables, conectores, restricciones, y lógica.

La implementación de dominios se refiere a la construcción de nuevos componentes del DSSA y su modificación, o bien, la alteración de los componentes dados ciertos cambios en los requerimientos o presencia de defectos. Dicha implementación puede darse mediante las siguientes estrategias:

- Nuevo desarrollo
- Reingeniería (BPR)
- La identificación de COTS (Software Comercial de Paquete)

Considérese pues, que estas tres estrategias mencionadas, son las generalmente aplicadas en todo proyecto informático. Nótese, que si se considera a una plataforma tecnológica, como un COTS, al cual se le realizarán ciertos ajustes para operar dentro de la organización (tal como se podrá derivar de la definición de plataforma tecnológica), la definición de una arquitectura es fundamental en su identificación y selección.

La importancia de la ingeniería de dominios, no solo radica en el ámbito del software, sino también en la infraestructura de hardware, técnicas, y herramientas, puesto que ello permite el máximo aprovechamiento de todos estos recursos en beneficios de las organizaciones.

Además la ingeniería de dominios permite determinar el alcance de las soluciones, y las eventuales repercusiones de su implementación. Por tanto, en cuanto a plataformas tecnológicas se refiere, la ingeniería de dominios permite valorar el grado de dependencia que se obtiene de ciertas soluciones, y el efecto de onda expansiva que puede tener la adopción de una plataforma.

De especial importancia es el hecho de que la ingeniería de dominios recurre a la definición de una Arquitectura, un hecho característico de las prácticas más modernas de ingeniería de software, tal como se verá más adelante.

### **3.1.2. Ingeniería de la Información**

A inicios de los años 80, James Martin desarrolló la metodología de Ingeniería de la Información [USAF2000] (IE por sus siglas en inglés), con el propósito de aliviar el problema de la construcción de soluciones complejas que poco resolvían en las organizaciones. La definición de IE brindada por Martin es: “La aplicación de un conjunto de técnicas interrelacionadas, para la planeación, el análisis, diseño, y construcción de sistemas de información con orientación corporativa.”

La ingeniería de la información es un tipo especial de ingeniería de dominios aplicado al dominio de los Sistemas de Información Administrativos. La IE está fundamentada en la premisa de que los procedimientos para la conducción de los negocios están en constante flujo, debido a la constante reestructuración y cambios en el enfoque organizacional. En contraste, los requerimientos de datos se mantienen estables.

En los enfoques tradicionales, los diseños de bases de datos son dictados por los requerimientos de datos de los procedimientos especificados. Cada vez que los procedimientos de negocios cambian, el diseños de las bases de datos cambian, provocando un efecto avalancha. Puesto que el enfoque de la IE es realizar el diseño en torno a los requerimientos de datos más estables, éstos permanecen iguales a través del ciclo de vida de la aplicación. Puesto que la Ingeniería de la Información se enfoca hacia los datos en vez de los procedimientos, también se le conoce como *método orientado a datos*.

#### **3.1.2.1. Arquitectura de la Ingeniería de la Información**

La Ingeniería de la Información considera cuatro niveles arquitectónicos que separan a los datos de los procesos, permitiendo la creación de bases de datos y aplicaciones que son flexibles y facilitan los cambios rápidos y a la mejoras, dando respuesta a las presiones competitivas.

- **Nivel 1 – Nivel de Negocios:** Esto refleja la visión corporativa, puesto que los datos basados en los principios de la planeación estratégica están definidos en todos los niveles administrativos. Los planes de negocios aprovechan estos datos, basados en los términos de planeación, y los eventos organizacionales que procesan éstos datos.
- **Nivel 2 – Nivel Lógico:** Los Términos de planeación basados en la visión corporativa, son utilizados para desarrollar modelos de datos tecnológicamente independientes. Los modelos de procesos, representados por el modelo de negocio, son desarrollados de los modelos de datos, y los eventos de negocios basados en el plan de negocios.

- **Nivel 2 – Nivel Físico:** Los diseños de bases de datos tecnológicamente dependientes, son desarrollados en base a los modelos de datos y procesos. Éstos diseños de bases de datos y los modelos de procesos pertinentes, (representando los modelos de sistemas), sirven de insumo para el diseño de aplicación (que también retroalimenta el diseño de datos).
- **Nivel 4 – Nivel de Plataforma:** El diseño de base de datos es implementado físicamente como base de datos residente en un sistema físico. El código de la aplicación operando en conjunto, implementa el diseño de base de datos y el de aplicación. Las bases de datos pueden ser implementadas y las aplicaciones ejecutadas en plataformas específicas que emplean las mejores tecnologías disponibles en hardware, software y telecomunicaciones.

### 3.1.2.2. IDEF0

Durante los años 70, el programa Integrado para la Manufactura Asistida por Computadora de la USAF, llamado ICAM, buscaba mejorar la productividad de los procesos de fabricación, mediante la aplicación sistemática de la tecnología computarizada. El programa ICAM identificó la necesidad para un mejor análisis, y técnicas de comunicación para la gente involucrada en la mejora de la productividad en la manufactura [FIPS93].

Como resultado, el programa ICAM desarrolló una serie de técnicas conocidas como las técnicas IDEF las cuales incluían las siguientes:

1. IDEF0, utilizada para generar un “modelo funcional”. Un modelo funcional es una representación estructurada de las funciones, actividades o procesos dentro del sistema modelado, o el área de estudio.
2. IDEF1, utilizada para generar un “modelo de información”. Un modelo de información representa la estructura y semántica de la información dentro del sistema modelado, o el área de estudio.
3. IDEF2, utilizada para generar un “modelo dinámico”. Un modelo dinámico representa las características de comportamiento cambiantes a través del tiempo, del sistema objeto de estudio.

El enfoque del *Lenguaje Integrado de Definición 0* (IDEF0) está basado en SADT (Técnica de Análisis y Diseño Estructurado). El IDEF0 puede ser utilizado para modelar una gran variedad de sistemas automatizados y no automatizados. Para sistemas nuevos, IDEF0 puede ser utilizado primero para definir requerimientos y especificar funciones, y luego para diseñar y realizar la implementación que satisface los requisitos y desempeña funciones. Para sistemas existentes, IDEF0 puede ser utilizado para analizar las funciones que el sistema realiza y registrar los mecanismos mediante los cuales se llevan a cabo.

El IDEF0 es una técnica de modelación que también soporta la metodología de Ingeniería de la Información. En 1989 se conformó un grupo de usuarios para establecer una metodología que implementara el enfoque IDEF0 (Nivel cero), que provee un marco de referencia para clasificar la información importante para una organización. El propósito pri-

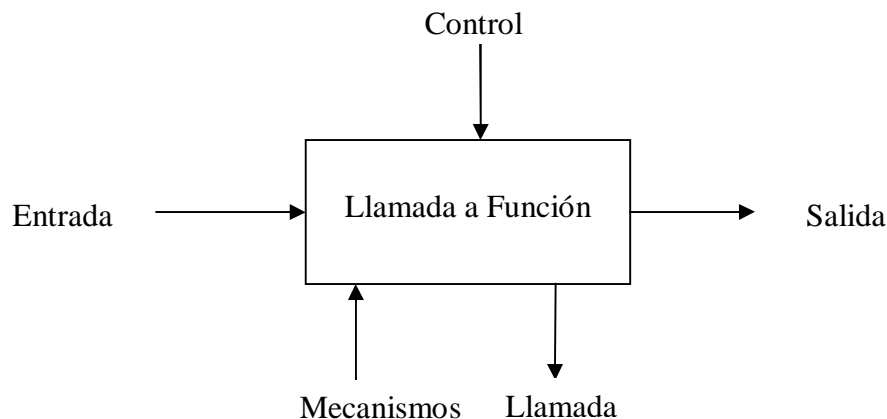
mordial de la aplicación de IDEF0 es la identificación de mejoras en los procesos. Dichas mejoras pueden ser en las áreas de:

- Manuales de Procedimientos y Técnicas
- Calidad de Productos y Servicios
- Automatización de Procesos Industriales y de Manufactura
- Automatización Computarizada y Sistemas de Información
- Métodos de Desarrollo de Sistemas
- Procedimientos del Negocio

La modelación de actividades mediante IDEF0 captura y describe de manera gráfica los pasos específicos, operaciones y elementos de datos requeridos para llevar a cabo una actividad del negocio. Una actividad es un proceso designado, una función, o tarea que ocurre a lo largo del tiempo y tiene un resultado identificable. Las actividades entrantes, salientes, o bien, de enlace, son los factores que cambian a la actividad. Éstos se clasifican en las siguientes categorías:

- Datos de Insumo
- Controles
- Datos de Salida
- Mecanismos que llevan a cabo las actividades

Las interrelaciones entre actividades, son modeladas mediante árboles de nodos. Una actividad puede ser descompuesta en sub-actividades las que pueden ser descompuestas aún a mayor detalle. Los diagramas de contexto y de descomposición son utilizados para proveer una visión global y de descomposición detallada de las actividades. En un programa típico, el alcance y los requerimientos son definidos primero. Luego la información requerida para apoyar a las actividades es recopilada mediante una serie de sesiones de trabajo que incluye a usuario y especialista en sistemas. Estos datos son finalmente capturados en una herramienta automatizada para su documentación.



**Figura 3.1-3** Representación Básica de una Función en IDEF0

### **3.1.3. Ingeniería de Sistemas**

Una definición de Ingeniería de Sistemas es “un enfoque interdisciplinario para organizar todo el esfuerzo técnico para desarrollar y verificar un conjunto integrado de sistemas sociales, de productos, y procesos de solución para la satisfacción de las necesidades del cliente.”[EIA632]

Otra definición de Ingeniería de Sistemas, provista por un Manual de Campo del Ejército de E.E.U.U (1979) es:

“La aplicación selectiva de esfuerzo científico e ingenieril para:

- Transformar una necesidad operativa en una descripción de la configuración del sistema que mejor satisface dicha necesidad de acuerdo con las medidas de efectividad.
- Integrar parámetros técnicos relacionados y asegurar la compatibilidad de todas las interfaces de programa físicas, funcionales y técnicas, de tal manera que se optimiza la definición total del sistema y del diseño.
- Integrar los esfuerzos de todas las disciplinas de la ingeniería y sus especialidades en un esfuerzo de ingeniería total.”

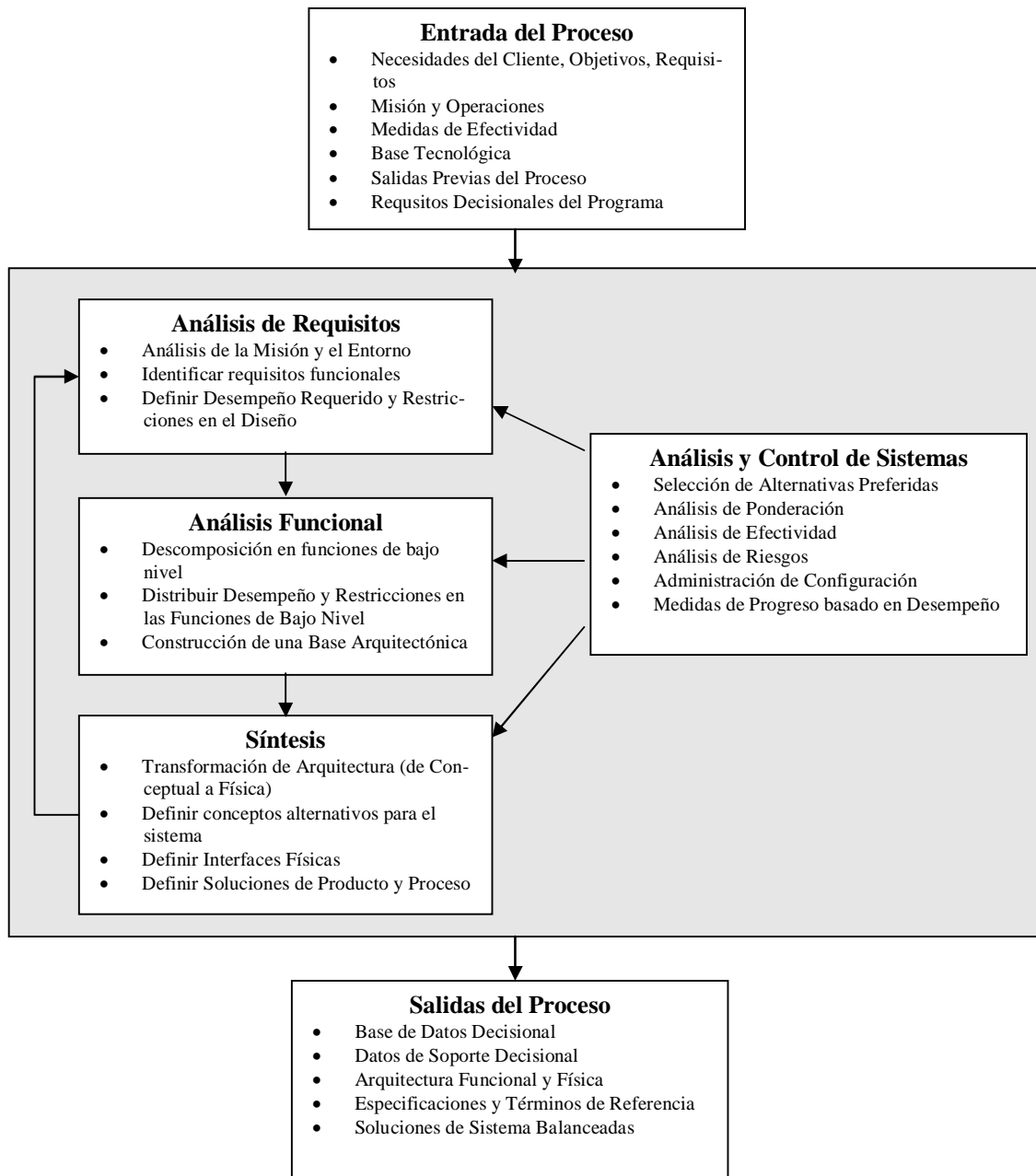
Ambas definiciones tienen el mismo significado práctico, el adoptar una disciplina unificadora para alcanzar el equilibrio efectivo de los elementos del sistema integrándolos en un sistema completo que satisface las necesidades de los clientes. La ingeniería en sistemas, no es por lo tanto, un esfuerzo de una sola fase. Es una actividad esencial a lo largo del ciclo de vida del sistema.

Durante la planeación inicial, la Ingeniería de Sistemas se asegura que la flexibilidad y capacidad de mantenimiento estén incluidas en el diseño del sistema. En los momentos posteriores, esta ayuda a realizar cambios en la implementación, frecuentemente contribuyendo al valor agregado y prolongando el ciclo de vida del sistema.

La aplicación iterativa del proceso de Ingeniería de Sistemas se conforma por cuatro etapas:

1. Análisis de Requisitos
2. Análisis Funcional
3. Análisis y Control de Sistemas
4. Síntesis

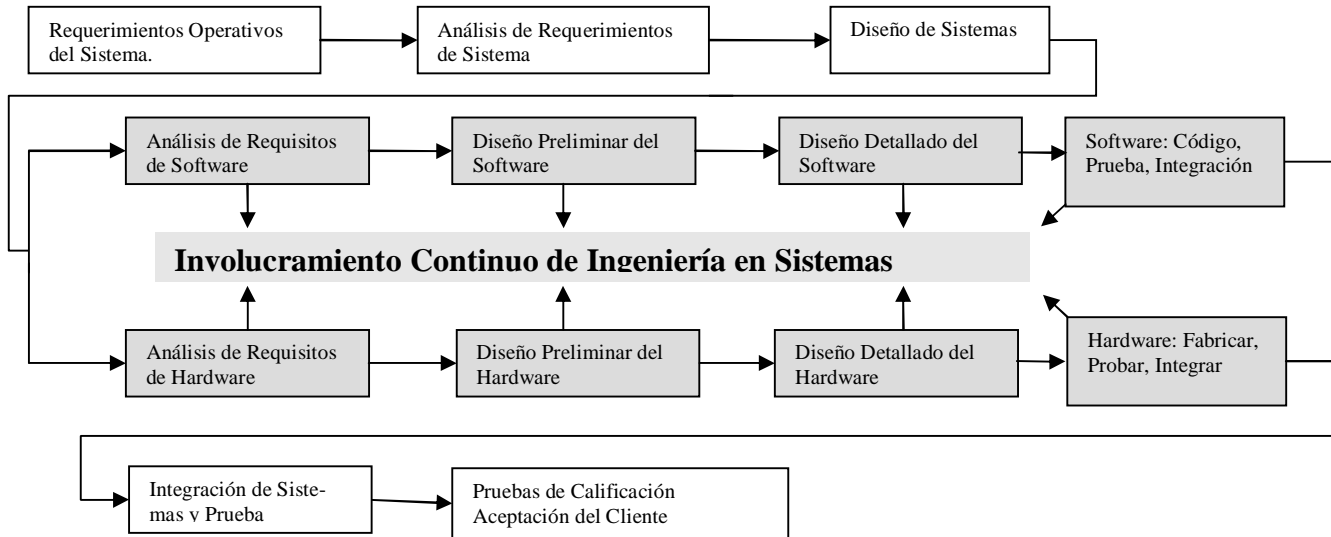
Estas cuatro etapas involucran la aplicación de las herramientas provistas por otras disciplinas como la ingeniería del software, la ingeniería del hardware, y la ingeniería de la información para alcanzar su cometido. La descripción de las metas de cada etapa se encuentra en la figura presentada a continuación:



**Figura 3.1-4** – Proceso de la Ingeniería de Sistemas [USAF2000]

De los componentes de un sistema (personas, productos y procesos), los productos más notables son el software y el hardware. La ingeniería de sistemas los toma en cuenta a ambos, dándoles igual peso en el análisis, ponderación y metodología ingenieril. El nuevo enfoque en la ingeniería de sistemas es tratar a ambos, el software y el hardware de forma concurrente e integrada. Anteriormente, se consideraba al estudio del software como una actividad supeditada al estudio del hardware. Actualmente, se aplican conceptos modernos de ingeniería para el software, equivalentes a los utilizados para el hardware.

La siguiente figura muestra el proceso concurrente que demuestra, como la ingeniería de sistemas integra las actividades de ingeniería de hardware e ingeniería de software.



**Figura 3.1-5** - Relaciones entre Ingeniería de Software, Hardware y de Sistemas [USAF2000]

### 3.1.3.1. Ingeniería de Requisitos

Ingeniería de Requisitos es la identificación, documentación y validación de requerimientos y es una actividad fundamental de todo proyecto de desarrollo [AMBLER2000]. El objetivo fundamental de la Ingeniería de Requisitos (IR) es definir el propósito de un sistema propuesto y revelar las características generales de su comportamiento externo. La fase de Ingeniería de Requisitos no está confinada a la etapa inicial del desarrollo del software, sino que, puesto que los requerimientos son refinados de forma continua, su aplicación es sistemática.

El primer paso del proceso de análisis del sistema afecta a la identificación de la necesidad. La intención es entender los objetivos del producto y definir las metas necesarias para alcanzar esos objetivos.

Durante la identificación de requerimientos, se podrán concebir dos tipos de requerimientos: aquellos que son del giro del negocio, y aquellos que son de naturaleza técnica-operativa. Los primeros se refieren a la funcionalidad y la finalidad organizacional que se desea que brinde la solución. Estos primeros dependen del conocimiento que tienen el cliente y los usuarios finales sobre la organización y sus necesidades. Los segundos de



refieren al ambiente tecnológico específico demandado por los clientes y usuarios. Éstos últimos dependen del nivel de cultura técnica de los clientes y los usuarios.

Las actividades de la IR pueden ser divididas en cinco categorías:

- La Identificación de Requerimientos: El proceso de explorar, adquirir y rectificar los requerimientos del usuario, mediante la discusión con los usuarios y clientes, la introspección, la observación de los sistemas existentes, el análisis de actividad etc.
- El modelado de requerimientos donde los modelos alternativos de un sistema objetivo son elaborados y un modelo conceptual de la empresa, tal y como se vería desde la perspectiva del usuario eventual. Este modelo está orientado a capturar tanto de la semántica del mundo real como sea posible, y es utilizado con la fundación para una descripción abstracta de los requerimientos.
- La especificación de requerimientos, donde varios componentes del modelo son descritos de manera precisa y formalizados para actuar como fundamento para propósitos contractuales entre los clientes y los desarrolladores.
- La validación de requerimientos, donde las especificaciones son evaluadas y analizadas contra características de cabalidad (tales como completitud y consistencia) y propiedades de factibilidad (tales como costos y recursos requeridos)
- La administración de requerimientos, que consiste en al conjunto de procedimientos que asiste al mantenimiento de la evolución de los requerimientos a lo largo del proceso de desarrollo. Éstos incluyen, planeación, capacidad de rastreo, evaluación del impacto de cambio, etc.

La utilización de uno o varios modelos permite integrar de manera conceptual a los elementos identificados durante la recopilación de requerimientos.

El uso de modelos para el análisis técnico bajo cumplimiento de estos criterios, permite obtener mecanismos de medición efectiva de los requisitos de la solución. Ello permite analizar cada requisito mediante indicadores de manera objetiva.

El proceso de modelado de requerimientos, puede requerir en algún momento, de la aplicación de herramientas de ingeniería más avanzadas, tales como herramientas de simulación. En cualquier caso, es importante considerar en el modelado de los requerimientos los siguientes factores [PRESSMAN97]:

1. El modelo debería representar la dinámica del sistema a evaluar de manera tan simple que se pueda entender y manipular, pero de manera tan fidedigna a la realidad operativa que ofrezca resultados.
2. El modelo debería reseñar los factores más relevantes para el problema en cuestión y suprimir con discreción aquellos que no son tan importantes.

3. El modelo debería realizarse de manera muy completa incluyendo todos los factores relevantes, y debería ser fiable en términos de repetición de resultados.
4. El diseño del modelo debería ser tan sencillo que permita resolver el problema con prontitud
5. El diseño del modelo debería incorporar capacidad de modificación o expansión para permitir la evaluación de factores adicionales según se requiera.

El producto final de la ingeniería de requisitos es un documento al que se refiere como Especificación de Requisitos de Software (ERS). Este documento debe ser consistente internamente, así como con la práctica de documentación dentro de la organización, debe ser correcto, y completo en relación con las necesidades del usuario, claro a los usuarios, clientes, diseñadores, y evaluadores, y capaz de servir como base para el diseño y los procedimientos de prueba.

Los errores en la especificación de requerimientos han tenido un serio efecto en los costos del software. Es evidente que la detección temprana y corrección de los problemas potenciales durante el análisis de requerimientos puede subsanar problemas más graves en el futuro, durante las pruebas y el mantenimiento. Hace más de una década, Boehm postuló que al invertir más esfuerzo al inicio en la verificación y validación de los requerimientos de software, y especificaciones de diseño, los proyectos de software pueden obtener beneficios de costos reducidos para la integración y prueba, además de mayor confiabilidad y la capacidad de recibir mantenimiento.

### **3.1.3.2. Estudios de Viabilidad**

El objetivo de la elaboración de un estudio de viabilidad al momento de llevar a cabo el análisis de requisitos, es poder corroborar de manera documental el futuro del proyecto. Para eso se aplican las herramientas pre-operativas que brindan las distintas disciplinas de la ingeniería, orientados hacia la predicción objetiva de riesgos, inversión financiera, y utilización de recursos humanos, materiales y temporales.

De acuerdo a R. Pressman [PRESSMAN97], la viabilidad y el análisis de riesgo están relacionados de muchas maneras: “Si el riesgo del proyecto es alto, la viabilidad de producir software de calidad se reduce”. Durante la ingeniería del software, se concentra la atención en cuatro áreas de interés:

- **Viabilidad Económica:** Una evaluación del costo de desarrollo sopesado con los ingresos netos o beneficios obtenidos del sistema o producto desarrollado. En este ámbito se pueden explotar herramientas financieras: Tasas Internas de Retorno, Valor Actual Neto, Flujos de Efectivos Proyectados, entre otros. Obviamente, los beneficios operativos muchas veces son difícilmente reflejados en un estado de pérdidas y ganancias de forma inmediata, y existen otros indicadores cualitativos que frecuentemente se utilizan (ejemplo, satisfacción del cliente, lealtad del consumidor, etc.). Dependiendo de la institución a la cual se enfoquen los proyectos informáticos, la viabilidad económica no deberá simplemente valorarse en térmi-

nos de Retorno Sobre Inversión, sino que deberá enfocarse a un análisis de socioeconómico de costo/beneficio en términos de impacto.

- **Viabilidad Técnica:** Un estudio de función rendimiento, y restricciones que puedan afectar a la consecución de un sistema aceptable. Aquí es donde juega su papel la selección de plataformas tecnológicas. Puesto que todas las alternativas presentadas deberán al menos satisfacer los requerimientos planteados en la Especificación de Requisitos del Software, ciertamente la implementación física de las soluciones acarrearán ciertas limitantes, que rara vez se identifican con el uso exclusivo de modelos. Esta evaluación deberá ser llevada a cabo por expertos en las limitaciones tecnológicas que podrían presentar las alternativas, bajo las condiciones específicas del proyecto.

La viabilidad tecnológica es frecuentemente el área más difícil de valorar en esta etapa del proceso de ingeniería del producto. Como los objetivos funciones y rendimiento son poco claros, cualquier cosa parece posible si se hacen las suposiciones correctas.

La especificación tecnológica de la solución, que sirve como base para identificar, primero, si existen tecnologías para implementarla, y luego, cuales son las alternativas técnicas disponibles, por lo general es poco clara al realizar un estudio de viabilidad. Por lo tanto, es de suma importancia realizar el mejor esfuerzo metodológico, y valerse de herramientas técnicas, para la identificación clara de los requerimientos.

El análisis técnico empieza con una valoración de la viabilidad técnica del sistema propuesto. ¿Qué tecnologías se requieren para lograr el funcionamiento y rendimiento del sistema? ¿Qué nuevos materiales, métodos, algoritmos, o procesos se necesitan y cuál es su riesgo de desarrollo? ¿Cómo afectarán éstos aspectos tecnológicos a los costes?

- **Viabilidad Legal:** Determinar cualquier infracción, violación o responsabilidad legal en que se podría incurrir por el desarrollo del sistema. Éstos considerandos son de suma importancia en el ámbito estatal, donde muchos sistemas sirven como unidades de regencia para las normativas establecidas en el marco legal (restricciones legales en el uso de la información, nivel de calidad requerido para el manejo de la información, condicionantes de tipo legal-financiero etc.) Además también se deben considerar otros aspectos legales propios de la implementación del sistema, como el uso de herramientas y software en torno a trámites de licenciamiento, leasing, alquiler del software y las restricciones impuestas por el fabricante, o por políticas internacionales, que restrinjan de alguna manera la disponibilidad de herramientas de desarrollo.
- **Viabilidad Operativa:** La evaluación de índole institucional, en cuanto a la aceptación del proyecto de parte de los beneficiarios y otros funcionarios de la organización. Esto incluye también un estudio del impacto requerido para que la institu-

ción de una acogida a la solución, la utilización de ejecutivos clave para el apoyo al proyecto. Además se debe considerar el nivel de aprovechamiento que los beneficiarios podrían recibir de ser adoptada una solución informática.

- **Alternativas:** Una evaluación de los enfoques alternativos al desarrollo del sistema o producto. Para esto es útil definir términos de referencia que permitan describir a la vez los beneficios a la luz de las distintas alternativas. También es importante justificar de manera objetiva los recursos necesarios para realizar una alternativa específica, y definir cuales factores tienen mayor relevancia en la selección de las alternativas. Efectivamente, las alternativas deben retomar los objetivos perseguidos, un factor de ponderación para cada uno, y una evaluación documental que describe que tan bien la alternativa considerada satisface estos objetivos.

### 3.1.3.3. *Análisis de Riesgos*

Aunque ha habido amplios debates sobre la definición adecuada para riesgo de software, y en general de cualquier proyecto informático, hay común acuerdo en que el riesgo siempre implica dos características [PRESSMAN97]:

- **Incertidumbre:** El acontecimiento que caracteriza al riesgo puede o no puede ocurrir; Por ejemplo, no hay riesgo de un 100% de probabilidad.
- **Pérdida:** Si el riesgo se convierte en una realidad, ocurrirán consecuencias no deseadas o pérdidas.

La adquisición de software y el desarrollo del mismo son dos de los retos más riesgosos de esta era. Los factores de riesgo siempre están presentes (y son inevitables), y pueden impactar negativamente el desarrollo, adquisición o mantenimientos de los productos. Si se ignoran éstos factores, ellos pueden llevar todo proyecto al desastre. El triunfo en la adquisición tecnológica requiere de la evaluación, control y reducción de riesgos de forma sistemática.

Cuando se analizan los riesgos es importante cuantificar el nivel de incertidumbre y el grado de pérdidas asociado a cada riesgo. Para hacerlo, se consideran diferentes categorías de riesgos.

Los *riesgos de proyecto*, amenazan el plan de proyecto. Es decir que si se hacen realidad, es probable que la planificación temporal del proyecto se retrase y los costos aumenten. Los riesgos de proyecto identifican los problemas potenciales de presupuesto, planificación temporal, personal, recursos, cliente y requisitos y su impacto en un proyecto.

Los *riesgos técnicos* amenazan la calidad y la planificación temporal del software que hay que producir o adquirir. SI un riesgo técnico se transforma en realidad, la implementación puede llegar a ser muy difícil o imposible. Los riesgos técnicos identifican pro-

blemas potenciales de diseño, implementación, de interfaz, verificación y mantenimiento. Además, las ambigüedades de especificaciones, incertidumbre técnica, técnicas anticuadas y Tecnologías de Punta son también factores de riesgo. Los riesgos técnicos ocurren porque el problema es más difícil de resolver de lo que se espera.

Los *riesgos del negocio* amenazan la viabilidad del software a construir. Los riesgos del negocio a menudo ponen en peligro el proyecto o el producto. Los cinco principales tipos de riesgos del negocio son: producir buenos productos que no se requieren, construir un producto que no cabe en la estrategia de la compañía, construir un producto que no se sabe vender, perder el apoyo de una gestión experta debido a un cambio de enfoque o a un cambio de personal, y perder el presupuesto o personal asignado. Aunque no siempre se pueden categorizar de forma tan sencilla, también es válido mencionar que otros riesgos son imposibles de predecir.

La identificación del riesgo es un intento sistemático para especificar las amenazas al plan del proyecto. Identificando los riesgos conocidos y predecibles, el gestor del proyecto da un paso adelante para evitarlos cuando sea posible y controlarlos cuando sea necesario.

Existen riesgos genéricos, que se conocen de forma imprecisa, pero es posible identificar su presencia en todos los proyectos, y riesgos específicos, que requiere de una visión experta, con suficiente habilidad en el uso de las técnicas de ingeniería.

Un método eficaz para identificar riesgos es crear una Lista de Comprobación de Elementos de Riesgo. La lista de comprobación se puede utilizar para identificar riesgos y se enfoca en un subconjunto de riesgos conocidos y predecibles en las siguientes subcategorías genéricas [PRESSMAN97]:

- **Tamaño del Producto:** Riesgos asociados con el tamaño general del software a construir o modificar.
  - Se utilizan métricas de estimación en líneas de código o puntos de función
  - Se evalúa la confiabilidad de las estimaciones
  - El número de usuarios
  - La carga de Información que administrará el software
  - Cambios Previstos
  - Reutilización.
- **Impacto en el Negocio:** Riesgos asociados con las limitaciones impuestas por la gestión o el mercado.
  - Efecto en los Ingresos
  - Viabilidad para Gestores Expertos
  - Confiabilidad de las Estimaciones Temporales
  - Consistencia de los Requisitos de Usuario
  - Productos con los que requiere Interoperatividad
  - Sofisticación del Usuario Final
  - Cantidad y Calidad de la Documentación al Cliente
  - Limitaciones Gubernamentales en la Construcción del Producto

- Costos Asociados por Retraso
- Costos Asociados por Defecto
- **Características del Cliente:** Riesgos asociados con la sofisticación del cliente y la habilidad del desarrollador para comunicarse con el cliente en los momentos oportunos.
  - Familiaridad con el Cliente
  - Dominio formal del Cliente sobre el problema
  - Disponibilidad de Tiempo del Cliente
  - Disponibilidad para Calidad de Comunicación del Cliente
  - Disponibilidad para Participar en el Proceso
  - Sofisticación en el área del Producto
  - Comprensión del Proceso del Software
- **Definición del Proceso:** Riesgos asociados con el grado de definición del proceso del software y su seguimiento por la organización de desarrollo.
  - Apoyo normativo del seguimiento de un proceso de parte de expertos.
  - Descripción escrita del proceso del software
  - Familiaridad con el proceso
  - Nivel de Capacitación Técnica en el proceso de parte de los directivos
  - Calidad de Documentación de las Revisiones Técnicas
  - Evaluación de Estándares
  - Mecanismo de Control de Cambios
  - Declaración de Trabajo y Plan de Desarrollo a nivel de Subcontratación
  - Procedimiento formal para el seguimiento y revisión de las subcontrataciones.
  - Métodos de Análisis de Requisitos
  - Tipo de Lenguaje, y nivel de adopción y familiaridad con el Mismo
  - Métodos para el diseño arquitectónico
  - Herramientas de Planificación
  - Herramientas para la creación de Prototipos
  - Herramientas de Modelación par Análisis y Diseño
  - Herramientas para el soporte de pruebas
  - Creación de Casos de Prueba de Forma Sistemática
  - Herramientas de Software para la producción y gestión de la documentación
  - Métricas de Calidad para los proyectos
  - Métricas de Productividad para los proyectos
- **Entorno de Desarrollo:** Riesgos asociados con la disponibilidad y calidad de las herramientas que se van a emplear en la construcción del producto.
  - Disponibilidad de Herramientas de Gestión de Proyectos Informáticos
  - Disponibilidad de Herramientas de Gestión de Procesos
  - Disponibilidad de Herramientas para el Análisis y el Diseño.
  - Disponibilidad de Compiladores, e Interfaces de Desarrollo.
  - Disponibilidad de Herramientas de Prueba
  - Disponibilidad de Herramientas para la Gestión de Configuración
  - Nivel de Integración de las Herramientas

- **Tecnología a Construir:** Riesgos asociados con la complejidad del sistema a construir y la tecnología de punta que contiene el sistema.
  - Nueva Tecnología Para la Organización
  - Demanda del Cliente para la creación de nuevos algoritmos
  - Demanda del Cliente para la utilización de nuevas tecnologías E/S
  - Interacción del Software con Hardware Nuevo o No Probado
  - Interacción del Software con Productos de Software no Probados
  - Demandan los Requisitos una interfaz de usuario especial
  - Demandan los Requisitos de un nuevo estilo de programación
  - Demandan los Requisitos el empleo de nuevos métodos de análisis, diseño, o pruebas
  - Demandan los Requisitos el empleo de técnicas no convencionales (redes neurales, métodos formales, enfoques de IA)
  - Factibilidad de los Requerimientos del Usuario
- **Tamaño y Experiencia de la plantilla:** Riesgos asociados con al experiencia técnica y de proyectos de los ingenieros del software que van a realizar el trabajo.

Otro concepto importante dentro de la administración de riesgos, es la Taxonomía de los Riesgos del Software. Dicha taxonomía modela tres áreas de interés: La Ingeniería del Producto, el Entorno de Desarrollo, y las Restricciones del Programa o Proyecto. A continuación se presenta una distribución de bajo nivel de dicha taxonomía:

<b><u>Ingeniería del Producto</u></b>	<b><u>Entorno de Desarrollo</u></b>	<b><u>Restricciones del Proyecto</u></b>
<b>Requerimientos</b>	<b>Proceso de Desarrollo</b>	<b>Recursos</b>
Estabilidad	Formalidad	Calendario
Compleitud	Aptitud	Staff
Claridad	Control del Proceso	Presupuesto
Validez	Familiaridad	Instalaciones
Factibilidad	Control del Producto	<b>Contrato</b>
Precedentes	<b>Sistema de Desarrollo</b>	Tipo de Contrato
Escala	Capacidad	Restricciones
<b>Diseño</b>	Aptitud	Dependencias
Funcionalidad	Idoneidad para el Uso	<b>Interfaces del Proyecto</b>
Dificultad	Familiaridad	Cliente
Interfaces	Confiabilidad	Contratistas Asociados
Desempeño	Soporte del Sistema	Subcontratistas
Capacidad de Prueba	Capacidad de Entrega	Contratista Principal
Restricciones Físicas	<b>Proceso Administrativo</b>	Administración Corporativa
Software para Actividades distintas al Desarrollo	Planeación	Vendedores
<b>Codificación y Pruebas</b>	Organización de Programa	Políticas
Factibilidad	Experiencia Administrativa	
Pruebas	Interfaces del Programa	
Codificación	<b>Métodos de Administración</b>	

Implementación	Monitoreo	
<b>Pruebas e Integración</b>	Administración de Personal	
Entorno	Aseguramiento de la Calidad	
Producto	Administración de Configuración	
Sistema		

**Tabla 3.1-1** – Taxonomía de Riesgos del Software

Con el conocimiento apropiado sobre ésta taxonomía de riesgos, la cual puede adoptarse tanto para el software como el hardware, se puede explotar utilizando la técnica de los cuestionarios basados en taxonomía (*Taxonomy Based Questions: TBQ*). Un ejemplo de ésta técnica se muestra a continuación:

#### A. Ingeniería del Producto

##### a. Requerimientos

##### i. Estabilidad

[1][¿Los requerimientos continúan variando a medida que el producto final se está elaborando?]

(NO) (1.a) ¿Cuál es su efecto en el sistema?

Calidad

Funcionalidad

Calendario

Integración

Diseño

Pruebas

[2] ¿Están cambiando las interfaces externas?

La técnica del TBQ produce mejores resultados cuando se administra por un equipo independiente y cuando quienes lo responden están en sesiones de grupo. Se puede obtener mayor información en las referencias [USAF2000].

### **3.1.4. Ingeniería del Software**

El concepto de Ingeniería del Software para Bauer en [PRESSMAN97] se define como: el establecimiento de los principios y métodos de la ingeniería a fin de obtener software de modo rentable que sea fiable y trabaje en máquinas reales. No obstante, existen muchas otras definiciones, por lo general, siendo complementarias en su descripción de la naturaleza de disciplina de la ingeniería. Otra definición muy conocida, elaborada por el IEEE, se presenta como: el estudio y aplicación de enfoques sistemáticos, disciplinados y cuantificables al desarrollo, operación, y mantenimiento del software.

También, cabe mencionar la meta primaria de cualquier esfuerzo de ingeniería de software: “Que la solución informática corresponda con las necesidades de los usuarios mediante la satisfacción de los requerimientos establecidos.”[USAF2000] No obstante, es impor-



tante considerar, que el cambio es constante en el ciclo de vida de la ingeniería del software, para lo cual han establecido seis metas fundamentales de ingeniería [PRESSMAN97]:

- **Funcionalidad:** Si el software no provee una solución a las necesidades de los usuarios, no tiene un propósito. La funcionalidad del software es su meta primaria. Si no se satisface, el resto de las metas son triviales.
- **Capacidad de Soporte:** Corresponde a la habilidad de realizar mantenimiento, extensión, actualización u otros cambios en el software. Tanto los factores evolutivos y del entorno, así como la falibilidad intrínseca de todo producto, apuntan hacia la necesidad de cambio en el software. Si no es posible realizar esto al menor costo/esfuerzo posible y sin incrementar significativamente la complejidad del diseño original, no se satisface esta meta. Para poder dar soporte a un sistema, todas las decisiones explícitas e implícitas del diseño que comprometen a la solución deberán respetarse.
- **Confiabilidad:** Éste es un factor determinante de la calidad del sistema, y una meta crítica cuando el costo de fallos es alto. Se define como la probabilidad de que el software del sistema opere sin fallos bajo condiciones especificadas de uso. Esta debe ser incluida desde el inicio, durante la concepción, diseño y desarrollo, y también en los procesos de recuperación. El propósito del software bien construido es ser 100% confiable.
- **Seguridad:** Un atributo muy ligado a la confiabilidad, que refleja la garantía de que el sistema no fallará bajo condiciones operativas adversas. Igual que con la meta anterior esta debe ser enfocada desde la planeación del software. Puesto que el software es falible debido a factores humanos, es siempre importante incluir en el diseño características de seguridad preventiva que sirvan de garantía ante los fallos. Éstos componentes adicionales deben reflejarse en los costos, calendarización y estimados de recursos.
- **Eficiencia:** Esta meta refleja el uso óptimo de recursos críticos, tales como ciclos de procesador o áreas de memoria. La eficiencia es un requisito de desempeño que debe ser considerado desde el levantamiento y análisis de requerimientos. La eficiencia también se ve influenciada durante la fase de implementación, donde el mejor enfoque puede ahorrar una cantidad significativa de recursos. Lo importante es considerar los siguientes puntos al analizar la eficiencia:
  1. El Software debería ser tan eficiente como se requiera, no tan eficiente como sea posible.
  2. Un buen diseño puede mejorar la eficiencia
  3. La eficiencia del código y la claridad del mismo van de la mano, y no debe ser sacrificada para realizar mejoras innecesarias en el desempeño.

Las restricciones en el uso de los recursos de memoria no equivalen en términos de eficiencia al uso de la menor cantidad de memoria. Irónicamente, se ha demostrado a través de la práctica que el software requiere tanta memoria como esté disponible. No obstante también es importante considerar otro principio: “La clave hacia un software bien construido con alta eficiencia en la memoria, es mantenerlo simple”.

Existen dos tipos de eficiencia de los procesos de Entrada/Salida, la externa y la interna. La Eficiencia E/S externa se mide con la interfaz del usuario. Las entradas desde y las salidas hacia el usuario son eficiente cuando la información utilizada es comprensible. La Eficiencia E/S interna mide los flujos E/S entre dispositivos dentro del mismo sistema, o entre módulos de software del mismo sistema.

- **Comprensibilidad:** La comprensibilidad es una meta importante para el manejo de la complejidad. Es el vínculo entre la definición del problema y la solución correspondiente. Para que el software sea comprensible, éste debe reflejar una visión natural del mundo. Alcanzar esta meta involucra producir una solución al problema definido en la forma de una arquitectura comprensible y efectiva. Lograr dicha estructura en el software, es vital para que pueda ser también eficiente, confiable y capaz de recibir soporte.

Diferentes factores hacen que el software sea comprensible. El software bien construido es legible como resultado de buenos procedimientos de codificación y documentación. Además el software bien construido, refleja un modelo preciso y comprensible del mundo real. La comprensibilidad se logra cuando las estructuras de datos (u objetos) y los algoritmos (operaciones) en la solución son discernibles. La comprensibilidad también depende del lenguaje de programación seleccionado para expresar la solución [USAF2000].

Primero, es importante tomar en cuenta los enfoques. Puesto que para otros procesos ingenieriles, es importante considerar tanto el producto como el proceso de obtención, la ingeniería del software no es la excepción. Generalmente, se considera que el producto de la labor disciplinada de ingeniería deberá satisfacer el fin para el cual fue elaborado de la mejor manera posible. Y además, se concibe, que el proceso bajo la gestión de ingeniería, deberá aprovechar óptimamente los recursos, y realizarse en tiempo y forma, tal cual como fue planificada.

Segundo, le gestión de la calidad promulga que la buena calidad del producto es función de la correcta aplicación de principios de ingeniería y calidad en el proceso de producción. Por tanto, en esta parte dedicada a la ingeniería del software se tratará de considerar al proceso como el único móvil para obtener un buen producto.

Claramente, es difícil ser más específico sobre lo que deberá representar un buen producto, más que indirectamente, mediante sus atributos de calidad\*. Así pues, se considerará la calidad del software en una segunda parte, en torno a los atributos que deberán enfo-

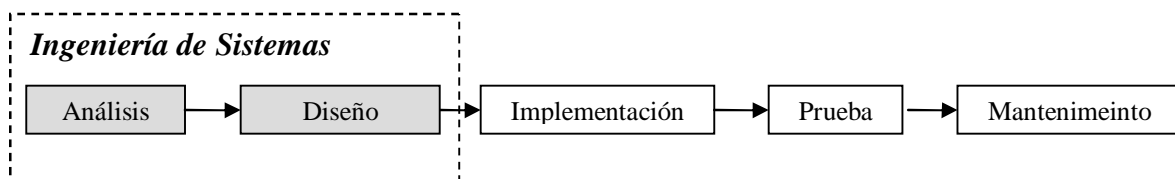
carse a la satisfacción de sus usuarios. Sin embargo, es siempre necesario considerar a la calidad como resultado de un proceso, y por tanto los modelos de calidad (ISO-9000) y de madurez del software (CMM) enfatizan al proceso sobre el producto.

### 3.1.4.1. *Proceso del Software*

Un proceso de software se puede caracterizar mediante un Marco Común de Proceso, definiendo el conjunto de actividades aplicables a cualquier proyecto de software sin importar su tamaño o complejidad [PRESSMAN97]. Dentro de éstas actividades – nombradas de manera distinta, quizá, por diferentes modelos de procesos – se consideran ciertos hitos, o entregas que permiten identificarle, dada la naturaleza de sus productos.

Aquí se consideran cuatro de los paradigmas de procesos más representativos, que se utilizan en la industria. Es importante aclarar, que existen muchos otros modelos de procesos, los cuales son definidos de forma más específica, y pueden ser o no, enfocados hacia ciertas áreas de la industria, o a ciertos proyectos de naturaleza peculiar.

El paradigma más utilizado, es el del modelo lineal secuencial, en el cual se consideran las actividades generales dispuestas en forma secuencial tal como se muestran en la siguiente figura.



**Figura 3.1-6** Modelo Lineal Secuencia (o en Cascada)

El Análisis y el Diseño, son de particular relevancia en el ámbito de la ingeniería de sistemas, pues por lo general, esta última brindará un estudio de los recursos relacionados con el software (hardware, entorno social etc.)

- **Análisis de los requisitos del software**

El proceso de reunión de requisitos se intensifica y se centra especialmente en el software. El ingeniero del software debe comprender la cantidad de información del software, debe comprender la función requerida, comportamiento, rendimiento e interconexión de las partes de la empresa, para comprender y determinar el tipo de programas que necesita la empresa.

- **Diseño**

El diseño es un proceso que se centra en cuatro atributos distintos de un programa: estructura de datos, arquitectura de software, representaciones de interfaz y detalle procedural (algoritmo).

- **Implementación**

El diseño se debe traducir en una forma legible por la maquina, es decir, un lenguaje de programación.

- **Pruebas**

Una vez que se ha generado un código se inician las pruebas del programa. Las pruebas se centran en los procesos lógicos internos del software, asegurando que todas las sentencias se han comprobado, y en los procesos externos funcionales, es decir, se realizan pruebas con diferentes casos, problemas de la vida real, para detectar la si todavía existen errores lógicos internos y para determinar el grado de confiabilidad del programa.

- **Mantenimiento**

El software sin duda alguna sufrirá cambios al ser entregado al cliente, es decir, al ser instalado y empezar a realizar sus funciones, siempre se le detectan ciertos errores, ya sea por que el software se tiene que adaptar a su medio externo, o por que el cliente desea realizar ciertos ajustes y mejoras para un mejor funcionamiento dentro de la empresa.

Otro paradigma muy común es el de prototipos. Este paradigma inicia con la recolección de requisitos, el programador y el cliente definen los objetivos globales para el software analizan los requisitos y encuentran las áreas del esquema en donde es obligatorio mas definición.

Entonces aparece un "diseño rápido". Este diseño se especifica en los aspectos del software que serán visibles para el usuario/cliente.

El diseño rápido lleva a la construcción de un prototipo. Éste entra a prueba para ser evaluado por el cliente/usuario y se utiliza para refinar los requisitos de software a desarrollar. Con este prototipo se logra ver si las necesidades del cliente se satisfacen y a la vez permite el programador comprender mejor lo que se necesita hacer. Luego de haber cumplido su función es necesario desecharlo por que éste puede ser demasiado lento, demasiado grande, o torpe en su uso, o las tres a la vez. No hay alternativa sino comenzar de nuevo y construir una versión rediseñada en la que se resuelvan estos problemas.

Existen ciertos problemas para la construcción del prototipo, más que todo relacionados con el cliente:

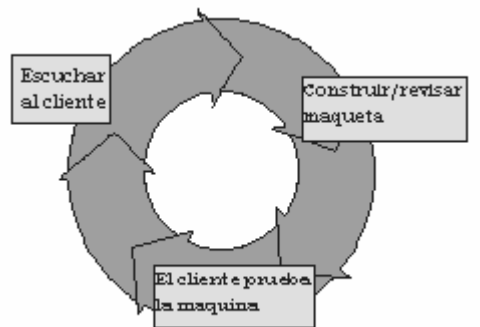
- 1- El cliente ve lo que parece ser una versión de trabajo del software sin saber que con la prisa de hacer que funcione no se ha tenido en cuenta la calidad de éste o la facilidad de mantenimiento a largo plazo. Cuando la función del prototipo ya se cumplió y el programador informa al cliente que se va a desear y construir otro con los debidos niveles de calidad, el cliente no lo entiende y pide que se le hagan ciertos ajustes para que el prototipo pase a ser el producto final.

- 2- El programador a menudo hace compromisos de implementación para hacer que el prototipo funcione rápidamente debido a esto el desarrollador puede llegar a utilizar un sistema operativo o lenguaje de programación inadecuado, luego de algún tiempo, el desarrollador debe familiarizarse con estas selecciones y olvidarse de las razones por las que son inadecuadas y al final dicha selección pudo haber sido la menos ideal para el sistema.

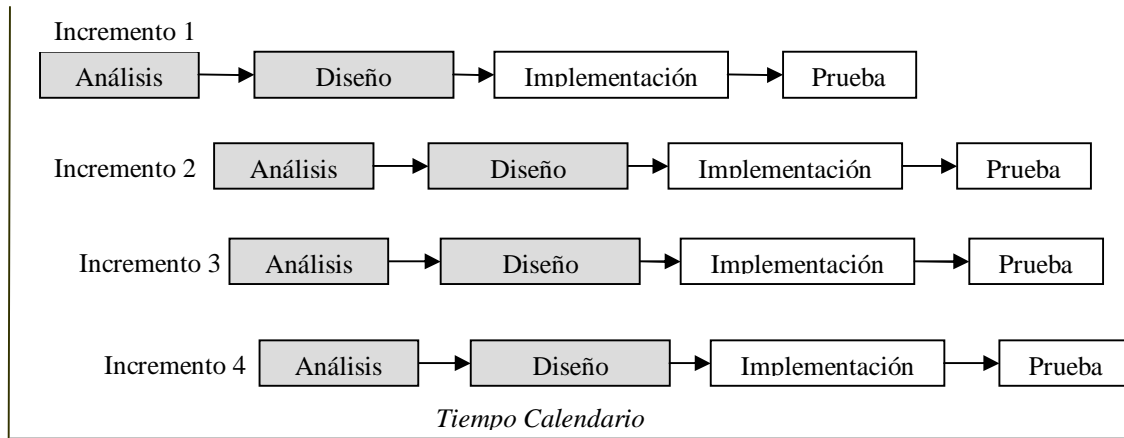
La construcción de prototipos puede ser un paradigma efectivo para la ingeniería del software, la clave está en que el cliente y el desarrollador deben definir desde un principio, que el prototipo se construirá solamente como un mecanismo de estudio del sistema luego de su objetivo se descartará y se realizará el programa final ya con una visión hacia la calidad y la facilidad de mantenimiento.

No obstante, las deficiencias encontradas en el modelo lineal secuencial (o en cascada) pueden ser resueltas por un proceso evolutivo, conocido como paradigma evolutivo, el cual también es implementado en el paradigma de espiral.

El modelo evolutivo permite el desarrollo del software de forma incremental. La ingeniería de sistemas se aplica durante el primer incremento y sus resultados se ven reflejados en el resto de los incrementos. Cada incremento representa un proceso secuencia a escala que incluye todas las etapas (análisis, diseño, implementación y prueba):



**Figura 3.1-7** – Modelo de Construcción de Prototipos



**Figura 3.1-8** – Modelo Incremental del Proceso del Software

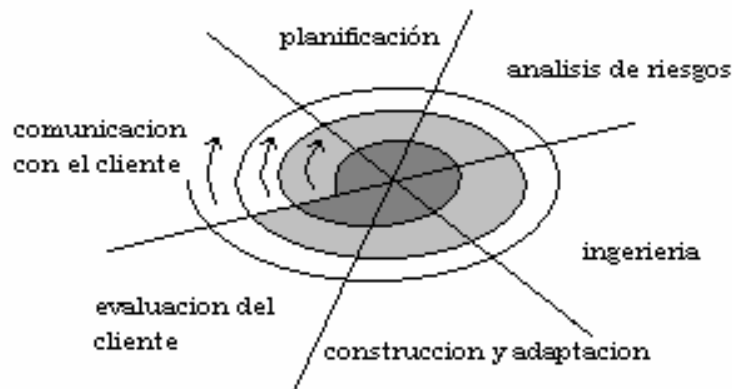
Los resultados de cada fase incremental sirven como parámetros para planear el incremento siguiente. El principio de este modelo está fundamentado en el modelo de análisis (divide y vencerás) y el de prototipos. No obstante, como tal, no se elaboran prototipos, pues el producto de cada Incremento se considera una entrega parcial del sistema.

El paradigma en espiral es un modelo de proceso de software evolutivo que mezcla la interactividad de construcción de prototipos con los aspectos controlados y sistemáticos del paradigma de ciclo de vida.

En este modelo, el software se va desarrollando en varias versiones incrementales. Durante las primeras iteraciones, la versión podría ser un prototipo o un modelo en papel, luego se va haciendo cada vez más complejo hasta llegar a producir versiones completas de ingeniería del sistema.

El paradigma en espiral se divide en diferentes actividades estructurales, también llamadas *regiones de tareas*, que generalmente son entre tres y seis regiones.

La siguiente figura representa uno de seis regiones:



**Figura 3.1-9** – Modelo de Proceso en Espiral

- **Comunicación con el cliente:** Se especifican las tareas requeridas entre el desarrollador y el cliente.
- **Planificación:** Se definen los recursos, el tiempo y otras informaciones requeridas para el proyecto.
- **Análisis de riesgo:** Se evalúan los riesgos técnicos y de gestión.
- **Ingeniería:** Se construyen una o más representaciones de la aplicación.
- **Construcción y adaptación:** Las tareas requeridas para construir, probar, instalar y proporcionar soporte al usuario.
- **Evaluación del cliente:** Se obtiene la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software creadas durante la etapa de ingeniería e implementada durante la etapa de instalación.

Cada una de las regiones está poblada por una serie de tareas que se adaptan a las características del proyecto que se va a realizar.

El modelo en espiral es un enfoque realista del desarrollo de sistemas y de software a gran escala. Como el software va evolucionando, conforme se va avanzando en la creación, el desarrollador y el cliente comprenden y reaccionan de manera mejor ante cualquier riesgo que aparezca en cada uno de los niveles evolutivos.

En este modelo se puede implementar en cualquier nivel el enfoque de construcción de prototipos, que sirve como mecanismo de reducción de riesgos, al mismo tiempo que se lleva un enfoque sistemático de los pasos sugeridos por el paradigma de ciclo de vida, incorporándolo al marco de trabajo interactivo que refleja de forma más realista el mundo real.

Al igual que otros paradigmas éste tiene sus percances:

- Puede resultar difícil para convencer a grandes clientes de que el enfoque evolutivo es controlable.
- Requiere una considerable habilidad para la evaluación del riesgo y es imprescindible esta habilidad para el éxito.
- El modelo en si mismo es relativamente nuevo y no se ha utilizado tanto como los paradigmas anteriores.

No obstante, en cuanto al riesgo se refiere el proceso en espiral es más completo, pues permite evaluar de manera continua la viabilidad de proseguir con el proyecto, es decir,

de continuar con la siguiente iteración tomando como base el conocimiento sobre la iteración anterior.

A diferencia del modelo incremental simple, el paradigma en espiral realiza la correspondencia entre cada iteración con un enfoque propio del proceso de conocimiento sobre el problema y la solución. Esto es lo que se ha implementado actualmente en el Proceso Unificado y específicamente en el *Rational Unified Process*<sup>®</sup>. Éste último es un proceso propietario elaborado por Rational Corporation, y está considerado como uno de los mejores en términos de la calidad de documentación, y la adopción de mejores prácticas para el desarrollo de software, específicamente en la metodología de análisis y diseño orientada a objetos.

### **3.1.4.2. Calidad del Software**

El concepto de la calidad del software ofrece un sinnúmero de connotaciones y apreciaciones de diversos expertos en la industria. Entre las definiciones más aceptadas están [SCH&MAC99]:

- La composición de todos los atributos que describe el grado de excelencia de un sistema de computadoras.
- El grado al cual un producto de software posee un conjunto específico de atributos necesarios para satisfacer un propósito establecido.
- La totalidad de funcionalidad y características de un producto de software que reflejan su habilidad de satisfacer las necesidades predefinidas así como las implícitas.

Existen al igual, muchas posturas sobre el énfasis que debe de adoptarse en el software para alcanzar la calidad. La proposición de Humphrey es de que la calidad del software es mejor alcanzada mediante el énfasis en la satisfacción del cliente. Un programa correcto desde el punto de vista lógica es esencial, pero no es suficiente para adquirir la calificación de que el software es fiable.

La postura de James Dobbins, colaborador del Manual de Aseguramiento de la Calidad del Software [SCH&MAC99]:

A Diferencia de los sistemas de Hardware, el Software no está sujeto al desgaste o a roturas. Por tanto, su utilidad a través del tiempo permanece constante desde su condición de entrega. El Aseguramiento de la calidad del software es un esfuerzo para mejorar esa calidad de entrega.

Aquí se introduce pues, la actividad relacionada con la promoción de la calidad del software es el Aseguramiento de la Calidad del Software – SQA por sus siglas en inglés. Este concepto, al igual que el de la calidad del software también ofrece muchos puntos de vista. Una visión complementada de SQA es la siguiente:



El aseguramiento de la calidad del software involucra el aseguramiento sobre procesos así como sobre productos. Así pues, el giro del SQA debe ser asegurar que los proyectos de software satisfagan sus compromisos hacia tanto los procesos como los productos [SCH&MAC99].

Es importante mencionar, que en la selección tecnológica (que involucra una visión sistémica de las necesidades) se deben considerar tanto el software como el hardware. En los proyectos informáticos de soluciones de software, se considera en general que la decisión sobre el hardware está supeditada a la decisión en cuanto al software. No obstante, el aseguramiento de la calidad del software, tal como se menciona, que se satisfará hasta en el momento de la entrega, deberá de ir acompañado de un aseguramiento de la calidad de la infraestructura de hardware, pues este factor es determinante en cuanto a la fiabilidad de la solución entregada.

### **A. *Madurez del Proceso del Software***

Existe un fuerte vínculo entre la calidad del software y el proceso utilizado para su desarrollo. La calidad del software como producto depende mucho de la calidad en el proceso para desarrollarlo. Si el proceso en uso por un departamento de desarrollo no está bien definido y organizado, la calidad de sus productos de software no puede ser predicha ni repetible de proyecto a proyecto. La relación de la calidad del software con el grado de definición del proceso ha sido caracterizada por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) de la Universidad de Carnegie Mellon en un Modelo de Capacidad de Madurez (CMM). Cinco niveles de madurez son descritos por el CMM. No obstante, en la realidad el modelo es aplicable a diferentes condiciones del producto de software:

- El Producto de Software elaborado mediante un Proceso de Desarrollo dentro de la Institución. El documento se refiere como SW-CMM, y se presentará en esta sección.
- El Producto de Software obtenido mediante un Proceso de Adquisición de Software, y se define mediante un documento llamado SA-CMM el cual se presentará en la siguiente sección.

El estudio de ambas situaciones es importante, y aunque en esta investigación se hace un énfasis en la definición de una plataforma tecnológica (que por lo general se establece con productos adquiridos de terceros), se consideran también las condicionantes propias del desarrollo de soluciones en la institución, puesto que por lo general las alternativas oscilan en un gradiente, desde un software construido completamente “en casa”, hasta un software construido completamente fuera (y por tanto, solo fue adquirido).

Para el SW-CMM los cinco niveles del software se definen como sigue:

- **Nivel 1 – INICIAL:** Caótico, ad hoc. Existen pocos, si acaso existen, procedimientos organizados dentro de la organización de desarrollo. Ni siquiera los pro-

cedimientos más rudimentarios para planeación de proyectos o administración existen, ni es probable de que exista un proceso de administración de configuración o aseguramiento de la calidad. El éxito de los proyectos de desarrollo es muy dependiente de individuos clave.

- **Nivel 2 – REPETIBLE:** El proceso de desarrollo es intuitivo, en vez de estar documentado; No obstante, los procedimientos para planeación de proyectos y administración, administración de configuración y aseguramiento de calidad existen y se implementan.  
No obstante, el éxito de los proyectos es aún dependiente de los individuos claves, y no del proceso. En momentos de crisis, los procedimientos establecidos tienden a ser abandonados.
- **Nivel 3 – DEFINIDO:** Las herramientas y los procedimientos para el desarrollo del software existen y son implementados. Los procesos están documentados y son seguidos para todos los proyectos. Cuando se encara una crisis, la organización continúa utilizando el proceso definido.
- **Nivel 4 – ADMINISTRADO:** Un mínimo de métricas básicas del proceso han sido establecidas. Una base de datos del proceso y los recursos para administrarla también han sido establecidos. Los recursos para recuperar y mantener los datos han sido establecidos. Las métricas del proceso son utilizadas para tomar acciones correctivas y establecer metas de calidad para los productos.
- **Nivel 5 – OPTIMIZADO:** Las métricas del proceso son consideradas e introducidas en la base de datos del proceso. La base de datos del proceso es utilizada para refinar y optimizar los procesos de desarrollo, evaluar nuevas tecnologías y analizar procesos para prevenir defectos.

Asociados a estos niveles de madurez, establecidos en el SW-CMM existen Áreas Claves de Proceso (KPA) que deberán cumplirse para considerar que una organización o departamento informático se encuentra a dicho nivel. Éstas áreas claves se muestran en el siguiente diagrama:

MODELO DE CAPACIDAD DE MADUREZ			
Nivel	Enfoque	Áreas de Proceso Clave	Resultados
<b>5 OPTIMIZADO</b>	<b>Mejora Continua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Administración de Cambios en el Proceso</li> <li>▪ Administración de Cambios Tecnológicos</li> <li>▪ Prevención de Defectos</li> </ul>	<i><b>Productividad y Calidad</b></i>
<b>4 ADMINISTRADO</b>	<b>Calidad del Proceso y del Producto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Administración de Calidad del Software</li> <li>▪ Administración Cuantitativa del Proceso</li> </ul>	

<b>3 DEFINIDO</b>	<b>Proceso de Ingeniería</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enfoque al Proceso del Departamento</li> <li>▪ Definición del Proceso en la Organización</li> <li>▪ Revisiones de Grupo</li> <li>▪ Programa de Entrenamiento</li> <li>▪ Coordinación entre grupos</li> <li>▪ Ingeniería del Producto de Software</li> <li>▪ Administración Integrada del Software</li> </ul>	<i>Riesgo</i>
<b>2 REPETIBLE</b>	<b>Administración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planeación de Proyecto del Software</li> <li>▪ Seguimiento y Revisión del Proyecto</li> <li>▪ Administración de Subcontratación del Software</li> <li>▪ Aseguramiento de la Calidad</li> <li>▪ Administración de Configuración del Software</li> <li>▪ Administración de Requisitos</li> </ul>	
<b>1 INICIAL</b>	<b>Héroes</b>		

**Tabla 3.1-2** – Modelo de Madurez del Software: SW-CMM

**B. Modelo de Capacidad de Madurez – Adquisiciones de Software (SA-CMM)**

La experiencia del SEI en el desarrollo del Modelo de Capacidad de Madurez para el Software (SW-CMM) ha sido aplicable en el desarrollo del SA-CMM [SEI2000a].

El SW-CMM describe el rol del desarrollador (suplidor), mientras que el SA-CMM describe el rol de comprador (adquisidor) en el proceso de adquisición. En el SA-CMM una adquisición empieza con el proceso de definición de las necesidades de un sistema. Algunas actividades realizadas por la organización adquisidora, tales como la planeación, pueden preceder al establecimiento de una oficina de proyecto. El SA-CMM incluye ciertas actividades de precontractuales para la adjudicación, tales como la preparación del paquete de solicitud, el desarrollo del conjunto inicial de requisitos, y la participación en la selección de los oferentes. En el SA-CMM una adquisición individual finaliza cuando el contrato de adquisición del producto ha concluido.

El SA-CMM identifica Áreas Claves de Proceso (KPA) para cuatro de sus cinco niveles de madurez. Éstas áreas establecen las metas que deben ser satisfechas para alcanzar cada nivel de madurez. En otras palabras, el progreso se realiza por etapas. Los niveles de madurez y sus Áreas Claves del Proceso, por lo tanto, ofrecen una guía para alcanzar niveles más altos de madurez. Aunque por lo general las actividades definidas por un área clave se pueden satisfacer al al satisfacer a otras áreas clave de un nivel inferior, no se satisface ése área clave hasta que se hayan satisfecho todas las áreas claves precedentes.

Los niveles de madurez del SA-CMM se definen a continuación:

- **Nivel 1 – Inicial:** El proceso de adquisición se lleva a cabo ad hoc, y ocasionalmente, de manera caótica. Pocos procesos son definidos y se depende del esfuerzo individual. Para madurar más allá de este nivel, se deberán implementar controles que instituyan la autodisciplina.

- **Nivel 2 – Repetible:** Los procesos de Administración de Proyectos de Adquisición se establecen para planear todos los aspectos de la adquisición, administrar los requisitos, darle seguimiento al desempeño del equipo de proyecto, del equipo de proveedores, administrar los costos del proyecto y la calendarización, evaluación de productos, y transición exitosa a la organización adquisidora. El equipo del proyecto está básicamente reaccionando a las circunstancias de la adquisición a medida que aparecen. La disciplina necesaria para el proceso está establecida para repetir los éxitos alcanzados en proyectos dentro de dominios similares. Para que una organización pueda madurar más allá de este nivel de autodisciplina, debe utilizar procesos bien definidos como fundación para la mejora.
  
- **Nivel 3 – Definido:** El proceso de adquisición es documentado y estandarizado. Todos los proyectos utilizan una versión aprobada y adaptada del estándar de proceso para la adquisición de todos sus productos. Los proyectos y las actividades administrativas contractuales son proactivas, tratando de anticipar y enfrentar los problemas durante la adquisición antes de que acaezcan. La administración de riesgos está integrada en todos los aspectos del proyecto, y la organización provee el entrenamiento requerido por el personal involucrado en la adquisición. Para que una organización madure más allá del nivel de procesos definidos, esta deberá basar sus decisiones en medidas cuantitativas de sus procesos y productos, para que la objetividad pueda ser alcanzada y se tomen decisiones racionales.
  
- **Nivel 4 – Cuantitativo:** Métricas detalladas de los procesos de adquisición y de los productos son recolectadas. Los procesos y los productos son comprendidos y controlados cualitativa y cuantitativamente.
  
- **Nivel 5 – Optimizado:** La mejora continua del proceso es reforzada mediante la retroalimentación cuantitativa del proceso y de la exploración de nuevas ideas y tecnologías. Últimamente, la organización reconoce que la mejora continua y el cambio continuo son necesarios para la supervivencia.

<b>SA-CMM</b>			
<b>Nivel</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Áreas de Proceso Clave</b>	<b>Resultados</b>
<b>5 OPTIMIZADO</b>	<b>Mejora Continua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Administración Innovativa de la Adquisición</li> <li>▪ Mejora Continua del Proceso</li> </ul>	<i><b>Productividad y Calidad</b></i>
<b>4 CUANTITATIVO</b>	<b>Administración Cuantitativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Admón Cuantitativa de la Adquisición</li> <li>▪ Administración Cuantitativa del Proceso</li> </ul>	

<b>3 DEFINIDO</b>	<b>Proceso de Estandarización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Administración de Riesgos de Adquisición</li> <li>▪ Administración del Programa de Entrenamiento</li> <li>▪ Administración del Desempeño Contractual</li> <li>▪ Administración del Desempeño del Proyecto</li> <li>▪ Requisitos de Usuario</li> <li>▪ Definición y Mantenimiento del Proceso</li> </ul>	<i>Riesgo</i>
<b>2 REPETIBLE</b>	<b>Administración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transición hacia el Apoyo</li> <li>▪ Evaluación</li> <li>▪ Seguimiento y Revisión del Contrato</li> <li>▪ Administración del Proyecto</li> <li>▪ Administración y Desarrollo de Requisitos</li> <li>▪ Solicitación</li> <li>▪ Planeación de la Adquisición del Software</li> </ul>	
<b>1 INICIAL</b>	<i>Personas Competentes y Héroes</i>		

**Tabla 3.1-3** – Modelo de Madurez para la Adquisición del Software: SA-CMM

### **3.1.5. Herramientas de Ingeniería**

#### **3.1.5.1. Herramientas para el Análisis y la Administración de Requisitos**

Por lo general se considera que la identificación de requisitos es un proceso de alta abstracción, pero que al mismo tiempo es muy difícil de especificar mediante modelos o el uso de otras herramientas.

No obstante, con el advenimiento de nuevas técnicas, y nuevos procesos del software, es posible identificar algunas herramientas que proveen fortaleza a la práctica de la ingeniería de requisitos:

- **Organigramas:** Aunque aparentemente simple, el organigrama permite tener una visión global de la organización, las relaciones entre entidades y funciones, y puede servir como punto de arranque para el análisis funcional y no funcional de los requisitos. Obviamente, la documentación que acompaña al organigrama, tales como políticas del negocio, especificación de responsabilidades y autoridad son de vital importancia para la interpretación del analista. Sin embargo, el organigrama tiene el grave inconveniente que en muchos casos no está implementado como fue concebido en el papel y es paulatinamente sustituido por un organigrama informal, invisible y bien real.
- **Diagramas de Casos de Uso:** Aunque esta es una práctica de modelación de requisitos de usuario mediante UML, es una herramienta sencilla y a la vez poderosa que se ve reforzada por la claridad de su documentación. Es decir, que no basta con el modelo iconográfico de Casos de Uso, sino la documentación complementaria, bien estructurada, que defina claramente otros aspectos propios de los requerimientos.



de los requerimientos, en el caso de ponderaciones, proyecciones y descubrimientos de requisitos en situaciones en que la información provista por otros documentos y por los mismos beneficiarios y especialistas del dominio sea poco clara.

- **Principio y Diagrama de Pareto:** Permite realizar análisis objetivos fundamentados estadísticamente de las causas de los problemas identificados en la ingeniería de requisitos. Se coadyuva de las técnicas de recolección de datos, tales como hojas de verificación y encuestas.
- **Diagramas de Dispersión, Correlación y Regresión:** Permite identificar las relaciones entre variables, tipificar las relaciones y mejorar la comprensión y documentación de los modelos de requerimientos que se deben construir.
- **Modelos de Cola:** Permite realizar estudios cuantitativos del uso de los recursos, en términos de desempeño y demanda, con el propósito de mejorar la fiabilidad, e identificar si éste es un requerimiento imperativo y de alto riesgo en la organización. Esto permite ponderar la importancia de los atributos de calidad planteados en el sistema.

Existen, por supuesto, muchas otras herramientas. Lo importante es encontrar la aplicabilidad de herramientas de ingeniería utilizadas en otras áreas como control estadístico de la calidad, modelación, lógica difusa y otras disciplinas especializadas, documentarlas, aplicarlas de forma estructurada, e identificar los beneficios, realizando mejoras a los procesos actuales de identificación de requisitos.

Además, las herramientas de recolección de datos se deben considerar como componentes de vital importancia para la identificación de requisitos. Es importante, no olvidar nunca que la comunicación interpersonal e informal es también un factor que define una mejor calidad de los requisitos obtenidos. La cercanía e involucramiento sistemático de los usuarios y otros beneficiarios, en el proceso de definición del sistema es de vital importancia.

### **3.1.5.2. Rastreabilidad de Requerimientos**

La rastreabilidad de requerimientos [COMP2001] se refiere a la habilidad para seguir la vida de un requerimiento, hacia delante y en reversa, esto es, desde sus orígenes, a través del desarrollo y la especificación, hasta su subsiguiente implantación y uso, y a través de períodos de refinamiento e iteración en cualquiera de las fases.

El rastreo de requerimientos implica la documentación de vínculos contextuales entre los distintos requerimientos y entre los productos desarrollados para implementar y verificar los requisitos. Los requisitos pueden incluir, requerimientos del negocio, de los usuarios, requisitos funcionales y de prueba. Los productos de desarrollo incluyen, documentos, especificaciones de diseño, código del software, planes de prueba, casos de prueba, y otros artefactos del proceso de desarrollo.

Para completar una secuencia, se deben rastrear los requerimientos del cliente a través del desarrollo y prueba, verificando que dichos requerimientos son implementados y probados.

Para ello, se puede utilizar una matriz de rastreo<sup>∇</sup> para simplificar el proceso. Esta sirve como una representación gráfica de las relaciones rastreables entre los requerimientos y los productos. Con una matriz de rastreo de requisitos los equipos de informática pueden darle seguimiento a los requerimientos del cliente a través del ciclo de desarrollo, disminuyendo el riesgo de perder de vista los requerimientos establecidos, o aquellos derivados, especialmente al desarrollar sistemas grandes y complejos.

Verificar la funcionalidad es uno de los aspectos de la rastreabilidad de requerimientos. El rastreo de requerimientos también responde a las siguientes preguntas:

- ¿Ha sido el sistema probado adecuadamente? El rastreo de los requisitos desde el desarrollo hasta las pruebas, permite verificar que cada requisito funcional utilizado en el desarrollo corresponde con aquellos establecidos con los casos de prueba. Esto permite constatar que todas las características requeridas del sistema sean probadas.
- ¿Cómo se puede minimizar *desbordamiento del alcance*? El desbordamiento del alcance ocurre cuando una característica o funcionalidad del producto final no se vincula directamente con un requisito del cliente. Cuando esto sucede, implica invertir tiempo y esfuerzo en características innecesarios. Sin conocimiento sobre los requisitos del cliente, queda en manos de los desarrolladores el analizar y definir la funcionalidad de manera incontrolada. Esto conlleva a defectos y pueden ser la causa de bajo rendimiento del sistema, o deficiencia en la capacidad de uso del sistema final.
- ¿Cómo impactará el cambio de un requerimiento en otros requerimientos y en los productos del proceso? Una matriz de rastreo identifica todos los requerimientos y componentes del proceso – tales como especificaciones del diseño, código y casos de prueba – que necesitan modificación para completar una solicitud de cambio. Esto ayuda a asegurar que todos los productos afectados, sean modificados a satisfacción de la solicitud de cambio.

El uso de una herramienta de administración de requerimientos puede ofrecer información adicional sobre los requisitos del cliente. Los equipos de informática, a lo largo de todo el ciclo de desarrollo, pueden seguir, integrar y compartir información clave del proyecto, o atributos de los requisitos, tales como prioridad, estatus, entidad origen, costos, custodios, patrocinadores y notas. Esto ofrece beneficios adicionales:

- El orden de prioridad del desarrollo y las pruebas
- La notificación extensiva de cambios de requisitos

---

<sup>∇</sup> Ver *Usos de Matriz de Rastreo* en Anexos



- La fuente de los requisitos y su importancia para la toma de decisiones
- Analizar la posibilidad de reutilización los productos elaborados en el proceso (procedimientos de prueba, planes de codificación y planes de prueba, y casos de prueba).

En el caso de la definición de plataformas tecnológicas, la rastreabilidad de requisitos permite identificar y validar el proceso de decisión para la definición y selección de plataformas. Ello asegura la transparencia del proceso, y permite realizar evaluaciones objetivas que reducen el número y la severidad de los riesgos.

### **3.1.5.3. Métricas del Software**

La deficiente estimación es una de las principales razones de que los programas de adquisición de recursos informáticos tienden a fallar. El tamaño es un factor crítico en la determinación del costo, el tiempo y el esfuerzo. El fracaso en las predicciones resulta en la inadecuación de presupuesto, y entregas retrasadas que afectan la confianza y el apoyo para los programas.

La estimación del tamaño es compleja, y los resultados deben ser constantemente actualizados a lo largo del proyecto. Las medidas de tamaño incluyen el número de líneas de código, los puntos de función y los puntos de características. La complejidad, es una función del tamaño, e impacta directamente la cantidad de errores en el diseño, los defectos latentes, y la deficiencia en la calidad, costos excesivos y retrasos. La complejidad debe ser medida continuamente, ser evaluada y controlada. Otro factor que conlleva a la inexactitud de los estimados de tamaño es el desbordamiento de requisitos, que también debe ser determinado y controlado.

Entre las métricas que permite la estimación del tamaño del software mediante modelos empíricos están:

- **COCOMO:** Es una métrica que permite definir el esfuerzo en el proyecto de software utilizando como base la determinación del número de líneas de código estimada, el nivel promedio de complejidad del software a utilizar, y el tipo de tecnología esperada. Para mayor información sobre el tema se puede visitar el sitio Web del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad del Sur de California [COCOMO], cuyo director es Barry Boehm.
- **Puntos de Función:** Utilizan una medida de la funcionalidad del software a entregar mediante la aplicación como valor de normalización. Puesto que esto no se puede determinar de manera directa, se utilizan medidas contables del dominio de la información del software y la evaluación de la complejidad del software. Se contabilizan Número de Entradas del Usuario, Número de Salidas del Usuario, Número de Peticiones del Usuario, Número de Archivos y Número de Interfaces Externas.

## 3.2. Arquitecturas de Software

Antes que todo, es válido aclarar que no existe una definición universalmente aceptada del término Arquitectura del Software, pues esta es un área poco explorada, aunque sus raíces están muy arraigadas a la ingeniería del software.

No obstante, a la falta de una definición estándar, se han elaborado cientos de ellas. A continuación, por lo tanto, se intentará reflejar la naturaleza intrínseca de la Arquitectura del Software.

Los Tres Amigos, Booch, Rumbaugh y Jacobson, definen a la arquitectura como:

*El conjunto de decisiones significativas sobre la organización de un sistema de software, la selección de los elementos estructurales y sus interfaces, de los cuales el sistema está compuesto, junto al comportamiento tal como se especifica por la colaboración de dichos elementos, la composición estructural y conductual de los elementos en subsistemas progresivamente más grandes, y el estilo arquitectónico que dirige dicha organización, éstos elementos, sus interfaces, y su composición.*

Otra explicación más exhaustiva de arquitectura se presenta a continuación [JAHAZE-RI00]:

*La arquitectura de software de un programa o sistema computacional es la estructura o estructuras del sistema, que comprende varios componentes de software, las propiedades externamente visibles de dichos componentes, y las relaciones entre ellos.*

Por propiedades externamente visibles, se refiere a la presunción de que otros componentes puede tener sobre dicho componente visto desde afuera, tales como los servicios que provee, las características de desempeño, el manejo de fallos, la utilización de recursos compartidos, etc. El intento de dicha definición es de que la arquitectura del software deberá abstraer alguna información del sistema (pues sino, no tendría razón de ser, pues se estaría simplemente ante el sistema completo) y aún así proveer suficiente información para servir de fundamento para el análisis, la toma de decisiones y por tanto, la reducción de los riesgos.

Algunas Implicaciones de la Arquitectura:

- La Arquitectura define Componentes. La Arquitectura contiene información sobre cómo los componentes interactúan entre sí. Esto significa que la arquitectura omite el contenido específico de los componentes que no corresponde a su interacción.
- La Definición aclara que los sistemas pueden comprender más de una estructura, tal que ninguna estructura por sí sola puede definirse como “la arquitectura”. Con

esta intención, la definición no especifica qué son componentes arquitectónicos, y qué tipo de relaciones se establecen. Pueden ser objetos, procesos, bibliotecas, bases de datos, productos comerciales y mucho más que eso.

- La Definición Implica que todo sistema de software tiene una arquitectura, pues cada sistema puede representarse como estructuras de componentes y las relaciones entre ellos.
- El comportamiento de cada componente es parte de la arquitectura, mientras tanto ese comportamiento pueda ser observado desde el punto de vista de otro componente. Este comportamiento permite que los componentes interactúen, lo cual es obviamente parte de la arquitectura. Por lo tanto, la mayoría de los diagramas simples de cajas y líneas no son en realidad una arquitectura, pues no comprenden documentación.

Las partes fundamentales de una arquitectura se definen por lo general mediante dos elementos:

- ◆ La *Línea base de la Arquitectura* es la parte de la arquitectura que provee una prueba del concepto global de la arquitectura, y un esqueleto básico del sistema. Es decir que esta Línea Base, es un sistema en pequeño, que captura su funcionalidad en esencia, y es un prototipo operacional que prueba el concepto y la estructura arquitectónica.
- ◆ La *Descripción Arquitectónica* es una descripción detallada del contenido informativo de la arquitectura, sobre los sistemas, subsistemas, procesos, relaciones e interfaces que le componen. Esta descripción deberá también contener discusiones sobre las decisiones arquitectónicas, restricciones, comportamiento requerido, es decir todo lo necesario para justificar y comprender la arquitectura. La información deberá ser suficientemente amplia y precisa para guiar a los equipos de desarrollo durante el ciclo de vida del sistema. No obstante, dicha descripción puede evolucionar al pasar del tiempo.

La intención de la arquitectura, es permitir que los diseñadores puedan trabajar libremente con los espacios dejados dentro de la arquitectura. No obstante, la arquitectura involucra [HUNT00]:

- Definir cómo se usará el sistema
- Cuál es la funcionalidad esperada del sistema
- Cualquier problema de desempeño que se deba considerar.
- Resistencia a la cambio mediante la implementación
- Restricciones Tecnológicas y Económicas, y ponderaciones. La arquitectura puede considerar diferentes soluciones para el mismo problema, permitiendo discutir distintas soluciones tecnológicas y la adopción de las mejores alternativas.

### **3.2.1. Importancia de Una Arquitectura**

Se ha definido con anterioridad, en qué consiste una arquitectura, pero ¿Cuál es su importancia en los procesos de desarrollo del software? A continuación se presentan algunas de las razones para construir una arquitectura y utilizarla en todo el proceso del desarrollo:

- **Comprender el Sistema:** Los sistemas de software pueden ser grandes y complejos, y deben satisfacer requisitos conflictivos. Una arquitectura provee un plano conveniente o modelo del sistema a ser producido. Esto abstrae muchos detalles de implementación, pero coloca en posición a los elementos que deben satisfacer los diversos requisitos y funciones.
- **Organizar el Desarrollo:** Es decir, que la arquitectura ayuda a organizar a los especialistas en cada área de la construcción del software. En otras palabras, primero ayuda a separar los intereses de aquellos grupos, de tal manera que aquellos involucrados en los “fontaneros del sistema” sólo se preocupen por problemas de fontanería. Además identifica la interrelación entre los distintos intereses, de tal manera que indica los puntos en los que se interceptan de forma clara y documentada.
- **Promover la Reutilización:** El problema de escribir código reutilizable es que se necesita identificar qué parte del producto es reutilizable. No obstante, la arquitectura puede facilitar la solución, pues con una vista de alto nivel, se identifican los sistemas y subsistemas en etapas tempranas. Así pues, los subsistemas comunes pueden luego ser creados para la reutilización.
- **Promover la Continuidad del Desarrollo:** Pocos sistemas de cualquier tamaño o enfoque, son producidos para jamás ser alterados. Es más común que un sistema evolucione con el tiempo, cuando nueva funcionalidad es agregada, o la existente es modificada. La arquitectura original es esencial para ayudar a controlar la evolución del sistema a través del tiempo.

En la realidad, una buena arquitectura requiere de pocas modificaciones durante el ciclo de vida del sistema, pero puede ser instrumental para el éxito de versiones subsiguientes. Ello se debe a que provee la estructura global en la cual nuevas adiciones o modificaciones pueden ser ajustadas. El diseño real del sistema, es por lo general, muy detallado para proveer una visión general, y por lo tanto, los futuros diseñadores e implementadores pueden interpretar mal el diseño, o aún ignorarlo. La arquitectura ayuda a minimizar dichos problemas.

### **3.2.2. Características de Una Buena Arquitectura**

Es más fácil especificar qué define a una buena arquitectura como tal, que en realidad generar buenas arquitecturas. Y en muchos casos no es posible maximizar todos los atributos que se indicarán a continuación. No obstante, se presentan características que todos los arquitectos del software deberían tener en mente al desarrollar una arquitectura:

- **Resistencia al Cambio:** La arquitectura deberá de ser durable. Es decir, que los cambios en la funcionalidad o adiciones de esta deberán tener efectos mínimos en la arquitectura, a pesar de tener mayores efectos en el diseño. Por lo tanto, los subsistemas deberá tener interfaces específicas y claras. Así pues, es casi regla general que lo primero que un arquitecto deberá identificar son las interfaces, y luego los subsistemas que utilizan dichas interfaces.
- **Simplicidad:** La arquitectura deberá se simple. Es importante recordar que la arquitectura no deberá sobrepasar el 10% del tamaño del diseño, y se supone que debe ser comprensible por sí misma y de manera completa. Se debe evitar el construir arquitecturas complejas con un fin en ello mismo.
- **Claridad de Presentación:** Puesto que la arquitectura servirá como la base de referencia para el diseño, y también para adiciones futuras al sistema, esta deberá se fácilmente accesible, libre de ambigüedades, y debería de evitar presunciones sobre el conocimiento actual del proyecto.
- **Clara separación de problemas:** La arquitectura debería de separar claramente los distintos aspectos del sistema. Es una buena práctica separar a la arquitectura por niveles de abstracción, y por enfoques (por ejemplo, arquitectura conceptual, arquitectura de análisis, arquitectura de implantación etc.) de tal manera que se trate de manera específica y separada los problemas que deberá considerar la arquitectura.
- **Distribución Balanceada de Responsabilidades:** Las responsabilidades de los subsistemas deberán ser apropiadas y balanceadas. Por lo tanto, cada subsistema deberá tratar con distintos problemas de funcionalidad, o áreas específicas de uso.
- **Equilibrio entre Restricciones Técnicas y Económicas:** La arquitectura puede necesitar justificar el porqué de un enfoque adoptado sobre otro, para parcialmente explicar las decisiones de selección a aquellas personas involucradas en los distintos aspectos del diseño. Esto es importante, pues se podrían imponer restricciones sobre qué elementos del diseño pueden realizarse, y aquellos que no se deben realizar.

### ***3.2.3. Herramientas para su Construcción***

Existen distintos tipos de herramientas para la construcción de arquitecturas. Muchas de éstas herramientas son de modelación, y permiten realizar representaciones gráficas de la arquitectura. Muchas otras son formalmente descriptivos, tales como los ADL (Lenguajes de Descripción Arquitectónico).

Otras herramientas, son de referencia, tales como los patrones y estilos arquitectónicos, y permiten la reutilización de soluciones abstractas de alta calidad para la definición de una

arquitectura específica. Finalmente, otras permiten la evaluación de la arquitectura realizando consideraciones de distinta índole.

A continuación se presentarán algunas generalidades sobre las herramientas anteriormente mencionadas, y el provecho que puede sacarse de ellas en la construcción de la arquitectura del software.

### **3.2.3.1. Herramientas de Modelación**

Muchas de las metodologías de desarrollo de software consideran a la arquitectura como un elemento importante. No obstante, muchas otras se quedan cortas en este aspecto y tiene un enfoque totalmente distinto.

Si embargo, las tendencias de los últimos procesos del software, basados en metodologías orientadas a objetos y orientadas a componentes consideran a la arquitectura como la piedra angular. Éste es el caso del Proceso Unificado de Rational (RUP por sus siglas en inglés) el cual desde sus orígenes ha adoptado al UML como su lenguaje descriptivo gráfico.

Por supuesto, existen otras técnicas de modelación gráfica de arquitecturas. Empero la representación UML de las arquitecturas es una de las más practicadas en la actualidad.

El RUP [RUP2001], y su versión genérica, el Proceso Unificado (UP), basan todas las actividades de desarrollo en torno a la construcción y complementación de la arquitectura del software. Por lo tanto, explotan toda la capacidad que el UML puede brindar, para la creación de distintas vistas que representan a la misma arquitectura. Éstas vistas descritas de manera general son:

- **Vista de Casos de Uso:** Permite representar aquellos casos de uso (escenarios de uso del sistema) que son significativos arquitectónicamente. Es decir, describe aquellos escenarios o condiciones de uso del sistema que son de vital importancia, y proveen funcionalidad sustancial. Este análisis, al igual que la documentación que acompaña a esta vista, es muy delicada, pues de esta se desprende la elaboración de las otras vistas del sistema.
- **Vistas Lógica :** Representa un subconjunto del modelo de diseño detallado, que presenta aquellos elementos del diseño importantes para la totalidad de la arquitectura del sistema. Es decir, detalla aquellas clases más importantes su organización en paquetes y en subsistemas. Además se demuestra cómo se lleva a cabo la realización de los casos de uso mediante éstos elementos (clases/paquetes/subsistemas), reflejando la dinámica.
- **Vistas de Implementación o de Subsistemas:** Permite Agrupar las Clases de Objetos de acuerdo a criterios de su naturaleza funcional y/o estructura. Dichos subsistemas, de forma subsiguiente, se estructuran de forma tal que se definen re-

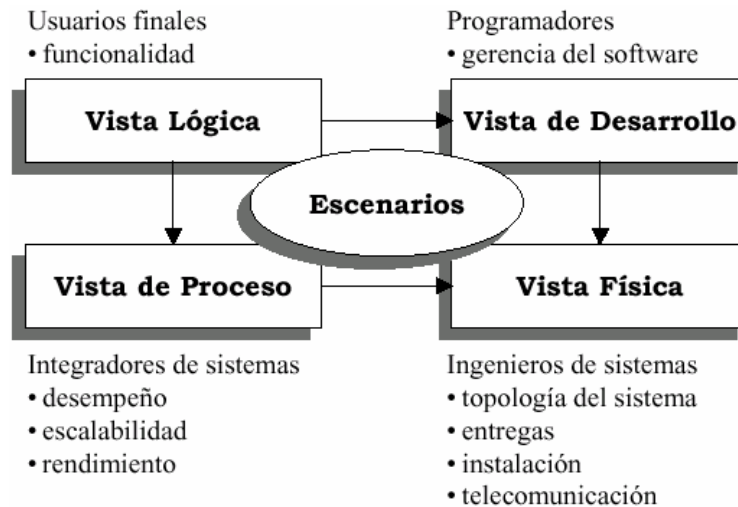
laciones específicas entre ellos. Por lo general se aplica una estructura de capas (*layered architecture*) que permite definir la naturaleza intrínseca de cada subsistema. Dichas relaciones y subsistemas deben ser luego, documentadas y justificadas. Esta vista está más orientada a la descripción general de la implementación del diseño.

- **Vista de Implantación:** Permite visualizar la distribución física del sistema (sus componentes y subsistemas) sobre el hardware.
- **Vista de Componentes:** Permite visualizar las relaciones entre componentes implementados (clases, aplicaciones, interfaces, archivos, otros sistemas) y las interfaces que utilizan para comunicarse.
- **Vista de Procesos:** Permite visualizar la estructura de procesos que conforman al sistema. Esta es de vital importancia para sistemas implantados sobre múltiples procesadores, y que utilizan tecnologías multi-hilo.
- **Vista de Datos:** Representa los elementos significativos desde el punto de vista arquitectónico que corresponde a la persistencia de información. Se describe mediante tablas, vistas de datos, índices, disparadores, y procedimientos almacenados utilizados para proveerle capacidad de persistencia al sistema.

Todas estas vistas, en su completitud, reflejan la naturaleza global del sistema y son complementarias, por lo cual, cada una, por sí sola, tiene poco valor en la representación de la arquitectura. No obstante, cada vista se implementa a medida que avanza el desarrollo del proyecto, y por lo tanto no son palpables de forma inmediata. Obviamente, estas vistas, también sirven de apoyo para reflejar el carácter evolutivo del software.

### **3.2.3.2. Modelo Vista 4 + 1**

En la realidad el Rational Unified Process aprovecha un modelo de representación de arquitecturas de software ampliamente utilizado en la industria, el cual se conoce como modelo vista 4+1. El Modelo Vista 4+ 1 organiza la descripción de la arquitectura de un software usando cinco vistas concurrentes, cada una de las cuales está dirigida a un conjunto específico de conceptos. Los arquitectos exponen sus decisiones de diseño en cuatro vistas y usan la quinta vista para ilustrar y validar dichas decisiones.



**Figura 3.2-1** – Representación del Modelo Vista 4+1 para la descripción de Arquitecturas de Software

- ❑ **VISTA LÓGICA.** Describe el modelo objeto del diseño cuando un método de diseño O- O es usado; se puede usar un enfoque alterno para desarrollar alguna otra forma de vista lógica
- ❑ **VISTA DE PROCESO.** Describe los aspectos de diseño relacionados con la concurrencia y la sincronización.
- ❑ **VISTA FÍSICA (O DE DESPLIEGUE).** Describe el mapa del SW dentro del HW refleja los aspectos de distribución.
- ❑ **VISTA DE DESARROLLO (O DE IMPLEMENTACIÓN).** Describe la organización estática del software en el ambiente de desarrollo.
- ❑ **ESCENARIOS (CASOS DE USO).** Los diseñadores de software organizan la descripción de sus decisiones arquitecturales alrededor de estas cuatro vistas, y las ilustran con una pequeña selección de casos de uso o escenarios , constituyendo así la quinta vista. La arquitectura está parcialmente producida por esos escenarios.

### 3.2.3.3. *Patrones Arquitectónicos*

Los patrones de diseño capturan la experiencia en la descripción de soluciones de diseño para problemas recurrentes en contextos particulares [GAMMA93] Además contienen información sobre la aplicabilidad de un patrón, las ponderaciones (trade-offs) que deben ser realizadas, y las consecuencias de la solución.

Dichos patrones encapsulan un conocimiento extensivo sobre soluciones comprobadas además, proporcionan una guía de cómo utilizar dicho conocimiento. La reutilización de patrones, también abre un nuevo nivel de reutilización en el diseño, donde la implementación varía, pero las micro-arquitecturas representadas por los patrones siempre son aplicables [HUNT00].



Existen diversos niveles de abstracción entre los patrones. Aquellos de menor nivel de abstracción, es decir, cuyo uso es para solucionar un problema funcional muy específico, se consideran patrones de diseño. En el otro extremo, aquellos patrones que permiten describir de forma muy general la estructura de un sistema, o gran parte de éste, se consideran patrones arquitectónicos. No obstante, es muy difícil establecer límites entre ambos conceptos, pues el nivel de abstracción se comporta como un gradiente en el mundo de los patrones de software.

De cualquier manera, en la industria existe un amplio rango de patrones, considerados como arquitectónicos, que han sido documentados, como por ejemplo:

- **Distribuidos**, en los cuales varias partes del sistema residen en diferentes procesos, y potencialmente, en distintos procesadores.
- **Por Capas**, en los cuales un sistema es descompuesto mediante límites específicos de la aplicación y límites más genéricos.
- **Modelo-Vista-Controlador (MVC)**, en el cual, la visualización, la aplicación, y el control de la interacción con el usuario se definen por separado.
- **De Pizarra**, en el cual una pizarra central actúa como un mecanismo de comunicación para diversos agentes.
- **De Inclusión**, en los cuales componentes de alto nivel, reúnen las funciones de aquellos componentes de más bajo nivel en la arquitectura.
- **Centrada en Repositorio**, en la cual se utiliza un repositorio central como mecanismo de intercambio de información.

### ***3.2.4.El Método de Ponderación Analítica de Arquitecturas (ATAM)***

El Método de Ponderación Analítica de Arquitecturas (ATAM por sus siglas en inglés) es una técnica para evaluar arquitecturas de software desarrollada por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad de Carnegie-Mellon [SEI2000b]. Esta técnica obtiene su nombre del hecho de que permite revelar el nivel de satisfacción que una arquitectura ofrece hacia metas de calidad particulares (tales como desempeño o capacidad para ser modificado), además de ofrecer introspectiva en cómo interactúan estas metas, es decir, como se compensan entre sí para alcanzar el equilibrio. Tales decisiones de diseño son críticas, pues tienen consecuencias de largo plazo, y demandan un alto costo para su modificación, una vez que han sido implementados.

Cuando se evalúa una arquitectura utilizando el ATAM, el propósito es comprender las consecuencias de las decisiones arquitectónicas con respecto a los requerimientos de atributos de calidad del sistema. Esto se debe a que la arquitectura es el ingrediente clave en el éxito tecnológico de un negocio, o en general, de cualquier organización.

El método de análisis desarrollado es reproducible en todos los casos. Esto permite realizar las preguntas adecuadas al momento de capturar los requerimientos, analizarlos, y llevarlos al diseño, cuando los costos de modificación son relativamente bajos. Así pues,

este método guía a los beneficiarios e interesados (cliente, usuarios, analistas, desarrolladores) a descubrir conflictos arquitectónicos y resolverlos. El ATAM también ha sido aplicado al análisis de sistemas legado, puesto que éstos en general, sufren la necesidad de requerir modificaciones de gran escala, integración con otros sistemas, portabilidad a nuevas plataformas etc.

El ATAM está orientado a ser un método de identificación de riesgos, como un medio de detección de áreas de riesgos potenciales dentro de la arquitectura de sistemas de software complejos. Esto tiene varias implicaciones:

- El ATAM puede ser llevado a cabo al inicio del ciclo de vida del software.
- Éste puede ser realizado a un bajo costo y rápidamente
- Éste producirá análisis con el nivel de detalle de una especificación arquitectónica. Además no requiere un análisis ulterior de los atributos de un sistema para ser efectivo. Por el contrario, su éxito se basa en la identificación de tendencias.

Su aplicación se basa en la realización de los siguientes pasos iniciales:

## PRESENTACIÓN

1. **Presentar el método a los beneficiarios e interesados:** Describir el método a los administradores, usuarios, a los arquitectos, ingenieros de diseño, desarrolladores, evaluadores etc.
2. **Presentar los móviles del negocio:** El administrador del proyecto describe cuales metas de la organización son los principales motivadores de la construcción de la solución.
3. **Presentar la Arquitectura:** El arquitecto presentará la arquitectura en términos de cómo esta aborda la satisfacción de los móviles del negocio.

## INVESTIGACIÓN Y ANALISIS

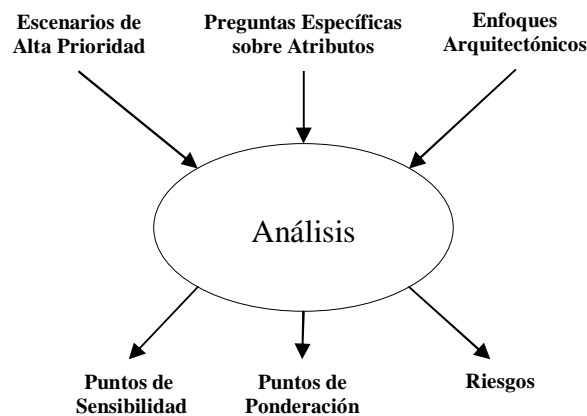
4. **Identificar enfoques arquitectónicos:** Los enfoques de la arquitectura son identificados pero no son desarrollados por el arquitecto. Esta área se refiere a los tipos de estructuras arquitectónicas de referencia utilizadas en el diseño (patrones, estilos arquitectónicos etc.).
5. **Generar un Árbol de Utilidad de Atributos de Calidad:** Los factores de calidad que comprometen la utilidad del sistema son identificados, descritos hasta el nivel de escenarios de aplicación, asociados a con estímulos y respuestas, y establecidos en orden de prioridad.
6. **Analizar los enfoques Arquitectónicos:** Basándose en los factores de alta prioridad que se identificaron en el paso anterior, los enfoques arquitectónicos son identificados y analizados en el grado de satisfacción ofrecido. Durante este paso, los riesgos arquitectónicos, puntos de sensibilidad, y puntos de Ponderación son identificados.

## PRUEBA

7. **Lluvia de Ideas y Priorización de Escenarios:** Basándose en los escenarios ejemplares identificados en el árbol de utilidad, un conjunto más grande de escenarios es identificado por el grupo completo de beneficiarios e interesados. Este conjunto de escenarios son priorizados mediante la votación del grupo completo de beneficiarios.
8. **Analizar los enfoques arquitectónicos:** Este paso reitera el paso 6, pero retoma los casos de alta prioridad del paso 7 para representar mejor los casos de análisis de enfoque arquitectónico. Esta etapa puede identificar nuevos enfoques arquitectónicos, riesgos, puntos de sensibilidad, puntos de equilibrio, para luego ser documentados.

## REPORTE

9. **Presentación de Resultados:** Basándose en la información recopilada mediante el ATAM (estilos, escenarios, preguntas específicas de los atributos, el árbol de utilidad, riesgos, puntos de sensibilidad y balances, el grupo ATAM presenta sus hallazgos a los beneficiarios e interesados. Se motiva que este punto, adjunto a la arquitectura especificada, se definan también propuestas de mitigación estratégica de riesgos.



**Figura 3.2-2** Interacción Conceptual mediante el ATAM

Puesto que el ATAM gira en torno a la definición de los atributos de calidad, es importante realizar una categorización analítica (mediante un documento) de éstos atributos. ATAM define tres tipos de atributos: De Estímulos Externos, De Decisiones Arquitectónicas, y De Respuesta.

Los Atributos de estímulos externos, son los eventos que obligan a que la arquitectura responda a los cambios. Además, para poder analizar una arquitectura y su observancia a

los requisitos de calidad, estos requisitos deben ser expresados en términos concretos y medibles u observables, Estas cantidades medibles y observables son descritas en la sección de Atributos de Respuesta de la categorización de atributos. La sección de la categorización de atributos de Decisiones Arquitectónicas, corresponde a aquellos aspectos de una arquitectura – conectores componentes y sus propiedades – que tienen un impacto directo sobre el alcance de los Atributos de Respuesta.

*i. Caracterización de Requerimientos [SEI2000b]*

Para evaluar un diseño arquitectónico con respecto a los requerimientos de atributos de calidad, es necesario realizar una Caracterización de los Atributos de Calidad en cuestión. Para entender cada atributo, es necesario saber cómo observarlo o medirlo, y luego comprender cómo los diferentes tipos de decisiones arquitectónicas impactan dicha medición.

La caracterización de cada atributo de calidad, es dividida en tres categorías: Estímulos Externos, Decisiones Arquitectónicas y Respuestas. Los Estímulos son los eventos que causan que la arquitectura responda al cambio. Para analizar si una arquitectura satisface los requisitos de calidad, estos requisitos deben ser expresados en términos que sean concretos, medibles y observables. Éstas cantidades observables o medibles son descritas en la sección de Respuestas de la caracterización de atributos. Las Decisiones Arquitectónicas son aquellos aspectos de una arquitectura – Componentes, Conectores, Propiedades) que tienen un impacto directo en la posibilidad de alcanzar las respuestas deseadas.

**Desempeño:** Los estímulos externos de Desempeño, son aquellos eventos tales como Mensajes, Interrupciones o Teclazos que resultan en la inicialización de un proceso de cómputo. Las decisiones Arquitectónicas del Desempeño incluyen mecanismos de arbitraje de Redes y Procesadores, Estructuras de Concurrencia, incluyendo procesos, hilos y procesadores, y propiedades que incluyen prioridades de procesamiento y tiempo de ejecución. Las Respuestas son caracterizadas por Cantidades Tangibles, tales como Latencia o Flujo.

**Capacidad de Modificación:** Los estímulos externos son solicitudes de cambio al software del sistema. Las decisiones arquitectónicas incluyen el encapsulamiento, o mecanismos de indirección, y la respuesta es medida en términos del número de componentes afectados, los conectores, las interfaces, y la cantidad de esfuerzo involucrado en cambiar éstos elementos afectados.

**Disponibilidad:** Los estímulos externos son Fallos de Hardware, y Fallos de Software, y se miden en términos (de Temporización de Fallos e Interrupciones de Operación, y la severidad del Fallo). Las Decisiones Arquitectónicas incluyen, Redundancia en Hardware y Software (tipificados por Redundancia Exacta o Analítica, Grado de Redundancia, Tasa de Fallos, Tasa de Reparación, Tiempo de Detección de Fallos, y Precisión en la Detección de Fallos).

También existen caracterizaciones para otros atributos, y éstos se pueden identificar mediante el estudio mismo del problema y la definición misma del atributo en cuestión. Lo importante en este aspecto, es saber clasificar los tres componentes de la caracterización: Los Estímulos Externos, Las Decisiones Arquitectónicas y las Respuestas.

### **Escenarios**

La documentación de requerimientos no está escrita, o si lo está, está hecho de forma ambigua, y quizá con un tratamiento pobre de los atributos de calidad. En particular, se ha encontrado que los requerimientos de calidad para sistemas planeados o existentes son vagos incompletos o inexistentes. Generalmente, la primera tarea de un análisis arquitectónico es precisamente revelar las metas de calidad específicas en relación a la arquitectura candidata. El mecanismo que se utiliza para el descubrimiento de éstas metas de calidad son los *escenarios*.

Un escenario es una breve descripción de una interacción de uno de los beneficiarios con el sistema. Un usuario le describiría como utilizar al sistema para realizar una tarea. Un administrador del sistema le describiría como la realización de cambios al sistema. Un desarrollador describiría un escenario como el uso de la arquitectura del sistema para construirlo o para predecir su desempeño. Un cliente describiría un escenario como la manera en la cual la arquitectura sería reutilizada para otro producto in una línea de productos.

Los escenarios proveen el mecanismo para concretizar las vaguedad descriptiva de la calidad en tiempo de construcción del software, tales como la capacidad de modificación. Ellos representan ejemplos específicos de los usos actuales o futuros de un sistema. Los escenarios también son útiles en comprender la calidad en tiempo de ejecución tal como el desempeño o la disponibilidad. Esto es debido a que los escenarios especifican los tipos de operaciones sobre los cuales el desempeño debe ser medido, o los tipos de fallos que el sistema deberá soportar.

El ATAM considera tres tipos de escenarios: escenarios de casos de uso, que incluyen los usos típicos del sistema y son utilizados para el descubrimiento de la información, escenarios de crecimiento, que cubren los cambios anticipados al sistema, y los escenarios exploratorios, que cubren los cambios extremos que se espera afecten al sistema. Éstos diferentes escenarios son utilizados para indagar en el sistema desde distintos ángulos, incrementando la oportunidad de valorar las decisiones arquitectónicas en riesgo.

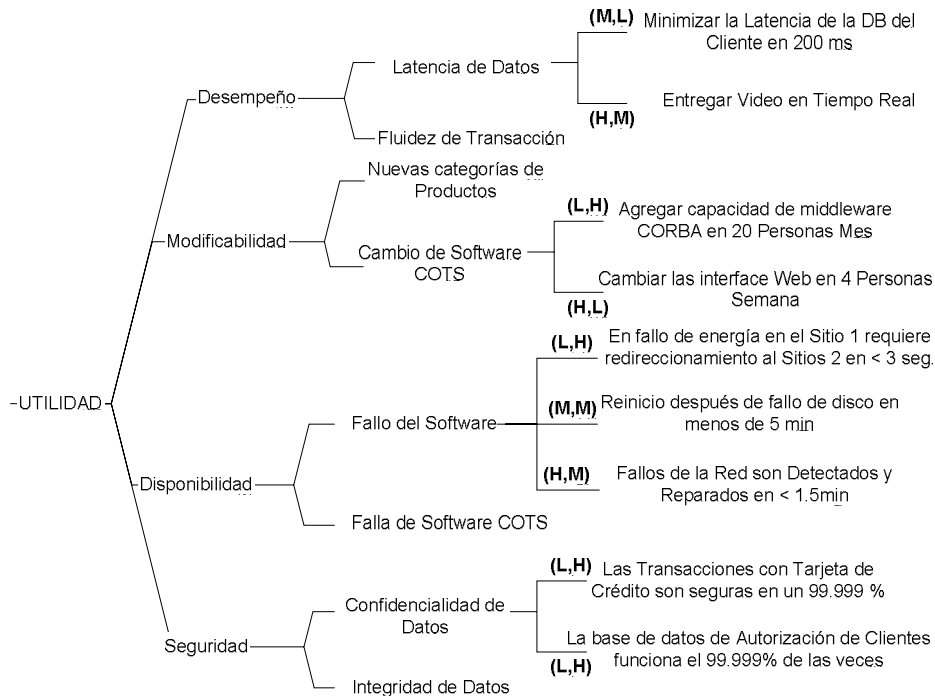
Los escenarios son identificados y priorizados en el ATAM utilizando distintos mecanismos en diferentes momentos con la participación variada de los beneficiarios.

Los dos mecanismos empleados en conjunto con los escenarios son los árboles de utilidad y la lluvia de ideas estructurada.

## Árboles de Utilidad

Los árboles de utilidad proveen un mecanismo Top-Down para traducir los elementos conducentes del negocio para con el sistema en escenarios concretos de los atributos de calidad.

“Por ejemplo, en un sistema de comercio electrónico dos elementos conducentes serían: ‘la seguridad es vital para el éxito del sistema, puesto que la privacidad de los datos de los clientes es de suma importancia’ y ‘la capacidad de modificación es vital para el éxito del sistema, pues requiere poder responder rápido a un mercado competitivo y cambiante’. No obstante, es necesario comprender la importancia relativa de éstas metas versus otras metas de atributos de calidad, tales como desempeño, para determinar dónde se debe enfocar la atención durante la evaluación arquitectónica. Los árboles de utilidad permiten concretizar y priorizar las metas de calidad. Un ejemplo de un árbol de utilidad es:”



**Figura 3.2-3** Ejemplo de un Árbol de Utilidad

Como se podrá observar, los atributos de calidad tales como desempeño, capacidad de modificación, disponibilidad y seguridad están descritos como los nodos de alto nivel, bajo el nodo “Utilidad”. Bajo éstos factores de calidad, se encuentran sub-factores más específicos. Por ejemplo desempeño se distribuye en “Latencia de Datos y “Fluidez de Transacción”. Éste es un paso hacia el refinamiento de los atributos, y ser lo suficientemente concretos para la priorización de los mismos. Nótese como los sub-factores están relacionados a la caracterización de los atributos. Latencia y Fluidez son dos tipos de me-

didadas de respuesta para el Desempeño. La Latencia de los Datos, es luego refinada en “Minimización de la latencia de almacenamiento en la DB del cliente” y “Entrega de video en tiempo real”.

Éstos nodos hoja son ahora lo suficientemente específicos para ser priorizados entre sí. Esta priorización puede ser en una escala de 0 a 1, o bien, utilizando un rango relativo tal como Alto (H), Medio (M) y Bajo (L). Típicamente se prefiere el segundo enfoque pues los beneficiarios muchas veces no pueden distinguir más allá de las clasificaciones de Alto, Medio y Bajo. La priorización del Árbol de Utilidad es realizada en dos dimensiones: la Importancia de cada Nodo, y el Grado de Riesgo supuesto al tratar de alcanzar este Nodo (O bien, el grado de dificultad que el grupo de arquitectos percibe para alcanzar ese nivel de calidad específico).

El resultado de este árbol de utilidad provee una lista de escenarios priorizados que sirven como plan para el resto del ATAM. Esto indica al grupo ATAM dónde invertir más tiempo, y en particular dónde evaluar los enfoques arquitectónicos y los riesgos. El árbol de utilidad guía a los evaluadores hacia la búsqueda de enfoques arquitectónicos que satisfagan los escenarios priorizados en las hojas del árbol de utilidad.

#### *ii. La Lluvia de Ideas y los Escenarios*

Mientras la generación de un árbol de utilidad es utilizada principalmente para comprender cómo el arquitecto percibe y utiliza los elementos conducentes de la arquitectura, el propósito de la lluvia de ideas con escenarios, es tomar en consideración a todo el conjunto de beneficiarios. La lluvia de ideas funciona mejor con grupos grandes, creando una atmósfera donde las ideas de una persona estimulan a otros a pensar. El proceso motiva la comunicación, creatividad, y sirve para expresar los pensamientos colectivos de los participantes. La lista de los escenarios priorizados mediante este mecanismo, son comparados a aquellos generados con el árbol de utilidad. Si hay correspondencia, todo está bien. Si hay escenarios conducentes adicionales, se han obtenido también resultados importantes.

#### *iii. Resultados del ATAM*

Mientras que el esclarecimiento de los requerimientos y una mejor especificación de arquitectura es una consecuencia positiva de realizar una evaluación arquitectónica, el propósito fundamental de evaluación es descubrir las decisiones arquitectónicas clave.

En particular, se desea encontrar decisiones clave que presentan riesgos en la implementación de los requerimientos de calidad y decisiones clave que todavía no han sido tomadas. Finalmente, el ATAM ayuda a las organizaciones a desarrollar un conjunto de análisis, logística y guía para decisiones arquitectónicas. Este marco de trabajo deberá sobrevivir y evolucionar a medida que el sistema evoluciona.

Los riesgos son decisiones arquitectónicas potencialmente problemáticas. La certidumbre son aquellas decisiones que dependen de las presunciones implícitas de la arquitectura. Ambos tipos de decisiones deberán ser entendidas y documentadas.

La documentación de estas decisiones consiste en:

- Una Decisión Arquitectónica
- La Respuesta a un Atributo de Calidad que ofrece dicha decisión, junto a las consecuencias del nivel esperado de respuesta.
- El razonamiento para los efectos positivos o negativos que esa decisión tiene en la satisfacción de los requerimientos de los atributos de calidad.

*iv. Puntos de Sensibilidad y Ponderación*

Se pueden clasificar las decisiones arquitectónicas en Puntos de Sensibilidad y Puntos de Ponderación. Un punto de sensibilidad es una propiedad de uno o más componentes (o de relaciones entre componentes) que es crítica para alcanzar una respuesta a un atributo de calidad en particular. Por ejemplo.: *“El nivel de confidencialidad es una VPN pueden ser sensible al número de bits de encriptación”*.

Los puntos de sensibilidad utilizan el lenguaje de caracterizaciones de atributos. Así pues, la priorización de un componente/atributo/relación puede ser un punto de sensibilidad si es una propiedad clave para alcanzar una respuesta (meta específica de calidad) importante del sistema.

Un Punto de Ponderación es una propiedad que afecta a más de un atributo, y es un punto de sensibilidad para más de un atributo. Por ejemplo, cambiar el nivel de encriptación puede tener un impacto significativo tanto en la Seguridad como en el Desempeño. Al incrementar el nivel de encriptación, se mejor el nivel predecible de seguridad, pero se requiere más tiempo de procesamiento. Los puntos de ponderación son las decisiones más críticas que se pueden realizar en cuanto a la arquitectura, y es por eso que se deben de considerar cuidadosamente.\*

*v. Presentación de los Resultados*

La información recopilada durante el ATAM necesita ser resumida y presentada a los beneficiarios del proyecto. En esta presentación se deberá recapitular el contexto del negocio, los requerimientos más significativos, las restricciones, y la arquitectura. Pero más importante aún es presentar los resultados del Método:

- Los enfoques o estilos arquitectónicos documentados
- El conjunto de escenarios y su priorización

---

\* Ver *Tabla de Ponderaciones de Factores más Típicas* en Anexos



- El conjunto de preguntas basadas en atributos
- El árbol de utilidad
- Los riesgos encontrados
- La documentación de las áreas de “no riesgo”
- Los puntos de sensibilidad y los puntos de ponderación descubiertos

vi. *Sumario del ATAM*

El propósito del ATAM no es llevar a cabo modelación formal. Su meta primaria es determinar dónde existen los puntos de sensibilidad y ponderación. Estas áreas de la arquitectura pueden ser luego objeto de análisis más detallado. La identificación de los puntos de sensibilidad y de los puntos de ponderación es frecuentemente el resultado de un análisis implícito o cualitativo. El evaluador es capaz de concluir que una meta de calidad es sensible a ciertas propiedades de la arquitectura. Una meta de cualquier evaluación arquitectónica es lograr que este razonamiento se haga explícito, y quede registrado para su uso posterior.

El razonamiento no es siempre muy formal o matemático, pero debe ser predictivo y repetible. El razonamiento puede manifestarse como una discusión resultante de la exploración sobre enfoques arquitectónicos para dar tratamiento a un escenario; éste también podría ser un modelo cualitativo del comportamiento específico a un atributo que posea la arquitectura; también, el razonamiento puede ser un modelo cualitativo que representa cómo calcular el valor de un atributo de calidad en particular. Los Estilos Arquitectónicos Basados en Atributos (ABAS) y las caracterizaciones de los atributos de calidad proveen la fundación para crear éstos modelos de razonamiento.

### 3.3. Arquitectura Institucional

La necesidad del desarrollo de una arquitectura institucional surge de los intereses claves de los distintos funcionarios (en inglés “stakeholders”) de la organización [TOGAF700]. El rol de la arquitectura es abordar dichos intereses de forma refinada mediante la representación de vistas arquitectónicas que muestran cómo se ha de dar respuesta a éstos intereses y cómo se equilibran y reconcilian aquellos intereses potencialmente conflictivos. Sin el uso de una arquitectura institucional es poco probable que todos los intereses y requerimientos puedan ser satisfechos.

La razón primaria para desarrollar una arquitectura institucional es proveer una base técnica para una estrategia de tecnología de la información, la cual a la vez es la esencia de cualquier estrategia moderna en las organizaciones

Una buena arquitectura institucional permite obtener el equilibrio entre la eficiencia de los recursos tecnológicos y los cambios del entorno organizacional. Al mismo tiempo logra reafirmar las necesidades de la organización en un plan estratégico que permite la sinergia extendida a través de toda la institución.

Las ventajas técnicas resultantes de una buena arquitectura institucional representa beneficios para la organización los cuales son visibles en la forma de:

- Una operación más eficiente de los recursos informáticos:
  - Reduce costos para el desarrollo, soporte y mantenimiento del software
  - Incrementa la portabilidad de las aplicaciones
  - Facilita la integración y la administración de los recursos para interoperar
  - Facilita atender problemas a nivel global de la institución tales como la seguridad
  - Facilita la actualización y el intercambio de componentes de los sistemas
- Mejora el retorno sobre inversión existente reduciendo el riesgo para inversión futura:
  - Reduce la complejidad de la infraestructura informática
  - Incrementa la flexibilidad para construir, comprar, o contratar soluciones
  - Reduce el costo de posesión de las nuevas adquisiciones
- Adquisiciones más simples y efectivas
  - Las decisiones de compra son más simples pues la información utilizada es provista por un plan coherente para toda la organización
  - El proceso es más efectivo, pues permite integrar las nuevas soluciones en el trabajo si sacrificar la coherencia de la tecnología instalada.

Para la definición de una arquitectura institucional existen diferentes enfoques llamados también marcos de referencia arquitectónicos o “architectural frameworks”. Éstas son herramientas metodológicas que pueden ser utilizadas para construir muchos tipos de arquitecturas en diferentes contextos organizacionales (tales como empresas privadas, organizaciones sin fines de lucro, instituciones gubernamentales etc.). Los marcos de referencia describen un método para simplificar la construcción de una arquitectura, asegurando que se aborde una solución completa y lista para el crecimiento futuro en respuesta a las cambiantes necesidades de las organizaciones.

El diseño de una arquitectura es un proceso técnicamente complejo, y el diseño de arquitecturas heterogéneas, y de múltiples proveedores hace de ello una tarea casi imposible de abordar sin el uso de una metodología.

### **3.3.1. El Marco de Referencia de Zachman**

El Marco de Zachman [IMHOFF01], nombre debido a su creador, John A. Zachman, provee un enfoque arquitectónico para la visualización y comunicación de información sobre sistemas complejos. Estos sistemas son utilizados para crear productos tales como

aviones, edificios y maquinaria. Zachman ha razonado que si este enfoque es útil para desarrollar tales sistemas, también debe ser conveniente para sistemas de información.

El marco de Zachman está representado por una matriz que describe un conjunto de perspectivas y un conjunto de dimensiones. Las perspectivas, también llamadas vistas, representan la información necesaria por distintas personas involucradas en el desarrollo de un producto: el planeador, el diseñador, el constructor, y el subcontratista.

Las dimensiones, las cuales son también llamadas abstracciones, representan los seis diferentes aspectos del entorno de un producto: los datos, las funciones, las instalaciones, las personas, los tiempos y las motivaciones.

	Datos <i>¿Qué?</i>	Funciones <i>¿Cómo?</i>	Instalaciones <i>¿Dónde?</i>	Personas <i>¿Quién?</i>	Tiempos <i>¿Cuándo?</i>	Motivaciones <i>¿Por qué?</i>
Planeador <b>ALCANCE</b>	Cosas Importantes 	Funciones Principales 	Localizaciones Operativas 	Organizaciones Importantes 	Eventos Significativos 	Estrategias y Metas del Negocio 
Propietario <b>MODELO DEL NEGOCIO</b>	Modelo Semántico 	Modelo de Procesos del Negocio 	Logística de Distribución 	Modelo de Flujo de Trabajo 	Programa Maestro 	Plan de Negocios 
Diseñador <b>MODELO DEL SISTEMA</b>	Modelo Lógico de Datos 	Arquitectura de Aplicación 	Arquitectura de Sistemas Distribuidos 	Arquitectura de Interfaz Humana 	Estructura de Procesamiento 	Modelo de Reglas del Negocio 
Constructor <b>MODELO TÉCNICO</b>	Esquema Físico 	Diseño de Sistemas 	Arquitectura de Sistemas 	Arquitectura de Presentación 	Estructura de Control 	Diseño de Reglas 
Subcontratista <b>MODELO DE IMPLEMENTACIÓN</b>	Definición de Datos 	Programas 	Arquitectura de Red 	Arquitectura de Seguridad 	Definición de Tiempos 	Especificación de Reglas 
Usuario del Producto <b>PRODUCTO</b>	Bases de Datos 	Sistemas de Producción 	Red 	Organización 	Calendario 	Estrategia 

Figura 3.3-1 El Marco de Referencia de Zachman

Una matriz, tal como la descrita en la figura arriba, es la manera más usual para representar el concepto del marco de Zachman, con las perspectivas mostradas como filas, y las dimensiones mostradas como columnas. Cada celda en la intersección de una fila y columna, provee una representación de la manera en la cual alguien visualiza (perspectiva) al producto de acuerdo a un aspecto (dimensión) del producto.

Dicho enfoque permite que el planeador y el desarrollador se orienten hacia una parte aislada del problema, sin dejar de considerar el contexto global en el cual operan.

Cada perspectiva provee una panorámica distinta del producto y está sujeta a un conjunto distinto de restricciones. Por ejemplo, en cuanto al aspecto de datos de un sistema de información, se tienen las siguientes panorámicas y restricciones:

Perspectiva	Panorámica de los Datos	Restricciones
<i>Planeador</i>	Áreas puntuales que impactan al sistema.	Condiciones legales y financieras
<i>Propietario</i>	Entidades reales: personas, conceptos, eventos, y cosas que intervienen en el sistema.	Políticas de la empresa relacionadas a los datos.
<i>Diseñador</i>	Modelo Lógico (entidades y atributos) de las entidades reales	Entorno del negocio y entorno tecnológico
<i>Constructor</i>	Modelo físico de la Base de Datos	Recursos para el desarrollo
<i>Subcontratista</i>	Bases de Datos y Tablas	Condicionantes de índole de implantación e integración

**Tabla 3.3-1** Ejemplo de las diferentes panorámicas y restricciones desde cada perspectiva

Un buen arquitecto de sistemas busca respuestas para las seis interrogantes básicas, las cuales están en correspondencia biunívoca con las columnas (o dimensiones, o abstracciones) en el marco de referencia.

La columna de datos responde el “¿qué?”; la columna de funciones responde el “¿cómo?”; la columna de las instalaciones responde el “¿dónde?”, la columna de las personas responde el “¿quién?”, la columna de tiempos responde el “¿cuándo?” y la columna de motivaciones responde el “¿por qué?”.

El marco de referencia de Zachman permite asegurar de que el enfoque de desarrollo de sistemas considere todas las áreas. Además, el marco está regido por un grupo de reglas que ha permanecido invariables desde su concepción, hace ya más de diez años, demostrando ser compatible con cualquier metodología sólida de desarrollo. Las reglas que rigen al marco son siete, las cuales instituyen mucha de la fortaleza del marco. Tales reglas se presentan de forma resumida en la tabla siguiente.

Número de la Regla	Nombre de la Regla	Regla
1	Importancia de cada Columna	El orden de las columnas no importa
2	Simplicidad de las Columnas	Cada columna tiene un meta modelo sencillo
3	Unicidad de las Columnas	El meta modelo de cada columna es único.
4	Unicidad de las perspectivas	Cada perspectiva representa un punto de vista único
5	Unicidad de las celdas	Cada celda es única
6	Necesidad de las perspectivas	Todas las columnas son necesarias para tener una perspectiva completa
7	Recursividad Lógica	La lógica de los modelos es recursiva

**Tabla 3.3-2** Resumen de las reglas del Marco de Zachman

**Regla 1:** El orden de las columnas tal como aparecen dispuestas en la matriz Figura 3.3-1 no implica nada sobre su importancia o la secuencia en la que deben de tratarse. La prioridad y secuencia está dictada por la metodología que gobierna el desarrollo del sistema o producto.

**Regla 2:** Como se ha indicado cada columna responde a una de las seis interrogantes (qué, cómo, cuándo, quién, dónde, y por qué). La estructura básica, o meta modelo, para cada conjunto de respuestas – o celdas de la misma columna – es la misma. Por ejemplo, en cuanto a los datos, sin importar la perspectiva, el meta modelo corresponde a entidades vinculadas por relaciones.

**Regla 3:** Ésta regla enfatiza la necesidad de comprender los límites entre dimensión, para no entremezclar aspectos que deberían ser modelados de forma independiente. Esto quiere decir que aunque hay relaciones evidentes entre datos, tecnología, aplicaciones, etc. siempre es necesario describir en cada dimensión expresamente el aspecto correspondiente, y no tratar de describir en los modelos de datos, ni tecnología, ni funcionalidad.

**Regla 4:** Una perspectiva está representada por una fila en la Figura 3.3-1, la cual provee un punto de vista único que está delimitado por un conjunto de restricciones (ver Tabla 3.3-3):

- El planeador deberá tratar con el alcance del producto o sistema, y deberá estar regido por restricciones legales y financieras.
- El propietario (ejecutor de proyecto) deberá de describir el producto bajo las condicionantes de políticas organizacionales y el uso que deberá tener el producto.
- El diseñador deberá describir una abstracción del producto que pueda ser utilizada para su desarrollo. Las restricciones de diseño se relacionan al ambiente del negocio y al entorno tecnológico.
- El constructor deberá de describir la construcción del producto y su ensamblaje, y estará restringido por las técnicas y tecnologías actuales para la construcción.
- El subcontratista deberá de describir la construcción de los componentes. Esta perspectiva promueve la reutilización de componentes comunes, y está regida por restricciones de implementación e integración.

	Datos	Funciones	Instalaciones	Personas	Tiempos	Motivaciones
<b>Planeador</b>	<i>Restricciones Financieras y Legales</i>					
<b>Propietario</b>	<i>Restricciones de Políticas organizaciones y de Uso del Producto</i>					
<b>Diseñador</b>	<i>Restricciones Físicas y del Entorno Organizacional</i>					
<b>Constructor</b>	<i>Restricciones Tecnológicas y de Construcción</i>					
<b>Subcontratista</b>	<i>Restricciones de Implementación y de Integración</i>					
<b>Usuario Final</b>						

**Tabla 3.3-3** Restricciones para cada Perspectiva

A diferencia de las dimensiones, las perspectivas tienen un orden. Cada perspectiva sucesiva depende de su antecesora, tal como se demuestra por la consecución de las restricciones. La definición del alcance (perspectiva del planeador), que debe ser realizada primero, restringe el área de estudio, y todo el trabajo subsiguiente deberá de cumplir con dicha restricción. Por tanto, la construcción de los modelos debe realizarse en la secuen-

cia establecida por las perspectivas, con el fin de cumplir con todas las restricciones de forma ordenada.

**Regla 5:** La combinación de un único meta modelo para cada columna y conjunto único de restricciones para cada fila resulta en una única celda. El modelo que deberá describir cada celda, será una combinación única del meta modelo y de las restricciones pertinentes.

A medida que cada modelo desciende a través de las perspectivas se ve regido por un número incremental de restricciones, indicando una evolución, desde su origen conceptual dentro de la organización, hasta su nivel de implementación de tecnológica.

Por lo general, la mayoría de los procesos de desarrollo, desechan los modelos conceptuales a medida que van obteniendo mayores refinamientos tecnológicos. Sin embargo, las instituciones que desean promover la reutilización y el mantenimiento de sus productos o sistemas, deberían de ser capaces de manejar la evolución de los distintos modelos en un repositorio.

**Regla 6:** Cada columna es parte o dimensión de una visión completa. Para poder tener una perspectiva completa del sistema, es necesario que cada columna, hasta ese nivel (o fila) esté representada.

### **3.3.2. Marco de Referencia de la Arquitectura de Institucional Federal (MRAIF)**

El Marco de Referencia de la Arquitectura Institucional Federal (MRAIF o FEAF – *Federal Enterprise Architecture Framework* por sus siglas en inglés) [FEAF11V99] promueve el desarrollo conjunto de procesos federales comunes, interoperatividad, e intercambio de información entre agencias federales y otras instituciones gubernamentales de los Estados Unidos de América. La razón de ser de la elaboración de un marco de referencia es la de servir como una guía común que ayude en la elaboración de una arquitectura institucional para todo el gobierno federal. El marco de referencia permite que el gobierno:

- Organice la información federal a lo largo de todo el gobierno
- Promover el compartir información entre organizaciones gubernamentales
- Ayudar a las organizaciones a desarrollar sus arquitecturas
- Ayudar a las organizaciones a elaborar sus procesos de inversión en tecnología de la información
- Servir mejor, más rápidamente y más económicamente las necesidades de los clientes

### 3.3.2.1. *Enfoques de Desarrollo*

- **Convencional:** Requiere de un esfuerzo extraordinario en tiempo y dinero. Primero requiere el desarrollo de un marco de referencia para la definición de una arquitectura institucional para todas las instituciones gubernamentales. Luego se debe trazar una línea base. Finalmente la Arquitectura Meta debe ser descrita. Sólo después de que todas estas actividades hayan sido llevadas a cabo, se puede empezar la implementación de la arquitectura mediante el diseño, desarrollo y adquisición de sistemas. Aunque éste enfoque puede parecer lógico, puede resultar en el fracaso debido a la complejidad del esfuerzo gubernamental.
- **Segmentado:** Promueve el desarrollo incremental de segmentos arquitectónicos dentro de un marco de referencia de arquitectura institucional. Éste apunta hacia las principales áreas de gestión (por ejemplo sistemas financieros comunes) y tiene más probabilidad de éxito debido a que el esfuerzo está limitado a funciones comunes, e instituciones específicas.
- **Status Quo:** Representa el enfoque actual de seguir avanzado sin un plan maestro arquitectónico resultando en fracasos al tratar de compartir información y enfrentarse a un entorno rápidamente cambiante. Éste enfoque resulta en retrabajos, baja productividad y pérdida de oportunidades.

El MRAIF considera un enfoque de desarrollo segmentado debido a sus fortalezas en un marco de instituciones de gran tamaño y complejidad.

### 3.3.2.2. *Componentes principales del Marco de Referencia*

- Directrices Arquitectónicas: Representan los tipos de estímulos externos o agentes de cambio para la arquitectura institucional. Éstos pueden ser Directrices Institucionales y Directrices del Diseño. Las directrices institucionales pueden ser nuevas leyes, iniciativas administrativas, modificaciones de presupuestos en áreas sensibles, así como cambios en el mercado. Las directrices del diseño pueden ser nuevo hardware, software y su combinación con una variedad de enfoques de implementación.
- Dirección Estratégica: Guía el desarrollo de una Arquitectura Meta y consiste de una visión, principios, metas y objetivos.
- Arquitectura Actual: Define la arquitectura institucional tal y como opera en el presente, consistiendo de dos partes; la primera parte representa a la arquitectura de la gestión institucional en la actualidad, y la segunda a la arquitectura de diseño en uso (Datos, Aplicaciones, Tecnologías).
- Arquitectura Meta: Define la arquitectura institucional a ser implementada, y consiste de dos partes, las arquitecturas de negocio y de diseño (Datos, Aplicaciones y Tecnologías).

- Procesos de Transición: Apoyan la migración de la Arquitectura Actual a la Meta. Los procesos críticos de transición incluyen, planeamiento de la inversión de capital en Tecnología de Información, Planeación de Migración, Administración de la Configuración y Control del Cambio de Ingeniería.
- Segmentos Arquitectónicos: Consisten en esfuerzos arquitectónicos en las principales áreas del negocio de forma segmentada, tales como sistemas administrativos comunes, áreas de gestión tales como subvenciones y transacciones comerciales, así como pequeñas compras mediante comercio electrónico. Todas éstas pueden representar un solo segmento.
- Modelos Arquitectónicos: Definen los modelos de negocio y de diseño que comprenden lo segmentos de la descripción institucional.
- Estándares: Se refieren a todos los estándares (algunos de los cuales pueden ser obligatorios), normas y mejores prácticas.

### 3.3.2.3. Representación del MRAIF

El MRAIF consta de acercamientos incrementales en los cuales se representan los componentes arquitectónicos en un marco de conceptos útiles para su implementación. Tales acercamientos o representaciones son cuatro y se expondrán a continuación.

#### A. Representación de Primer Nivel

El nivel uno es el más alto nivel de representación (o acercamiento) del marco de referencia de la arquitectura institucional, e introduce los ocho componentes para desarrollar y mantener la arquitectura institucional. Un componente es externo al marco de referencia, las directrices arquitectónicas. Los otros siete son internos. Tal y como se muestra en la figura abajo, el proceso comienza a la izquierda representando el proceso continuo de

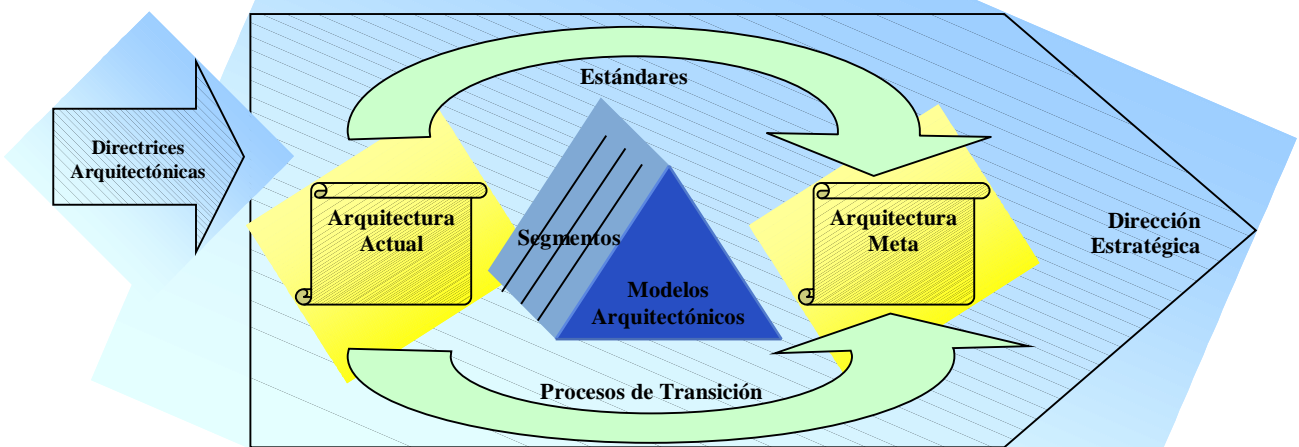


Figura 3.3-2- Representación de Primer Nivel del MRAIF



## B. *Repres*

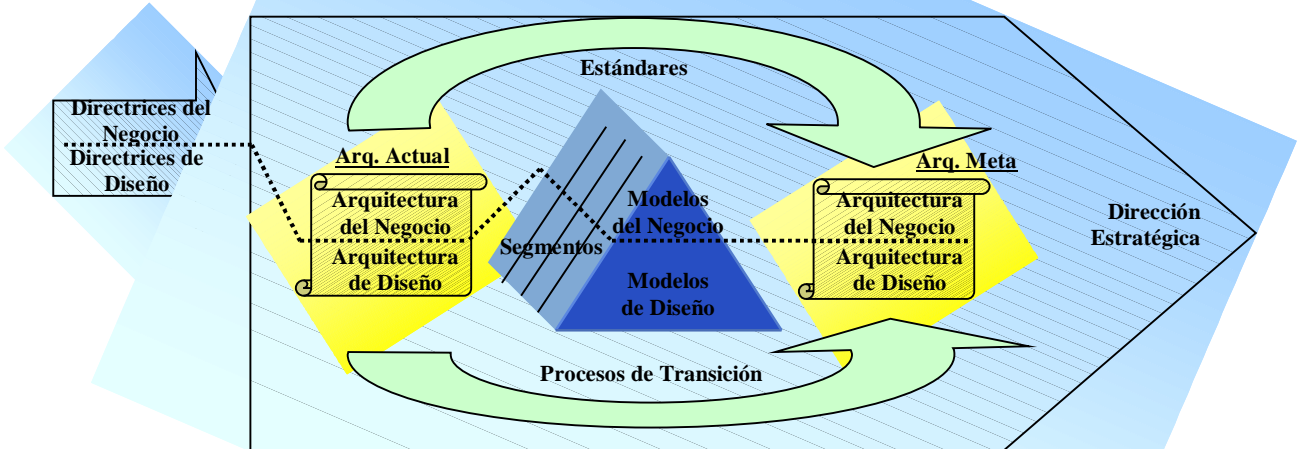


Figura 3.3-3 –Representación de se

El segundo nivel ofrece una perspectiva de los componentes del diseño de la arquitectura institucional. Este nivel realiza una división en dos partes del modelo de primer nivel. En la parte superior se relaciona con la gestión de negocios de la institución y en la parte inferior se relaciona con la arquitectura de diseño que sirve de soporte a dicha gestión.

La relación entre la áreas de negocio y diseño es del tipo “push/pull”, es decir que mientras que el negocio empuja al diseño a concebir nuevas soluciones el diseño hala al negocio hacia proveer nuevas modalidades para ofrecer de servicios.

## C. *Representación de Tercer Nivel*

Ésta representación ofrece un mayor acercamiento a la implementación del marco de referencia, añadiendo un mayor detalle en lo que respecta a la definición de la arquitectura de Diseño, pues ésta ahora se particiona en las áreas de Arquitectura de Datos, Arquitectura de Aplicaciones y Arquitectura Tecnológica.

### Arquitectura de Diseño Actual

- Arquitectura Actual de Datos: Define que datos está en uso para dar apoyo a la gestión institucional.
- Arquitectura Actual de Aplicaciones: Define que Aplicaciones están en uso para administrar los datos y apoyar la gestión institucional.
- Arquitectura Tecnológica Actual: Define que tecnologías sirven de entorno base para las aplicaciones que administran los datos y apoyan la gestión institucional.

## Arquitectura de Diseño Meta

- Arquitectura Meta de Datos: Define que datos serán necesarios para dar apoyo a la gestión institucional.
- Arquitectura Meta de Aplicaciones: Define que Aplicaciones se requerirán para administrar los datos y apoyar la gestión institucional.
- Arquitectura Tecnológica Meta: Define que tecnologías serán necesarias para servir de entorno base para las aplicaciones que administran los datos y apoyan la gestión institucional.

## Modelos de Diseño

- Modelos de Datos: Definen a la Organización
- Modelos de Aplicaciones: Definen las aplicaciones que administran los Datos
- Modelos de Tecnología: Describen la tecnología actual y futura.

### ***D. Representación de Cuarto Nivel***

Mediante la representación de cuarto nivel, se obtiene un detalle de modelos que describen el negocio, los datos, las aplicaciones y las arquitecturas tecnológicas. Un conjunto específico de artefactos, métodos y enfoques de cómo la arquitectura institucional es soportada por tres arquitecturas de diseño (datos, aplicaciones y tecnología) empieza a evolucionar. El marco de referencia MRAIF provee una matriz de artefactos para la captura. La matriz es realmente una versión simplificada del Marco de Referencia de Zachman.

Aunque en realidad el Marco de Referencia no especifica la mayoría de los diagramas (o técnicas de modelación)<sup>†</sup> y documentación que represente cada modelo (o celda), se indica que la institución deberá realizar una selección de la metodología de construcción y representación. Para ello se deberán considerar los siguientes criterios:

- Políticas y Reglas de orden Institucional
- Compatibilidad necesaria con políticas de otra Institución
- Experiencia en la construcción y uso de diagramas y de su metodología constructiva.
- Prioridades en los usos de la arquitectura
- Niveles deseados de Detalle
- Restricciones de Calendario y de Recursos en los esfuerzo de modelación
- Disponibilidad de Productos Arquitectónicos existentes.

---

<sup>†</sup> Los modelos presentados aquí son los sugeridos por [POPKINS2000], pero en la realidad el MRAIF no especifica técnicas de modelación específicas para cada celda.

Perspectivas	Arquitectura de Datos (Entidades = Qué?)	Arquitectura de Aplicación (Actividades = Cómo?)	Arquitectura Tecnológica (Localización = Donde?)
<b>Planeador (Alcance)</b>	<p><b>Lista de Objetos del Negocio</b></p> <p>A nivel del Planeador, se debe capturar una lista de los objetos del negocio (o cosas, o activos) en los cuales la institución está interesada.</p> <p>Los esquemas de captura pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización de Productos y Servicios</li> <li>• Objetos del Negocio</li> <li>• Entidades Candidatas</li> </ul>	<p><b>Lista de Procesos del Negocio</b></p> <p>Dentro de ésta celda se capturan los procesos o funciones que la institución realiza.</p> <p>Los esquemas de captura son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funciones de la Institución</li> <li>• Procesos Cruciales del Negocio</li> <li>• Hilos de Procesos</li> </ul>	<p><b>Lista de Ubicaciones del Negocio</b></p> <p>Dentro de ésta celda, se capturan las localizaciones en la cual opera la institución.</p> <p>El esquema de Captura puede ser una lista básica con la caracterización general de cada ubicación.</p>

Perspectivas	Arquitectura de Datos (Entidades = Qué?)	Arquitectura de Aplicación (Actividades = Cómo?)	Arquitectura Tecnológica (Localización = Donde?)
<b>Propietario (Institución)</b>	<p><b>Modelo Semántico</b></p> <p>El Modelo Semántico es un modelo de los objetos del negocio (o cosas, o activos) a nivel institucional que sean significativos a la institución. Típicamente el modelo semántico está representado por un modelo conceptual de Entidad-Relación.</p> <p>Dicha información puede ser capturada mediante los siguientes modelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jerarquía de Procesos</li> <li>• Modelo de Datos Conceptual</li> </ul>	<p><b>Modelo de Procesos del Negocio</b></p> <p>El modelo de procesos del negocio describe los procesos de negocio reales que lleva a cabo la institución, independientemente de cualquier sistema o de consideraciones de implementación y restricciones organizacionales. Éste puede ser representado mediante un modelo de metodología estructurada expresado en las transformaciones del negocio, sus entradas y salidas</p> <p>Éste puede ser representado mediante los siguientes esquemas:</p> <p><i>Modelación del Negocio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Jerarquía Funcional</li> <li>• Hoja de Procesos</li> <li>• Relación de Procesos y Entidades por Matrices</li> <li>• Descomposición de Procesos</li> </ul> <p><i>IDEF</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama Funcional IDEF0</li> <li>• Diagrama de Flujos de Procesos IDEF3</li> </ul> <p><i>UML</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Casos de Uso</li> <li>• Diagrama de Actividad</li> </ul>	<p><b>Logística del Negocio</b></p> <p>El modelo de logística del negocio captura las ubicaciones de la empresa y sus conexiones (voz, datos, camiones, barcos, etc.).</p> <p>En el se identifican todos los tipos de facilidades en los nodos tales como oficinas sucursales, oficinas centrales, almacenes etc.</p> <p>Ésta información puede ser capturada mediante los siguientes modelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama Conceptual del Negocio</li> <li>• Diagrama de Arquitectura de Alto Nivel definida por el Usuario</li> <li>• Relación de Procesos del Negocio a Ubicaciones mediante Matriz</li> </ul>

Perspectivas	Arquitectura de Datos (Entidades = Qué?)	Arquitectura de Aplicación (Actividades = Cómo?)	Arquitectura Tecnológica (Localización = Donde?)
<b>Diseñador (Sistemas de Información)</b>	<p><b>Modelo Lógico de Datos</b></p> <p>El modelo lógico de datos es una representación lógica de los objetos de la organización sobre lo cuales la institución registra información.</p> <p>Éste es representado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo entidad-relación con sus atributos y claves completas, y normalizado.</li> <li>• Un Diagrama de Clases con UML</li> </ul>	<p><b>Arquitectura de Aplicación</b></p> <p>El modelo e Arquitectura de Aplicación presenta la implementación lógica de los sistemas que soportan los procesos del negocio. Ésta expresa las fronteras humano-máquina hacia el sistema, y puede incluir los mecanismos y controles, además de las entradas y salidas de los sistemas lógicos.</p> <p>Éste puede se representado mediante los siguientes modelos:</p> <p><b>UML</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Casos de Uso</li> <li>• IGU para la captura de ideas de Casos de Uso</li> <li>• Diagrama de Robustez</li> <li>• Diagrama de Clases</li> </ul> <p><b>Diagramas Adicionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Arquitectura del Sistema</li> </ul> <p><b>Estructurado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Flujo de Datos</li> <li>• Diagrama de Contexto.</li> </ul>	<p><b>Arquitectura de Distribución Geográfica del Sistema</b></p> <p>Éste es un modelo lógico de la implementación de sistema referente a la logística de negocio. Éste describe los tipos de sistemas, instalaciones y software de control en los nodos y enlaces (por ejemplo, procesadores, sistemas operativos, dispositivos de almacenamiento, DBMS, periféricos y controladores, y sistemas operacionales)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Componentes UML</li> <li>• Mapa del Área de Sistemas</li> </ul>

Perspectivas	Arquitectura de Datos (Entidades = Qué?)	Arquitectura de Aplicación (Actividades = Cómo?)	Arquitectura Tecnológica (Localización = Donde?)
<b>Constructor (tecnología)</b>	<p><b>Modelo Físico de Datos</b></p> <p>El modelo físico de datos representa el modelo de datos que ha sido ajustado a las restricciones físicas de la implementación de base de datos.</p> <p>Si la implementación de la base de datos utiliza tecnología relacional, entonces se utilizar un diagrama ER físico para representarle. Si la implementación de la base de datos utiliza conceptos de base de datos orientada a objetos, entonces un diagrama de clases puede ser utilizado para representarle.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo Físico de Datos</li> <li>• Diagrama de Clases UML</li> </ul>	<p><b>Diseño de Sistemas</b></p> <p>El Diseño de Sistemas, a alto nivel de abstracción, sería un diagrama de estructuras. A un bajo nivel de abstracción, es un detalle del diseño y arquitectura de a la aplicación. Si se utiliza una notación orientada a objetos, ésta representaría los métodos y sus realizaciones.</p> <p>Éste puede ser representado mediante los siguientes diagramas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Secuencias UML</li> <li>• Diagrama de Actividad UML</li> <li>• Diagrama de Clase UML</li> <li>• Diagrama de Estados UML</li> <li>• Diagrama de Componentes UML</li> <li>• Estructura de Sistemas y Subsistemas</li> </ul>	<p><b>Arquitectura Tecnológica</b></p> <p>La arquitectura tecnológica deberá representar el entorno físico de la tecnología para la institución. Éste muestra sistemas de hardware y software en los nodos, incluyendo sistemas operativos y middleware.</p> <p>Éste puede ser representado mediante los siguientes modelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Distribución UML</li> <li>• Diagrama Conceptual de Redes</li> </ul>
<b>Subcontratista (especificaciones detalladas)</b>	<p><b>Definición de Datos</b></p> <p>Incluye toda la definición de datos DDL requerido para la implementación.</p>	<p><b>Programas</b></p> <p>El código de programa de las aplicaciones.</p>	<p><b>Arquitectura de Redes</b></p> <p>Consiste en la definición específica de las direcciones de los nodos y la identificación de las interconexiones. Puede ser representado por los siguientes modelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Distribución UML</li> <li>• Diagrama Conceptual de Redes</li> </ul>

Tabla 3.3-4 – Perspectiva de Cuarto Nivel del MRAIF

### 3.3.2.4. Metodología de Construcción Arquitectónica

El enfoque de resolución del modelo establecido por el MRAIF está basado en la metodología EAP (*Enterprise Architecture Planning* o Planeación de la Arquitectura Institucional) de Steven Spewak.[SPEWAK92]

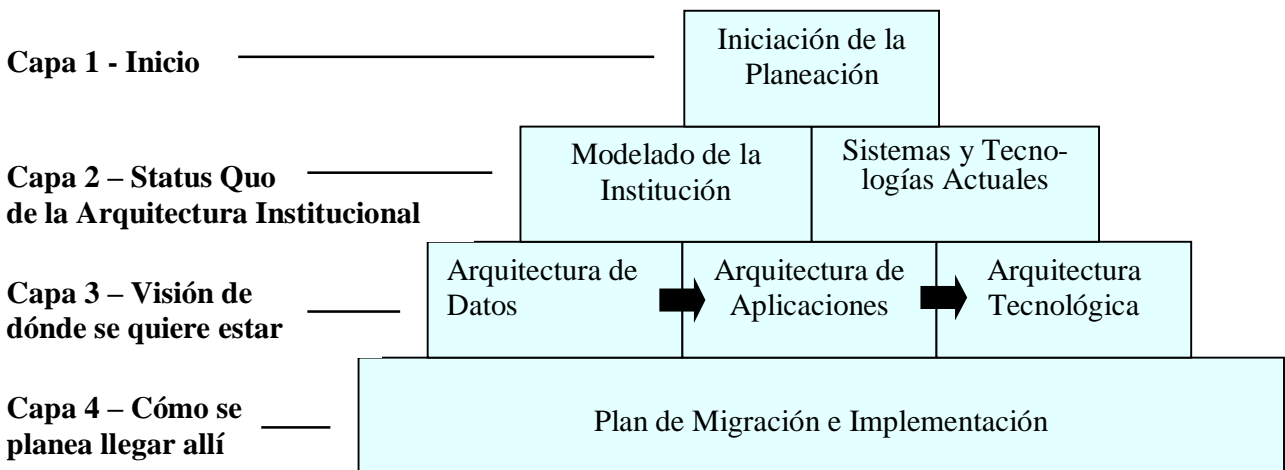


Figura 3.3-4– Estructura del enfoque EAP para el modelo MRAIF [CIOC99]

### 3.3.2.5. Modelo Técnico de Referencia

Un producto fundamental de la definición de una Arquitectura institucional Federal es un Modelo Técnico de Referencia (TRM por sus siglas en inglés). La mayoría de los marcos de referencia o frameworks para la definición de arquitecturas institucionales consideran a los TRM como piezas clave.

El TRM es más que un producto terminado, es una función continua requerida a través de evolución de la Arquitectura Institucional. Es importante recordar que la Arquitectura Institucional no debe exceder un horizonte de 5 años. No obstante, durante ese período, nuevas tecnologías aparecen, con lo cual las directrices de diseño afectan el esquema de trabajo definido. La función del TRM es mejorar la calidad de la solución arquitectónica mediante la revisión continua de los avances tecnológicos en el entorno, a fin de aprovechar tecnologías que pueden resultar más óptimas en términos de beneficios y costos. El TRM tiene los siguientes objetivos [FEABRM02]:

- Clasificar, categorizar, y recomendar tecnologías, componentes y funciones para apoyar la reutilización de servicios del negocio a través de las instituciones gubernamentales.

- Definir los productos existentes y componentes que pueden ser aprovechados más allá de los límites de cada institución.
- Impulsar y apoyar la conformidad de los procesos informáticos bajo las recomendaciones de la arquitectura institucional.

Además se puede indicar que el TRM tiene dos propósitos específicos [FEABRM02]:

- Permitir la evolución basada en nuevos productos, servicios y recursos a medida que se descubren dentro de la industria y del desarrollo estatal.
- Proveer un marco de referencia para la identificación de componentes tecnológicos y su relación con estándares, proveedores y recursos del negocio.



### 3.3.3.El Marco Arquitectónico de Referencia del “The Open Group” (TOGAF)

El TOGAF\* es el marco de referencia arquitectónico del *The Open Group*, una organización sin fines de lucro que promueve la utilización de tecnologías abiertas para garantizar la interoperatividad de los sistemas. Mediante la metodología que provee el TOGAF las organizaciones pueden facilitar la definición de arquitecturas institucionales con el uso de tecnologías abiertas.

Los elementos fundamentales de la metodología TOGAF son los siguientes:

- Un método de desarrollo arquitectónico
- Una arquitectura base (*Foundation Architecture*)
- Un conjunto de recursos de apoyo

Cada uno de estos elementos será tratado con detalle suficiente en los acápites presentados a continuación.

#### 3.3.3.1. Método de Desarrollo Arquitectónico

El método de desarrollo se lleva a cabo mediante la consecución de un conjunto de fases que giran en torno a los requerimientos organizacionales. El contexto de este método se detalla en la figura a continuación:

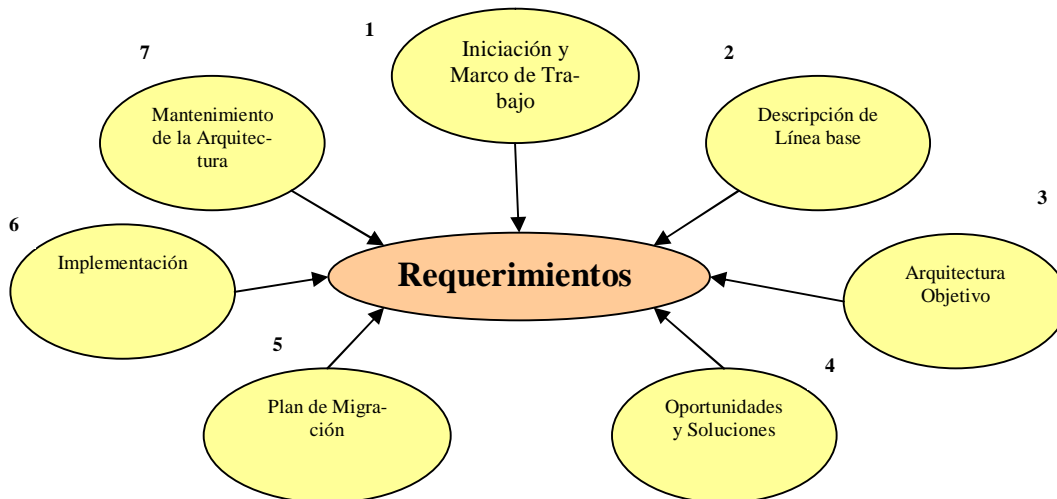


Figura 3.3-5 – Fases del Método de Desarrollo Arquitectónico

\* TOGAF: *The Open Group Architecture Framework*

## **A. *Iniciación y marco de trabajo***

La primera fase, conocida como de iniciación y marco de trabajo, consiste en la definición de escenarios de gestión institucional y otros insumos estratégicos de la organización para obtener una visión arquitectónica orientada al cumplimiento de los requerimientos. Para la definición de escenarios se utiliza una *petición para la definición arquitectónica*. El contenido de este insumo es:

- Los promotores institucional
- Declaración de la misión institucional
- Los planes estratégicos del negocio
- Las restricciones temporales
- Los cambios del entorno institucional
- Las restricciones organizacionales
- La información presupuestaria y restricciones financieras
- Restricciones del entorno
- La descripción de los sistemas actuales de la institución
- La descripción de la arquitectura de sistemas actuales
- La descripción de los recursos en desarrollo disponibles

## **B. *Descripción de línea base***

La segunda fase, conocida como descripción de línea base, tiene el objetivo de desarrollar una descripción de alto nivel de las características de los sistemas existentes. Ello es necesario, pues la documentación descriptiva será utilizada como punto de inicio para el desarrollo arquitectural, permitiendo listar los problemas de interoperatividad que la arquitectura final tendrá que tomar en cuenta.

Para ello el mejor enfoque es describir el sistema en los términos utilizados por la organización. Se puede derivar una clara imagen de las funciones institucionales que reciben servicios de los sistemas, y de las plataformas que apoyan estas funciones. Es importante utilizar el material existente tanto como sea posible. Además es necesario identificar y analizar sólo aquella información que permita tomar decisiones bien sustentadas orientadas por la arquitectura meta. Así pues, es importante ofrecer una imagen de la arquitectura base sin entrar en mucho detalle.

Es necesario para este análisis, identificar tecnología existente que pueda ser considerada como recursos reutilizables. Luego es necesario identificar los bloques constructivos de la arquitectura y proponerlos documentalente. Los resultados de la segunda fase corresponden a un refinamiento de la arquitectura de gestión.

## **C. *Definición de arquitectura meta***

La tercera fase corresponde a la definición de la arquitectura meta. Para ello se deben implementar los pasos siguientes:

1. Generar una descripción de la línea base:
  - Documentar las restricciones para la nueva arquitectura
  - Proponer los principios arquitectónicos (referentes a la construcción, implementación y uso de la arquitectura)
  - Listar las funcionalidades deseadas
  - Generar agrupaciones de funcionalidades por afinidad, en base a los servicios del TRM (Modelo de Referencia Técnica) del TOGAF
  - Analizar las relaciones entre las agrupaciones
  - Identificar las funcionalidades para asegurarse que todo el sistema se ha considerado
  - Generar un modelo de arquitectura técnica
  - Verificar el modelo de arquitectura técnica
  - Documentar los principios de evaluación para la arquitectura técnica
  - Documentar para la selección de una cartera de servicios arquitectónicos
2. Considerar distintas perspectivas arquitectónicas
  - Seleccionar perspectivas relevantes a la arquitectura (vistas de arquitectura de sistemas, de ingeniería de software, de hardware, de datos, de Comunicaciones, de procesos, de la gestión de negocios, de seguridad)
  - Seleccionar las herramientas para la modelación de las perspectivas seleccionadas
  - Documentar las restricciones técnicas derivadas de los principios de evaluación técnica
  - Documentar y desarrollar puntos de vistas relevantes (considerando el ANSI/IEEE Std. 1471-2000)
  - Aplicar un análisis de ponderación (ver ATAM) de las vistas arquitectónicas
3. Considerar un modelo arquitectónico de los bloques constructivos
  - Para cada vista arquitectónica crear un modelo específico utilizando la herramienta seleccionada
  - Asegurar que todas las necesidades de los interesados institucionales sean abordadas. Si no ocurre ello, será necesario ampliar los modelos existentes para dar cobertura a tales necesidades
  - Realizar un análisis de ponderación para resolver los conflictos entre las distintas vistas
4. Generar una cartera de servicios por bloque constructivo
  - Producir una agrupación por afinidad de los servicios

- Comparar las agrupaciones de afinidad contra las necesidades de los beneficiarios institucionales
  - Documentar la cartera de descripción de servicios para cada bloque constructivo de la arquitectura asegurando que existan servicios no conflictivos
  - Documentar las solicitudes de cambio para las arquitecturas
5. Confirmar que los objetivos y metas institucionales sean satisfechos por la arquitectura
- Evaluar la arquitectura en base a las preguntas guías
  - Documentar los resultados
6. Determinar los criterios para la selección de especificaciones
- Identificar criterios para seleccionar las especificaciones y carteras de especificaciones basándose en criterios previamente utilizados para sistemas existentes y creando una extrapolación para los nuevos elementos arquitecturales
  - Realizar reuniones con los patrocinadores del proceso y presentar la situación actual para negociar la continuación del proyecto
7. Completar la definición arquitectónica
- Asegurar que exista una documentación clara de todas las interfaz para cada bloque constructivo (APIs, formatos de datos, protocolos, interfases de hardware)
  - Seleccionar los estándares para cada interfaz a partir de los bloques constructivos de la arquitectura, reutilizando tanto como sea posible el TRM del TO-GAF
  - Documentar completamente cada bloque constructivo de arquitectura
  - Realizar una revisión final en base a los objetivos institucionales
  - Documentar los reportes finales de rastreabilidad de requerimientos
  - Crear un mapeo de las arquitecturas en el continuo arquitectónico

#### ***D. Oportunidades y soluciones***

Esta fase identifica los parámetros de cambio, las fases principales que abarcan proyectos de alto nivel que necesitan ejecutarse para trasladarse del entorno existente hacia el entorno (o arquitectura) objetivo. Ello formará la base para el plan de implementación requerido para alcanzar la arquitectura meta.

Frecuentemente el proceso para la identificación de oportunidades de implementación permite que la institución identifique nuevas aplicaciones, para lo cual podrá ser necesario iterar entre la fase de Oportunidades y Soluciones, y la fase de Arquitectura meta. Esta actividad iterativa se verá limitada por el tiempo y/o dinero disponible pues es posible que se desperdicien esfuerzos en la búsqueda de una arquitectura perfecta.

Las actividades más importantes de esta fase son:

- Identificación de los requerimientos técnicos desde una perspectiva funcional
- Identificación de los requerimientos de coexistencia e interoperatividad
- Evaluación de la arquitectura e identificación de los cambios requeridos ( o “gap analysis”)
- Identificación y clasificación de proyectos (tales como aquello de nuevo desarrollo, oportunidad de adquisición o re-implementación de un sistema existente)

### ***E. Planeación de la Migración***

El objetivo de esta fase es definir la secuencia de implementación de los proyectos en base a su prioridad. A continuación se detallan las actividades requeridas:

- Priorizar los Proyectos
- Identificación de las necesidades de migración
- Evaluar dependencias, estimar costos y beneficios de los distintos proyectos de migración
- Evaluación del Riesgo
- Generación de la secuencia temporal
- Análisis del Impacto y documentación del plan de migración

### ***F. Implementación***

El objetivo de esta fase es formular las recomendaciones para cada proyecto de implementación, y construir un contrato de la arquitectura que gobierne la implementación y despliegue de sistemas. Los sistemas son implementados durante esta fase.

Las actividades a llevar a cabo durante esta fase son las siguientes:

- Formular recomendaciones para cada proyecto incluyendo:
  - Documentar el alcance de cada proyecto
  - Documentar los requisitos estratégicos en el análisis de impacto
  - Documentar las solicitudes de cambio (tales como el soporte de una interfaz estándar)
  - Documentar las reglas de aceptación del proyecto
  - Documentar los requerimientos de tiempo en el análisis de impacto
- Documentar un contrato de arquitectura
  - Obtener la autorización de todas las organizaciones impactadas por el desarrollo así como de los patrocinadores

## **G. *Mantenimiento de la Arquitectura***

El objetivo de esta fase es establecer un procedimiento de mantenimiento para la nueva línea base obtenida al completar la fase de implementación. Este procedimiento típicamente proporciona recursos para el monitoreo de tales cosas como nuevos desarrollos en tecnologías y cambios en el entorno institucional, así como para determinar si es necesario iniciar formalmente un nuevo ciclo de evolución arquitectural.

Las principales actividades de esta fase son:

- Monitorear continuamente de los cambios tecnológicos
- Monitorear continuamente de los cambios institucionales
- Evaluar los cambios y definir un plan de acción
- Realizar reuniones del concejo que administra la arquitectura para tomar decisiones sobre los procesos de cambio

### **3.3.3.2. *Fundaciones Arquitectónicas***

El marco de referencia de la arquitectura es una herramienta que puede ser utilizada para describir una familia de arquitecturas relacionadas, permitiendo que una arquitectura individual pueda generarse mediante la selección y de la modificación de un conjunto de componentes de referencia. En este marco se describe un sistema de información en términos de un modelo, conformado por un conjunto de bloques constructivos conceptuales, demostrando como se integran tales bloques constructivos.

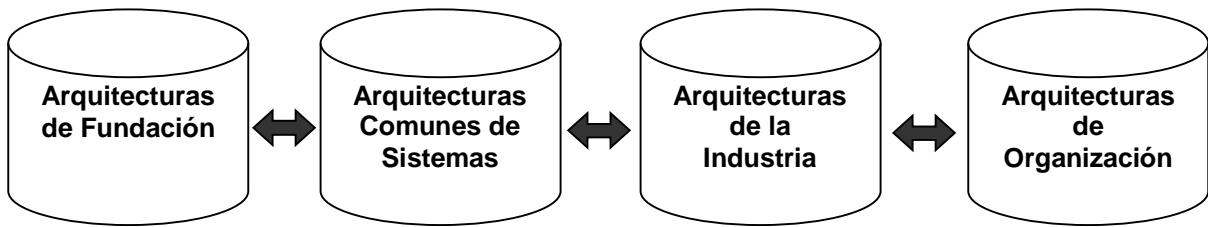
Esta arquitectura de referencia está conformada por:

#### **A. *El Continuo Institucional***

El continuo institucional es un concepto utilizado por el TOGAF que permite que los interesados institucionales puedan identificar el lugar donde se encuentran en el desarrollo de su arquitectura.

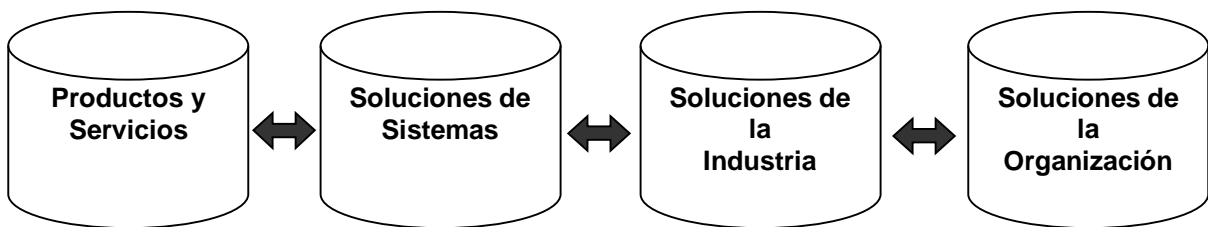
El continuo institucional es una frase que denota la combinación de dos conceptos complementarios:

- *El continuo arquitectural*: Ofrece una forma consistente de definir y comprender las reglas genéricas, representaciones y relaciones en un sistema de información. Este representa una estructuración recursos reutilizables. En este se definen la construcción de arquitecturas de sistemas de información de fuentes genéricas de arquitecturas (Arquitecturas de Fundación) hasta arquitecturas específicas (Arquitecturas de Organización)



**Figura 3.3.3.2-1** - El Continuo Arquitectural

- *El continuo de soluciones:* Provee una representación consistente para describir y comprender la implementación del continuo arquitectural. El continuo de soluciones define los recursos disponibles en el entorno institucional que pueden ser utilizados como bloques constructivos reutilizables. Estos bloques constructivos deben considerarse parte del continuo en dependencia del nivel de reutilización en dominios genéricos y dominios más particulares.



**Figura 3.3.3.2-2** - El Continuo de Soluciones

## **B. El Modelo Técnico de Referencia**

El modelo técnico de referencia (MTR: *Technical Reference Model*) proporciona una taxonomía y representación visual de la estructura de los sistemas de información y en particular, las funciones de plataforma que soportan las aplicaciones del negocio.

Es importante tener en mente que el propósito del modelo técnico de referencia es auxiliar en la comprensión de la taxonomía, pues no tiene valor arquitectural más allá de este propósito.

Los componentes del modelo técnico de referencia son dos:

- Una taxonomía<sup>†</sup> que define la terminología y provee una descripción coherente de los componentes y la estructura conceptual de un sistema de información
- Una representación gráfica del modelo técnico de referencia que proporciona un medio visual para transmitir el concepto de la taxonomía, como un auxiliar a su comprensión.

<sup>†</sup> Una lista de los componentes de la Taxonomía del TOGAF-TRM se proporciona en los Anexos

En general, esta taxonomía describe los siguientes elementos:

- Entidades
  - *Software de Aplicaciones*
    - *Aplicaciones de Gestión Institucional:* proporcionando la implementación de los procesos institucionales para una industria en particular
    - *Aplicaciones de Infraestructura:* *proporcionando funcionalidad de propósito general. Que debería satisfacer las siguientes características:*
      - Amplia disponibilidad como software comercial
      - Interacción con el usuario
      - Implementación basada en servicios de infraestructura
      - Implementación que puede incluir extensiones significativas a las infraestructura subyacente
      - Interoperatividad

Ejemplos de estas son:

- Servicios de pago y transferencia de fondos
  - Servicios de correo electrónico
  - Publicación y Suscripción
  - Agentes Inteligentes
  - Servicios de Calendarización
  - Servicios de Groupware
  - Servicios de Flujo de Trabajo
  - Hojas de Cálculo
  - Software de Presentaciones
  - Edición y presentación de Documentos
  - Administración de Aplicaciones
  - Herramientas de Ingeniería de Software
  - Todas estas herramientas presentan una significativa dependencia de los servicios debajo nivel en la arquitectura.
- *Plataforma de Aplicaciones:* Actualmente el concepto de plataforma se ha extendido a medida que el software considerado como base (Sistema Operativo por ejemplo) incorpora ahora servicios de alto nivel que hacen que la distinción entre estos y las aplicaciones de infraestructura sea cada vez más sutil.
  - *Infraestructura de Comunicaciones*



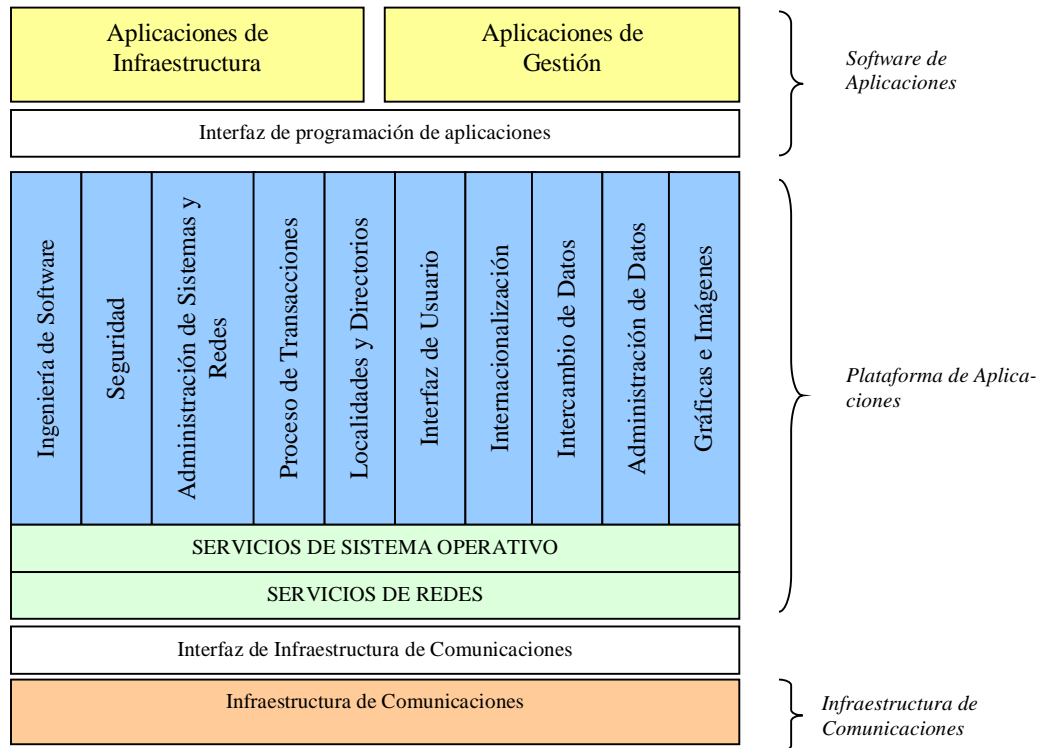
- Interfaces: Las cuales son utilizadas como mecanismos de integración entre las tres entidades anteriormente definidas en la taxonomía.
  - Interfaz de la plataforma de aplicaciones
  - Interfaz de la infraestructura de comunicaciones

**C. La Base de Información de Estándares (SIB)**

La Base de Información de Estándares proporciona una base de datos sobre estándares de sistemas de información. Los estándares a los cuales se refiere provienen de varias fuentes: de entidades de estandarización formales como ISO o IEEE, de autoridades de estandarización y de consorcios como la W3C.

Esta base de información tiene tres usos principales:

- Desarrollo arquitectural: Para las organizaciones que están generando una arquitectura para sus sistemas de información, la SIB proporciona una fuente valiosa sobre estándares que pueden ser utilizados para conformar la arquitectura.
- Adquisición: Una organización que está planeando una adquisición encontrará en la SIB puede ayudar a que durante la adquisición se preserve una definición clara de los requerimientos técnicos como un mecanismo de aseguramiento de la conformidad.
- Información General: La SIB puede actuar simplemente como una fuente de información sobre estándares relevantes de la industria.



**Figura 3.3.3.2-3-** Modelo Técnico de Referencia con las Categorías de Servicio

Los estándares que proporciona el TOGAF son todos estándares del Open Group, aunque evidentemente, las instituciones pueden crear sus propias implementaciones del SIB<sup>‡</sup> que incorporen otros estándares de la industria así como aquellos normados internamente.

### **3.3.3.3. Recursos de Apoyo**

TOGAF también proporciona otros instrumentos de apoyo que son descritos a grandes rasgos en la documentación que proporciona, además de vínculos a sitios de Internet sobre estándares y publicaciones técnicas donde se puede obtener mayor información al respecto. Estos recursos recomendados son:

- Patrones Arquitectónicos
- Principios Arquitectónicos como instrumentos de apoyo a los principios institucionales
- Principios para el establecimiento de un Consejo para la Administración de la Arquitectura
- Instrumentos para evaluar el cumplimiento de los principios arquitectónicos
- Lenguaje de Marcado para la Descripción de Arquitecturas (Un ADL basado en XML)
- Vistas Arquitectónicas basadas en el estándar ANSI/IEEE Std 1471-2000
- *IT Governance* como mecanismo para asegurar que el control de la arquitectura permanezca bajo el control de la alta gerencia

---

<sup>‡</sup> La implementación del TOGAF SIB puede localizarse en Internet en: <http://www.opengroup.org/sib2>

## 3.4. Transición Tecnológica

Puesto que la selección tecnológica deberá considerar en todo momento las repercusiones de la tecnología para con el proyecto, así como el impacto en la organización adquisidora, es necesario considerar el proceso completo de transición tecnológica.

La transición tecnológica y áreas estrechamente relacionadas, como la difusión de la innovación y la administración tecnológica han sido estudiadas ya por varios años. Recientemente más y más investigadores y practicantes se han esforzado por mejorar la transición tecnológica en el software, y tecnologías orientadas a la información, como equipo médico, redes de telecomunicación y redes de transporte terrestre. No obstante, la propiedad maleable del software es lo que hace que la transición tecnológica en todas sus aplicaciones sea especialmente problemática.

En el caso de la transición, de acuerdo a [SEI1993a], se deben considerar tres tipos de perspectivas, ajustadas al enfoque de la tecnología y a su uso: Transición mediante Investigación y Desarrollo, Transición para un Nuevo Producto, y Transición de Adopción e Implementación. En el primer caso, existe un nivel de poca madurez tecnológica, con una visión muy dispersa en cuanto a la aplicabilidad de la misma, y basada fundamentalmente en procesos de experimentación. En el segundo caso, existe una nueva tecnología desarrollada, y se requiere proveer un proceso de extensión para la aplicación de esta nueva tecnología, con la visión última en un único producto, y por lo general, se lleva a cabo su construcción en laboratorios de ingeniería, y para su difusión no existen intermediarios comerciales. En el tercer caso, se trata de la adopción e implantación tecnológica en las organizaciones; esta perspectiva se enfoca en las necesidades organizacionales: los usuarios de la tecnología, la estructura administrativa requerida para facilitar la adopción de esta tecnología, y los cambios operativos y culturales resultados de la presencia de la nueva tecnología.

El enfoque de esta sección se realiza sobre la tercera perspectiva. Para lograr un mejor aprovechamiento metodológico, se le dará más importancia a las herramientas disponibles para administrar la transición desde el punto de vista estratégico, y la administración de riesgos de adopción

### 3.4.1. Estrategia Organizacional y Tecnología

Existen diversos puntos de vista sobre el papel de la Tecnología en la Estrategia Organizacional [BURGELMAN2001]. Una escuela de pensamiento considera que es suficiente comprender los parámetros transformados por la “caja negra” tecnológica. La otra escuela, es la de Michael Porter, en “Estrategia Competitiva y Tecnología”, donde el concepto de *estrategias genéricas* es utilizado como marco de referencia para clasificar las estrategias competitivas. Las estrategias genéricas son (a) Diferenciación Industrial (b) Diferenciación Dirigida (c) Liderazgo en Costos dentro de la Industria y (d) Liderazgo Dirigido en Costos.

Porter indica que la estrategia tecnológica es una herramienta potencialmente poderosa para lograr situarse en cualquiera de los cuatro tipos de estrategias, pero que cada una requiere un tipo de estrategia tecnológica diferente.

En el ámbito organizacional es necesario definir la Importancia de la Tecnología en la Estrategia. Para ello, dicha importancia deberá se expresada en términos de valor agregado a una clase particular de productos y el valor agregado potencial a otra clase de productos para el usuario o cliente. La importancia de una tecnología en particular es afectada grandemente por el lugar donde se sitúan en el ciclo de vida tecnológico.

El cambio tecnológico es una de de las fuerzas más importantes afectado la posición competitiva de una empresa, y la mayoría de las empresas tienen dificultades para responder a tales cambios. La integración de la tecnología y la estrategia debe ser entonces un proceso dinámico, y requiere de un firme conocimiento sobre la dinámica de ciclo de vida de las diferentes tecnologías que se utilizan.

En la misma dirección, un elemento crucial en la integración de la tecnología y la estrategia es la capacidad de realizar sistemáticamente predicciones tecnológicas. Existen diversos tipos de técnicas para este propósito tales como las funciones de progreso tecnológico (Curvas-S), extrapolación de tendencias, el método Delphi, y desarrollo de escenarios. Un aspecto fundamental para la capacidad predictiva, y para observar las relaciones entre eventos tecnológicamente significativos, es el esfuerzo de recopilar información de manera sistemática y continua. Mantener una bitácora para este propósito es una manera efectiva de realizar tal recolección de datos.

<b>Ciclo de Vida de la Tecnología</b>	
<i>Etapa del Ciclo de Vida</i>	Importancia de las Tecnología en la Ventaja Competitiva
1. Tecnologías Emergentes	Aquellas que no han demostrado aún su potencial para cambiar los términos de competencia
2. Tecnologías de Pauta	Aquellas que han demostrado su potencial para cambiar los términos de competencia
3. Tecnologías Clave	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son acoplables a los productos y procesos</li> <li>- Tienen un mayor impacto en la cadena de valor agregado (costo, desempeño, calidad)</li> <li>- Permite alcanzar posiciones de Patentes o Innovaciones Propietarias</li> </ul>
4. Tecnologías Base	Tienen poco impacto en la cadena de valor agregado, son comunes a todos los competidores, son de comodidad

### 3.4.2. Administración de Cambios Tecnológicos

El propósito de la Administración de Cambios Tecnológicos es identificar las nuevas tecnologías y darle seguimiento dentro de la organización de una forma ordenada.

La Administración de Cambios Tecnológicos, considerando a [SEI1997a], involucra identificar, seleccionar, y evaluar nuevas tecnologías, e incorporar las tecnologías más efectivas dentro de la organización. El objetivo es mejorar la calidad de las soluciones, incrementar la productividad, y reducir el tiempo de un ciclo para el desarrollo de productos.

La organización establece un grupo (tales como un grupo de procesos de ingeniería de software, o un grupo de soporte tecnológico) que trabaje con los proyectos informáticos para introducir y evaluar nuevas tecnologías y administrar los cambios de las tecnologías existentes, con un énfasis particular en los cambios tecnológicos que tiene la posibilidad de mejorar la productividad de la empresa.

Al mantener el conocimiento sobre las innovaciones tecnológicas y sistemáticamente evaluándolas y experimentando con ellas, la organización selecciona las tecnologías apropiadas para mejorar la calidad de su software y la productividad de sus actividades. Los esfuerzos piloto son realizados para evaluar tecnologías no probadas, antes de ser incorporadas en la práctica común. Con el apoyo apropiado de la administración de la organización, las tecnologías seleccionadas son incorporadas en el proceso estándar de desarrollo, y en los proyectos actuales, si es pertinente.

Los cambios en el proceso estándar de desarrollo informático, y los cambios en proyectos que se rigen por dichos procesos, son el resultado de los cambios tecnológicos establecidos de forma institucionalizada.

### 3.4.3. Métricas Cuantitativas para la Transición

Existen herramientas cuantitativas que permiten realizar estudios altamente objetivos sobre la transición tecnológica. Es importante considerar las fases principales del proceso de transición, por lo cual se adoptará el siguiente diagrama como referencia:

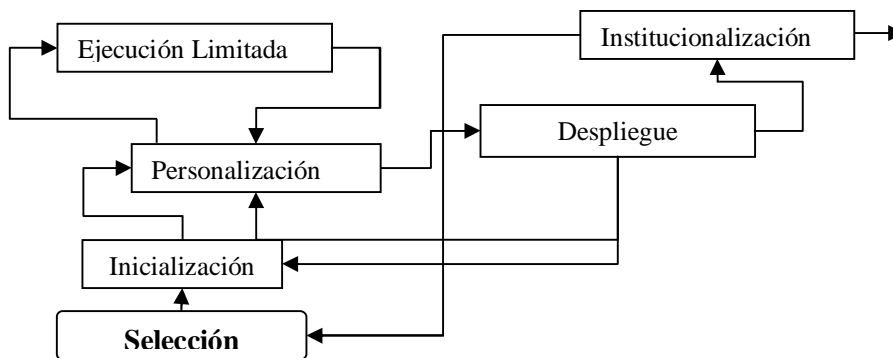


Figura 3.4-1 – Proceso de Transición Tecnológica [MTRLA98]

Es posible observar que la etapa de institucionalización de la tecnología se establece al final del proceso, es decir, que ello representa el amplio uso de la tecnología en toda la organización. No obstante, también cabe observar que éste es un proceso iterativo, y que la institucionalización afectará el proceso de selección en ciclos subsiguientes.

Otra representación gráfica muy importante en el documento [MTRLA98] es la relación de la adopción efectiva de la población de una tecnología, en relación a la etapa de transición tecnológica en la que se encuentran.

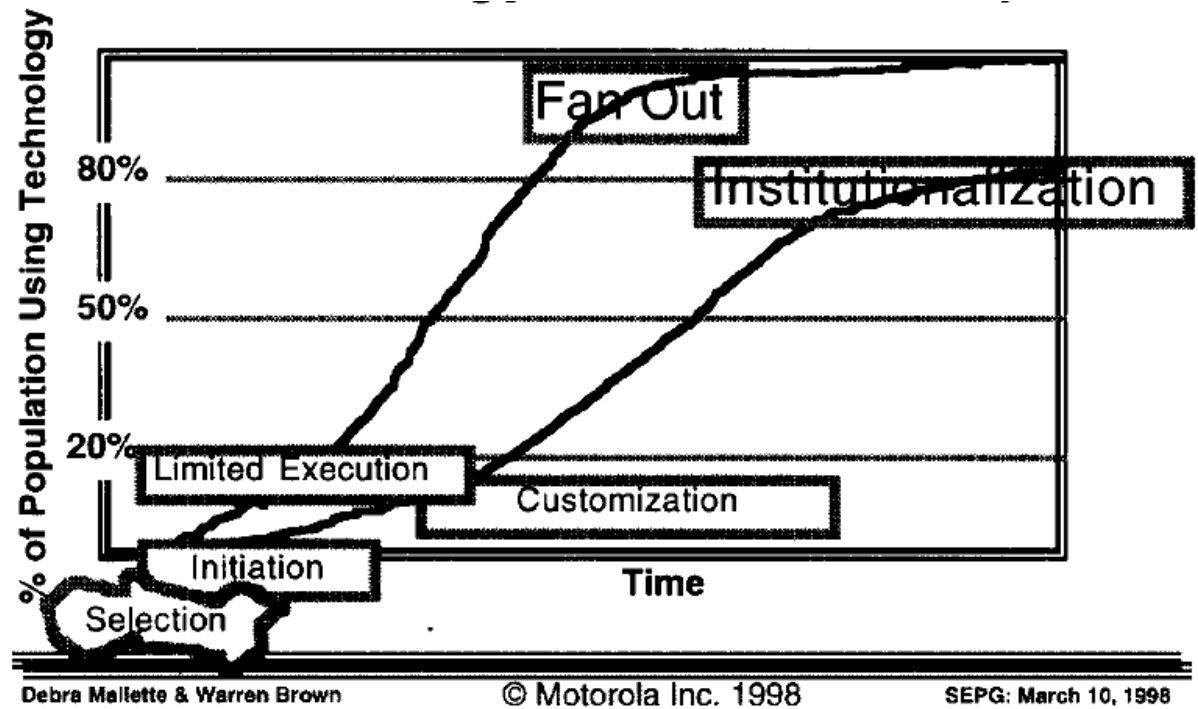


Figura 3.4-2 – Relación Etapa de Transición - Tasa de Adoptadores [MTRLA98]

No obstante, el número de adoptadores per sé, no es una indicador de éxito en la transición, sino que se requiere de un índice más comprensivo, que tome en cuenta la eficacia del nuevo uso (los beneficios operativos de la adopción) y el tiempo de transición. Y por lo tanto se define el cálculo de Retorno Sobre Inversión (ROI) de un proceso de transición tecnológica como:

$$\text{Retorno} = f(\text{uso}(\text{Número de Adoptadores}, \text{Efectividad}), \text{Sinergia}(\text{Tiempo de Adopción}))$$

$$\text{Inversión} = g(\text{Cambios en la Cultura Organizacional}, \text{Recursos para Proceso de Transición})$$

$$\text{ROI} = (f-g) / g$$

Para el proceso de transición, no obstante, se requiere del uso de métricas, pues la evaluación directa de las funciones de Retorno e Inversión no es posible. Existen dos tipos de métricas. Unas orientadas hacia la contención de los riesgos, y otra hacia la optimización.

Claramente, la selección de cada tipo de métricas, se debe a la naturaleza del proyecto de transición tecnológica, la madurez de los productos, y la naturaleza de la organización.

En la siguiente Tabla se presentan los dos conjuntos de métricas:

<b>Métricas de Contención de Riesgos</b>	<b>Métricas de Optimización</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Impacto</li> <li>◆ Concientización y Uso</li> <li>◆ Estudio para la detección de la etapa del proyecto. (si no se conoce la etapa de transición en la que se encuentra)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tiempo-Ciclo de Transición</li> <li>◆ Concientización y Uso</li> <li>◆ Nivel de Efectividad en su Uso (aprovechamiento en cuanto a sus posibilidades)</li> <li>◆ Comportamiento de la Transición</li> <li>◆ Costo</li> <li>◆ Satisfacción del Cliente</li> </ul>

### **3.4.4. Modelo de Decisión para la Transición de Sistemas**

El desarrollo informático no puede ignorar la inversión existente en tecnología de información que podría ser aprovechada tanto para formar parte integral de los nuevos sistemas como para servir como apoyo temporal durante el proceso de transición.

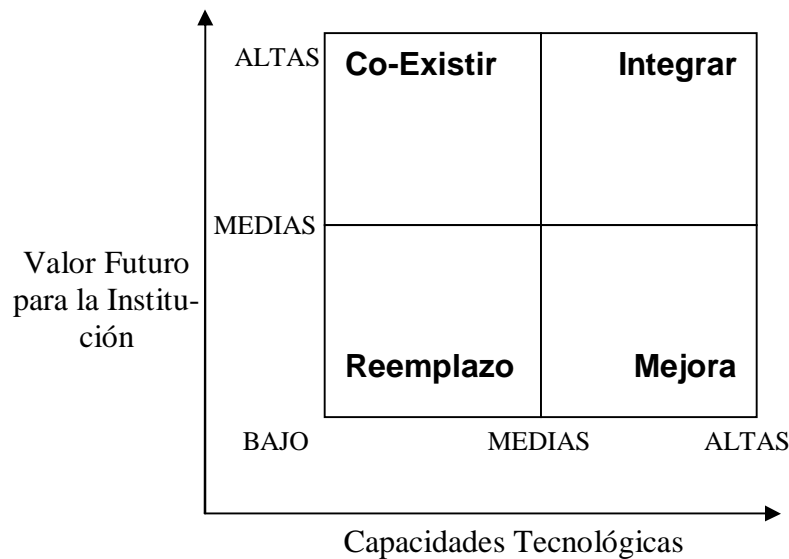
Es un hecho basado la experiencia nacional, que el cambio informático muchas veces se fundamenta en factores únicamente de modernización tecnológica o de costos sin tomar en cuenta una verdadera visión institucional del cambio. Es por ello que se hace necesario tener un modelo de referencia que permita estructurar la toma de decisiones.

Para ello [ACCENT2000] propone el uso de un marco de referencia que contempla tres componentes fundamentales:

1. **Componentes de Sistema:** Se refiere a los elementos de una solución heredada que podría ser promovida mediante las nuevas soluciones. En ellos se comprenden los componentes de presentación, datos, código de aplicación, hardware y red. Los tomadores de decisiones deberán tener conciencia del esfuerzo, la inversión y la experiencia que ha acumulado la institución en estos elementos.
2. **Entornos Técnicos:** Se refiere a los entornos finales deseados para la arquitectura TIC que debe de tomar en cuenta una estrategia de transición.
  - a. Ejecución: Cómo se llevará a cabo la explotación de la tecnología de información dentro de la organización
  - b. Desarrollo: Cuáles son las estrategias constructivas para la transición de soluciones heredadas hacia nuevas soluciones
  - c. Operaciones: Qué es lo que se necesita hacer para mantener los sistemas funcionando adecuadamente durante la transición

3. **Enfoques de Transición:** El hecho de no llevar a cabo un enfoque de transición de forma consistente conlleva a siempre obtener soluciones que no se alinean con la visión y objetivos estratégicos de la institución. Por ello es necesario definir un enfoque de transición para cada uno de los sistemas deseados y establecerlos dentro de un plan único que permita identificar un trayecto efectivo hacia el logro de las metas estratégicas. No obstante, el principio de toda iniciativa de transición requiere de la definición de un estado futuro deseado contra el cual se deben cotejar los recursos tecnológicos heredados:
- Las funciones institucionales que se desean apoyar con tecnología de información
  - La forma en las cuales las TIC (requerimientos de hardware, software, datos y otros equipos) pueden proveer apoyo a estas funciones institucionales
  - Los efectos de esta nueva solución en las personas (cambios en habilidades requeridas, cambios en la estructura organización, incentivos y recompensas)

Una vez realizada la evaluación de estos elementos (la condiciones deseadas versus los recursos heredados) se debe posicionar cada solución heredada en un cuadrante del siguiente modelo:



**Figura 3.3.3.3-1** – Matriz de Selección del Enfoque de Transición

- Valor Futuro en la Institución:** Consiste en determinar la contribución de un componente de las soluciones heredadas para alcanzar los objetivos institucionales deseados. Este valor puede ser determinado para elementos individuales de cada solución heredada, y no necesariamente a la solución misma como un todo.



- b. Capacidades Tecnológicas: Consiste en la factibilidad técnica de una solución heredada (tanto de su arquitectura como de sus componentes tecnológicos) para soportar el nuevo entorno institucional planteado en la definición del estado futuro deseable para las aplicaciones. Esta evaluación deberá de tomar en cuenta:
- Interfaz con el usuario y su interacción
  - Documentación del sistema
  - Estabilidad
  - Facilidad para recibir Mantenimiento
  - Accesibilidad e Integridad de la Información
  - Flexibilidad para interactuar con otras soluciones
  - La capacidad de extender sus capacidades mediante la adición de nueva tecnología

#### **3.4.4.1. Reemplazo**

Un sistema con bajo valor futuro para la institución y con bajas capacidades tecnológicas requiere una inversión significativa para su mantenimiento y su transición, lo cual hace del reemplazo una opción factible en este caso.

Pero, bajo estas condiciones una pregunta clave es si es posible recuperable cualquier elemento de la solución heredada. Por lo general, el sistema acumula años de datos y conocimiento en sus bases de datos que puede ser de algún valor para los sistemas futuros. Así existen al menos dos alternativas para preservar el valor de estos datos:

1. Convertir los datos a una forma apropiada para su uso y almacenamiento en nuevas soluciones
2. Utilizar los datos en paralelo con el nuevo sistema para comparar resultados y apoyar en la evaluación de la confiabilidad de una nueva solución

La opción de reemplazo es frecuentemente apoyada por las organizaciones que buscan la reducción de costos a través del uso de estándares tecnológicos. No obstante, el cambio de la plataforma tecnológica no es en si misma una razón suficiente, pues es necesario demostrar otros beneficios significativos que se pueden obtener de esta opción de transición.

El entorno de desarrollo para esta alternativa debe de comprender los componentes tecnológicos del sistema que deberá ser reemplazado, así como los requerimientos adicionales que deben ser incorporados para el nuevo sistema.

Cualquiera de las opciones de reemplazo que se quiera considerar, debe de tomar en cuenta el gran impacto que puede tener el cambio en los entornos de ejecución y de operaciones, es decir tanto en las tareas de gestión de la institución como en las tareas de sostenimiento técnico para el nuevo sistema. Por esto, se debe planificar con sumo cuidado el proceso de implementación para graduar el impacto de una forma manejable y rentable.

#### **3.4.4.2. Mejora**

Un sistema con un bajo valor futuro en la institución pero con suficientes capacidades tecnológicas representa un candidato sólido para un enfoque de mejora. Por lo general estos sistemas son típicamente estables, ha sido diseñado convenientemente, y la integridad de sus datos es aceptable. Además, el sistema ha sido razonablemente documentado y provee una base técnica apropiada para el futuro.

Las mejoras en la funcionalidad representan la forma más fácil de resolver el problema. No obstante, esta puede representar una medida adecuada para el corto plazo, que en el largo o mediano plazo pueda ser reemplazada por una medida tecnológicamente más sólida y adecuada al perfil estratégico de la institución.

El principal énfasis debe hacerse en el entorno de desarrollo, teniendo un profundo conocimiento del sistema sobre el cual se realizarán las mejoras. Así pues, el impacto sobre los entornos de ejecución y de operaciones es típicamente mínimo pues el entorno técnico permanece invariable como resultado de las mejoras.

#### **3.4.4.3. Coexistencia**

Si una solución tiene un alto valor futuro para la institución pero bajas capacidades tecnológicas, puede resultar un candidato idóneo para la coexistencia. Este alto valor futuro puede derivarse de la necesidad en el futuro de utilizar la información almacenada, o bien, de funciones y reglas institucionales implementadas por software que no pueden ser fácilmente reemplazadas o migradas. Esta alternativa implica el desarrollo de interfaces con tecnologías más oportunas que potencien los beneficios institucionales inherentes a la solución heredada.

Estas interfaces pueden orientarse a entregar nuevas capacidades tecnológicas tales como:

- Distribución de los servicios de interfaz con el usuario por nuevos medios (internet / intranet / extranet)
- Interfaces de seguridad que permitan hacer de este un producto menos vulnerable y más confiable
- La utilización de tecnologías intermedias que puedan mejorar el desempeño y reducir la utilización de los recursos de la solución heredada

No obstante, se considera que gran parte del sistema se vuelve obsoleta para su uso directo, y por tanto los usuarios que requieren recurrir a sus servicios deben de canalizar su trabajo a través de estas nuevas tecnologías. Entre los beneficios de esta alternativa de transición cabe destacar:

- El cambio tecnológico es relativamente mínimo por tanto al entorno técnico de operaciones no cambia significativamente, en relación con otras estrategias de transición

- El cambio en las funciones e información que representan valores para la institución son mínimos teniendo una afectación mínima en cuanto a las reglas institucionales. No obstante si cambian las características técnicas del entorno de ejecución por cuanto se ha de usar nueva tecnología de interfaz.
- La calidad técnica del sistema – con respecto a algunos aspectos de la arquitectura como la confiabilidad, desempeño y seguridad – se ve mejorada de acuerdo a las atributos propios de la infraestructura tecnológica adicional

#### **3.4.4.4. Integración**

Cuando el valor futuro para institución y las capacidades tecnológicas de la solución son satisfactorios, significa que la institución puede seguir explotando sus beneficios directos. No obstante, en un entorno de desarrollo continuo de nuevas soluciones, esta solución heredada requerirá al menos de una solución de integración, siendo quizá la alternativa más económica y con una afectación mínima de las operaciones institucionales.

La integración implica la definición de estrategias de interoperatividad con otras soluciones, las cuales en general pueden ser:

- Integración de datos en las cuales las fuentes de datos empleadas por la solución heredadas son compartidas o interconectadas por mecanismos intercambio o extracción.
- Integración de aplicaciones en las cuales se aprovechan no solo los datos sino los componentes funcionales (lógicos) de la solución heredada, teniendo la capacidad de interactuar directamente con el sistema. No obstante, esta alternativa solo es viable cuando el sistema heredado está bien modularizado.

Los componentes de una arquitectura de integración son utilizados continuamente en los entornos técnicos de ejecución y de operación. En cuanto al desarrollo, la solución representa una combinación de insumos tecnológicos empaquetados y de componentes desarrollados a la medida.

### 3.5. Evaluación Económica de la Tecnología de la Información

La evaluación económica de tecnología de información representa un campo altamente especializado en el cual no existen respuestas simples para la toma de decisiones. Es por ello que muchos especialistas han desarrollado un sinnúmero de técnicas, de las cuales este estudio menciona las descritas en [GREMB01]. Este autor proporciona una clasificación de los métodos en los siguientes grandes enfoques:

- *Enfoques Financieros*: Orientados hacia la valuación financiera
- *Enfoques Multi-Criterios*: Contemplando otros impactos de la inversión tecnológica no contemplados en una simple valuación financiera
- *Enfoque de Razones*: La medición de la efectividad institucional de la tecnología en términos de razones numéricas, aunque no solamente se toman en cuenta cifras financieras
- *Enfoque de Carteras*: Utiliza las carteras (*portfolios o grids*) como un tratamiento para la clasificación de tipos de proyectos. En ellos se combinan métodos multi-criterios con la representación gráfica de modelos de decisión.

La siguiente tabla ofrece un resumen de las distintas técnicas correspondiente a cada uno de estos enfoques:

<i>Enfoques</i>	<i>Técnicas</i>
<i>Financieros</i>	- Período de Repago - Tasa de Retorno Contable - Valor Presente Neto - Tasa Interna de Retorno (TIR)
<i>Multi-Criterios</i>	- Economía de la Información (y otros métodos comerciales)
<i>Razones</i>	- Retorno sobre la Administración (ROM) - Método de Evaluación de IT
<i>Carteras</i>	- Método de Bedell - Portafolio de Inversiones - Mapeo de Inversiones

**Tabla 3.5-1** – Técnicas de Evaluación Económica de IT [GREMB01]

#### 3.5.1. Análisis Costo-Beneficio

La toma de decisión acertada [CIO99] y la administración de la inversión comienzan con la identificación de beneficios y de costes. Estos dos elementos son cruciales sin importar la naturaleza de la inversión, de la métrica aplicada, o del enfoque usado para valo-

rarlos. Las valuaciones de retorno sobre inversión sin la identificación de todos los costes y beneficios son potencialmente engañosas y pueden afectar la toma de decisión sana.

### **3.5.1.1. Identificación de Beneficios y Costos**

La primera fase de toda evaluación costo-beneficio debe iniciar con la identificación de beneficios potenciales y rubros de costo incurridos según [CIO99]. Los beneficios se definen como las ventajas, ganancias o utilidades logradas. Se conciben comúnmente como el retorno de una inversión y deberían describir cómo se avanza hacia la misión institucional y cómo permite al Estado lograr su cometido. Enfocarse hacia el progreso en los resultados de la gestión más que en la tecnología es una de las mejores formas de asegurar que el consumo de cualquier recurso fomente logros en la misión institucional.

Los beneficios deben responder a la pregunta “¿Qué provee esta inversión para el público, la población o la organización?”. Sin importar si los beneficios son expresados en términos cualitativos o cuantitativos, éstos se deben relacionar directamente con la satisfacción de necesidades específicas. Los beneficios deben orientarse en esencia hacia el propósito de la inversión, aunque frecuentemente se obtienen beneficios secundarios orientados a otros objetivos dentro del marco de los proyectos informáticos.

En el gobierno, la mayoría de los ministerios, instituciones y organizaciones dependientes no están orientadas hacia actividades de generación de ingresos como lo estaría cualquier empresa lucrativa del sector privado. En contraste, las agencias se enfocan en inversiones que puedan proveer servicios mejorados al público así como la reducción de costos. Sin embargo, la habilidad para generar ingresos puede ser incrementada indirectamente por muchos de esos beneficios, tales como el conocimiento y el acceso de los usuarios a los servicios. Además, con propósitos de evaluación, muchas organizaciones pueden agregar beneficios particulares dentro de amplias categorías tales como alineamiento estratégico, valor de la información administrativa, y valor operativo.

Así pues, cuando se reúnen datos para la preparación y evaluación de la inversión, es necesario incorporar todos los beneficios, sin importar cuán difícil sea sustentarlos o cuantificarlos. En la realidad, existen distintos enfoques para la categorización de beneficios y la evaluación de la inversión. No obstante, el documento [CIO99] provee un modelo, el cual a pesar de ser alternativa, da una cobertura de las necesidades generales para la clasificación de los beneficios:

- **Bienes y Servicios Mejorados al Público y a los Usuarios Internos**
  - Mayor rapidez en la entrega de bienes y servicios
  - Mayor disponibilidad en la entrega de bienes y servicios
  - Acceso mejorado a la información
  - Mayor precisión en las operaciones
  - Mayor compatibilidad entre los recursos y entre los procedimientos
  - Mayor efectividad e impacto con la información distribuida
  - Mejores opciones y/o flexibilidad para capturar futuras alternativas

- Mejoras en la Seguridad
  - Reducción de los Riesgos
- **Reducción y Supresión de Costos**
- Mejoras en la capacidad para dar mantenimiento de un sistema (tanto en software como en hardware)
  - Eliminación de recursos duplicados (sistemas de información , infraestructuras, etc.)
  - Mejoras en la confiabilidad
  - Economías de escala (incremento de la carga de trabajo o de la demanda sin costos adicionales)
  - Reducción de las operaciones manuales (permitiendo que el personal requerido sea aprovechado en tareas más importantes)
  - Mejoras en la eficiencia
- **Mejoras en el Entorno de Trabajo**
- Promoción de la facilidad de uso (con impacto no solo en la productividad sino también en el entorno social y físico)
  - Mejoras del entorno físico (espacio en las áreas de trabajo, ruido, papelería etc.)
  - Mejoras en las tasas de respuesta (reduciendo el stress y propiciando que los funcionarios respondan adecuadamente a las solicitudes del público)

Por otro lado están los costos. Y estos son los elementos más elusivos cuando se trata de tecnología de la información. Los factores de costo no identificados o mal calculados durante la fase de planeación son aquellos que generalmente se ven plagados por costos excesivos durante la ejecución. De allí, que todas las organizaciones en general saben intuitivamente que una inversión no puede ser medida apropiadamente sin la identificación de los costos. Y, no obstante, las organizaciones difieren en su forma de ver a los costos: mientras algunas les ven como factores primarios de decisión (especialmente en condiciones de escasez de fondos) en otros casos pueden ser elementos secundarios al valor competitivo que la inversión puede representar. A luz de ello, el gobierno puede tomar sus decisiones dentro de una variada gama de alternativas intermedias a estos extremos.

Para fines evaluativos, los costos (directos o indirectos) deben incluirse solamente si ocurre un verdadero cambio con la introducción de un sistema propuesto. Cuando se compara un sistema de reemplazo en relación con el uso continuado de un sistema heredado, solo los costos recurrentes del sistema existente se incluyen en el análisis. Los costos de originales de adquisición y los costos de cualquier mejora no deben incluirse en la comparación.

Muchos estudios indican que las organizaciones frecuentemente subestiman el éxito de un sistema al ser incapaces de identificar y presupuestar los fondos requeridos para sufragar los costos operacionales y de soporte asociados con la inversión en tecnología de información. Aunque algunas organizaciones acostumbran a registrar los tiempos de fallo, pocos recopilan información del tiempo derrochado por los usuarios en el auto-soporte de

sus operaciones, o de los costos por pérdida de productividad como un resultado de tales tiempos de fallo. Por defecto, el lastre de actividades no identificadas es transferido a sus usuarios finales, quienes pueden no estar adecuadamente capacitados o equipados para llevar a cabo las funciones necesarias. Como resultado el sistema rara vez funciona como se espera y los usuarios se ven pronto desmotivados. La identificación y tratamiento de todos los costos, incluyendo costos sombra puede ser un factor importante en la valuación de una inversión tecnológica.

El mantener el status quo de un sistema también debe considerarse una opción. Por tal razón, las organizaciones deben desarrollar una visión completa de los costos y capacidades de los sistemas existentes. La selección de la mejor solución factible para alcanzar las metas de desempeño es una tarea imposible sin conocer con qué se cuenta y cuánto cuesta.

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li><b>1. Equipos y Hardware (Costos de Compra y Renta)</b><ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Estaciones cliente de escritorio, portátiles y periféricos</li><li><input type="checkbox"/> Servidores de grupo de trabajo y empresariales</li><li><input type="checkbox"/> El hardware de comunicaciones (hubs, routers, bridges, switches)</li><li><input type="checkbox"/> Dispositivos de protección eléctrica</li><li><input type="checkbox"/> Actualizaciones de Memoria</li><li><input type="checkbox"/> Dispositivos de almacenamiento portátil</li><li><input type="checkbox"/> Cableado de red</li><li><input type="checkbox"/> Tarjetas de Interfaz de Red</li><li><input type="checkbox"/> Equipos de Prueba (Porcentaje de uso dedicado al proyecto)</li><li><input type="checkbox"/> Actualizaciones de Red</li><li><input type="checkbox"/> Mobiliario Auxiliar</li></ul></li><li><b>2. Software</b><ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Soluciones comerciales compradas</li><li><input type="checkbox"/> Licencias periódicas para soluciones comerciales</li><li><input type="checkbox"/> Software de escritorio o de grupo de trabajo</li><li><input type="checkbox"/> Sistema operativo de red</li><li><input type="checkbox"/> Herramientas para el desarrollo de aplicaciones</li><li><input type="checkbox"/> Herramientas de soporte para la administración</li><li><input type="checkbox"/> Desarrollo y Mantenimiento provisto por contratistas</li></ul></li><li><b>3. Mano de Obra</b><ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Costos de instalación</li><li><input type="checkbox"/> Mantenimiento</li><li><input type="checkbox"/> Desarrollo y modificaciones con personal interno</li><li><input type="checkbox"/> Desarrollo y documentación de requerimientos</li><li><input type="checkbox"/> Pruebas</li><li><input type="checkbox"/> Administración de redes y de sistemas</li><li><input type="checkbox"/> Soporte técnico</li><li><input type="checkbox"/> Adquisiciones y Contratación</li><li><input type="checkbox"/> Desarrollo de procedimientos</li><li><input type="checkbox"/> Educación y capacitación del personal informático</li><li><input type="checkbox"/> Capacitación del personal usuario</li><li><input type="checkbox"/> Capacitaciones suplementarias</li><li><input type="checkbox"/> Costos sombra</li><li><input type="checkbox"/> Mantenimiento de Datos</li><li><input type="checkbox"/> Investigación y Planeación</li></ul></li><li><b>4. Infraestructura</b><ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Actualizaciones o adiciones en las líneas de telecomunicación</li><li><input type="checkbox"/> Actualizaciones en las líneas de alimentación eléctrica</li></ul></li></ol> |
|---|

<p><b>5. Costos Varios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Costos del contratista</li> <li><input type="checkbox"/> Costos de almacenamiento de datos</li> <li><input type="checkbox"/> Suministros (diskettes, toner, papel, etc.)</li> <li><input type="checkbox"/> Costos de instalaciones (costos de servicios básicos y costos de renta)</li> <li><input type="checkbox"/> Consultores</li> </ul>
--

**Tabla 3.5-2** – Lista de los Principales Rubros de Costos en Proyectos Informáticos [CIO99]

### 3.5.1.2. **Cuantificación**

Con la identificación de costos y beneficios se logra concluir con la primera parte del proceso. No obstante, con la sola identificación de estos rubros no es posible llevar a cabo una evaluación integral, es necesario obtener mediciones cuantitativas\* que permitan proporcionar un conocimiento más claro sobre la naturaleza de los costos y de los beneficios.

Estos costos y beneficios deben ser integrados de forma coherente dentro de las decisiones de planeación de capital. Para obtener un balance de estos elementos dentro de una inversión o para examinar objetivamente las alternativas, se deben representar en términos comparables. Aunque en la empresa privada el incremento del retorno financiero es la medida natural, en el sector público, es necesario realizar una evaluación del uso efectivo de los recursos bajo estándares más complejos. El número de accidentes que se previenen, la reducción de litros de agua contaminada y el incremento del ingreso de niños a las escuelas públicas representan valores más representativos que un simple valor monetario asignado a los beneficios. Aunque el uso de unidades monetarias promueve la comparación de alternativas bajo un mismo criterio, esta no es la única manera de representar el valor.

Muchos ejecutivos saben que las medidas financieras por sí mismas son herramientas inadecuadas para la toma de decisiones estratégica. La mejor métrica proporcionará una visión de ajuste entre la inversión y el objetivo buscado. Por ejemplo, si una meta de la inversión es reducir el tiempo requerido por las aplicaciones para procesar y tomar las decisiones, la medida más adecuada es la reducción en el número de horas de procesamiento. Buscar como representar ello en términos financieros no proporciona un beneficio real.

Una de los obstáculos encontrados en el camino de este proceso de cuantificación es la identificación de beneficios intangibles. Es necesario saber que una gran cantidad de los beneficios proporcionados por la tecnología de la información son intangibles, teniendo un gran efecto en el éxito de la evaluación. El mejor análisis de la inversión se enfoca en los beneficios primarios, es decir aquellos directamente asociados con los objetivos de la inversión. Si se genera un beneficio realmente, entonces deberá obtenerse un cambio observable. Si existe una mejora o una reducción de algo, este cambio podrá ser medido.

\* La *Ley de Gibbs* establece que es todo puede medirse de tal forma que brinde un conocimiento superior al no medir del todo



La dificultad en la cuantificación de los beneficios intangibles (o “suaves”) depende grandemente de su inadecuada definición. Por ejemplo, la mejora en la motivación de los trabajadores se considera casi siempre como intangible. Sin embargo, si la motivación es un problema que debe ser resuelto, indudablemente deben existir indicadores de la baja motivación laboral. Entre las métricas apropiadas pueden considerarse la reducción de la deserción, reducción del ausentismo o la mejora en la productividad, las cuales si pueden cuantificarse.

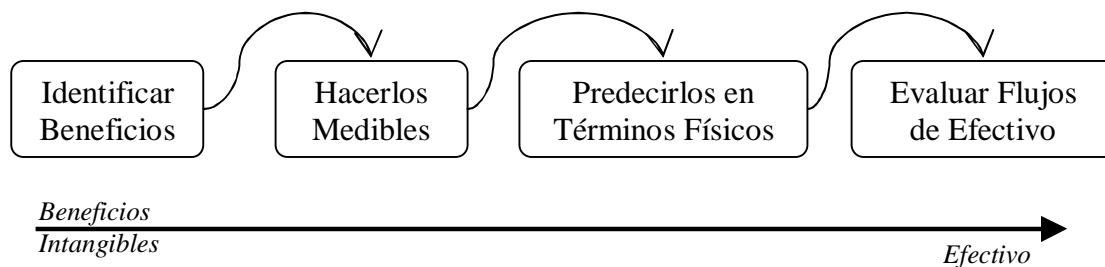
El mayor problema finalmente en la cuantificación es la comparación de “*peras con manzanas*” situación en la que los costos se expresan en general en términos financieros mientras que los beneficios se expresan en métricas muy distintas. Aunque existe mucho progreso en la utilización de técnicas como el uso de ponderaciones numéricas, es muy posible que se introduzca ruido mediante las consideraciones subjetivas de los participantes. No obstante, siempre es importante en la cuantificación:

- Seleccionar las técnicas de evaluación financiera apropiadas
- Seleccionar métricas para la cuantificación de beneficios intangibles
- Definir técnicas para lograr un análisis basado en una comparación adecuada entre costos y beneficios al enfrentarse al problema de métricas distintas

### **3.5.1.3.      *Cuantificación de Intangibles***

Como se ha mencionado anteriormente una de las limitaciones más grandes de la técnica costo-beneficio corresponde a la ausencia de orientación en la administración de intangibles. Existen muchos enfoques de los cuales este estudio considerará el recomendado por [GREMB01]. Esta fuente recomienda la técnica de Hares & Royle (1994) en la que se proporcionan los siguientes pasos para expresar los intangibles en términos monetarios:

1. Identificación de los Intangibles
2. Traducción de los Beneficios Intangibles en elementos Medibles (considerando el uso de métricas e indicadores institucionales)
3. Predicción de los resultados en términos físicos (identificando el valor económico de las métricas e indicadores seleccionados para la medición)
4. Evaluación del Flujo de Efectivo, el cual se vale simplemente del uso de una técnica de valuación financiera para los cálculos, representando el elemento más simple del proceso



**Figura 3.5-1** – La técnica de cuantificación "Bridging the Gap" de Hares & Royle [GREMB01]

### 3.5.1.4. **Análisis de Riesgos**

Se requiere de un proceso repetible y bien documentado de administración de riesgos para evitar los costos excedentes, el incumplimiento de los tiempos de entrega y los resultados inesperados. Una estrategia para lograr tal cosa es mediante la estructuración de los riesgos en sus componentes. Existen diversos tipos de riesgos que deben considerarse cuando se evalúan iniciativas informáticas. Estos factores de riesgo se originan de todas las áreas importantes de la gestión dentro de la organización y pueden comprender:

- **Riesgos Tecnológicos:** Se considera como el riesgo de que un producto o servicio no satisfaga sus objetivos o no sea capaz de integrarse con los procesos o software de la forma adecuada
- **Riesgos de Implementación:** Relativos a las restricciones temporales. Esta forma de riesgo incluye la cantidad de tiempo necesaria para completar una tarea y la compatibilidad entre las plataformas
- **Riesgos Estratégicos:** Que terminan que tanto se ajusta un proyecto a su misión y a los riesgos organizacionales. Es importante ser comprensivo y abarcar todos los factores de riesgo en este sentido, sin tomar en cuenta la frecuencia, probabilidad de ocurrencia o magnitud de la ganancia o pérdida
- **Riesgos Organizativos:** Relacionados con los elementos humanos que son altamente complejos de incorporar en una evaluación de riesgos, pero que siempre deben de considerarse críticos
- **Riesgos de Administración de Cambios:** Buscando que tan fácilmente los prototipos o desarrollos pilotos pueden ser incorporados en los sistemas existentes. Este tipo de riesgo también trata con el nivel de severidad con que puede impactarse la institución en caso de ocurrir un fallo del sistema
- **Riesgos del Elemento Humano:** Correspondiente a la falta de experiencia con las tecnologías
- **Riesgos Económicos:** Relacionados a la incapacidad de calcular factores de descuento, o de poder cuantificar apropiadamente los otros tipos de riesgos. Otras fuentes de riesgo económico pueden ser la recesión.
- **Riesgos Financieros:** Tales como el riesgo económico, se refiere principalmente a la falta de disponibilidad de presupuesto en un momento determinado.

El primer paso en la administración de riesgos es la identificación de todas las áreas potenciales de riesgos. Un área de riesgo corresponde a cualquier parte del proyecto donde existe incertidumbre sobre hechos futuros que pueden tener efectos adversos en el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Tanto los riesgos internos como externos deben ser tratados en la identificación del riesgo. Los riesgos internos son aquellos sobre los que el proyecto ejerce cierto control. Por el contrario, los riesgos externos no pueden ser controlados por el equipo del proyecto.

La identificación de riesgos puede lograr mediante la referencia de las relaciones causa-efecto. Los riesgos potenciales pueden ser identificados por los grupos de proyecto mediante sesiones de lluvia de ideas, entrevistas con los beneficiarios institucionales y la creación de documentos tales como diagramas de Ishikawa, flujogramas y listas de verificación. Durante la identificación es necesario hacer caso omiso inicialmente a las probabilidades, frecuencias o magnitud de ganancias o pérdidas en torno a cada tipo y causa de riesgo.

El siguiente paso en la administración de riesgos corresponde a la medición y ponderación de los riesgos. Es necesario que al igual que los costos y beneficios, los riesgos sean cuantificados, lo cual representa un elemento fundamental en la gestión de riesgos.

Cada riesgo debe ser examinado de forma individual y debe ser clasificado en relación al resto acorde a su orden de importancia para el éxito del proyecto ya sea en duración, costos, o en el cumplimiento de los requerimientos de los interesados institucionales.

Un análisis de riesgo debe medir separadamente las probabilidades de ocurrencia del riesgo, y las consecuencias de pérdida o ganancia ocasionadas por el riesgo. Entre las herramientas recomendadas en [CIO99] se orienta el uso de sumas estadísticas, modelos de simulación, árboles de decisiones y sesiones de expertos. El análisis de riesgo generará una lista de control de las áreas potenciales de riesgo que pueden servir para identificar indicios tempranos de advertencia de un problema potencial. No obstante, debe tenerse en mente que la medición y ponderación de riesgos es necesaria a lo largo de todo el proyecto, y no simplemente relegarse únicamente al inicio del proyecto.

El próximo paso corresponde a la evaluación de los riesgos. Es necesario llevar a cabo sesiones de trabajo con los beneficiarios institucionales para asegurarse de que todos los riesgos hayan sido identificados y puedan ser evaluados adecuadamente. Además, otros elementos considerados como riesgos pueden ser desechados al no representar verdaderas situaciones, por lo cual deben ser eliminados de la evaluación.

El siguiente paso corresponde al tratamiento de los riesgos mediante la maximización de oportunidades y la minimización de amenazas. Algunas de las estrategias pro-activas incluyen:

- *Reducción de los riesgos* cuando existe la oportunidad de reducir la probabilidad de que un riesgo ocurra.

- *Protección de los riesgos* cuando es posible obtener ciertas garantías en cuanto a la ocurrencia de ciertos eventos asociados al riesgo. Ello involucra la disposición de recursos complementarios que permiten preservar condiciones normales cuando suceden tales eventos, reduciendo el potencial de ocurrencia de problemas.
- *Contingencia de riesgos* cuando se realiza una planeación de los pasos necesarios a llevar a cabo si ocurre un evento de riesgo.
- *Aceptación de Riesgos* cuando se reconoce al riesgo y sus consecuencias potenciales, y sus efectos se tornan admisibles. Esta situación aplica cuando no existe una estrategia de mitigación alternativa que sea efectiva económicamente o incluso viable.
- *Transferencia de Riesgos* cuando es posible encontrar otra persona u organización que pueda administrar mejor los riesgos del proyecto.

Los riesgos pueden ser agrupados de manera tal que grupos completos de riesgos puedan ser mitigados mediante el uso de una estrategia. No obstante, también existen estrategias de mitigación de riesgos que pueden tener efectos negativos en otras condiciones de riesgo, causando nuevos problemas. El elemento más importante recomendado en este punto por [CIO99] es la documentación del proceso, las métricas, y las medidas de mitigación utilizadas, permitiendo posteriormente registrar su efectividad que pueda garantizar la acumulación de experiencia institucional para facilitar la identificación de problemas recurrentes en programas existentes.

El quinto y último paso corresponde a la gestión de resultados, que incluye la compilación y síntesis de los pasos anteriores (identificación de riesgos, análisis, evaluación y mitigación). Este paso requiere la realización de revisiones periódica durante el proyecto, lo cual permitirá la identificación de nuevos riesgos así como la eliminación de riesgos que ya no son relevantes, además de otros cambios que pueden ocurrir. La revisión de riesgos también permitirá obtener una visión general para conocer si los riesgos del proyecto disminuyen.

### **3.5.2. Marco de Madurez de los Procesos de Inversión en Tecnología de la Información**

Aunque existen guías que orientan hacia los procesos para una administración exitosa de la inversión en tecnología de la información, las instituciones del Estado también tienen una preocupación muy grande alrededor de la priorización de sus esfuerzos para obtener beneficios efectivos a corto plazo, debido a las grandes restricciones de recursos internos para realizar una mejora completa. Esto conllevaría a facilitar a las instituciones del Estado la planificación de una secuencia de actividades de mejora gradual de la gestión administrativa de la inversión informática, a través de un modelo conceptual que les encamine.

Para ello, el gobierno Federal de los E.E.U.U., más específicamente la Oficina General de Contabilidad (GAO: *General Accounting Office*) ha definido un marco de referencia para la madurez de los procesos de inversión en tecnología de la información [GAO2000]. Este modelo, en la misma línea de los modelos de madurez del software (CMM), pretende ofrecer una secuencia evolutiva que las organizaciones deberían seguir para la maximización de los beneficios.

<b>Etapa</b>	<b>Características</b>
<b>5</b> <i>Apalancamiento de la TIC para Resultados Estratégicos</i>	Benchmarking de la inversión y técnicas de administración del cambio tecnológico son instauradas para orientar los resultados estratégicos institucionales <u>Procesos Clave:</u> Benchmarking de los procesos de inversión Cambio institucional basado en el uso estratégico de TIC
<b>4</b> <i>Mejoramiento del Proceso de Inversión</i>	El enfoque es hacia técnicas de evaluación del proceso para la mejora del desempeño y la administración de la cartera de inversiones institucionales en TIC. <u>Procesos Clave:</u> Revisiones y Retroalimentación post-implementación Evaluación y Mejora del desempeño de las carteras Administración de la secuencia de implementación de sistemas y tecnología
<b>3</b> <i>Desarrollo de Cartera de Inversiones</i>	Se definen una gran cantidad de técnicas de control y selección de la cartera de inversiones en tecnología de la información. <u>Procesos Clave:</u> Comisión para el Ajuste de la Inversión en TIC Definición de Criterios de Selección de Carteras Análisis de la Inversión Desarrollo de una Cartera de Inversiones Supervisión del Desempeño de Carteras
<b>2</b> <i>Conformación de Fundaciones para la Inversión</i>	Se definen técnicas repetibles para el control de la inversión y se implementan las capacidades claves. <u>Procesos Clave:</u> Comisión para el manejo de inversiones en TIC Supervisión de los proyectos informáticos Seguimiento de los Recursos Informáticos Identificación de los requerimientos institucionales para TIC Selección de propuestas
<b>1</b> <i>Creación de una Conciencia para la Inversión</i>	Existe poca conciencia sobre las técnicas para la administración de la inversión. Los procesos de administración de TIC, son ad hoc, centrados en proyectos y tienen resultados impredecibles.

**Tabla 3.5-3** – Modelo de Madurez para las decisiones de inversión en TIC

## 4. Hipótesis

La definición de una metodología para la correcta selección de plataformas tecnológicas, que incluya la evaluación objetiva de los requerimientos, una valoración de la utilización de recursos económicos y temporales, la evaluación de riesgos, y el impacto organizacional, utilizando como instrumentos, las herramientas de la ingeniería total, la administración estratégica y la tecnología misma permite establecer beneficios conceptuales tangibles sobre el *status quo* en los procesos de selección tecnológica dentro de las instituciones del Estado.

## 5. Diseño Metodológico

### 5.1. Tipo de Investigación

La metódica definida en este protocolo monográfico ha sido concebida en virtud de la metodología de investigación documental, considerando esta como la base fundamental para la obtención de los resultados a evidenciarse mediante el cumplimiento de los objetivos propuestos. Se calificará al tipo de tesis como teórica-metodológica, pues en ella se pretende deducir un mecanismo (teoría) por el cual se deberían guiar los procesos de selección de plataformas tecnológicas, y metodológica, pues dentro de este propósito, también está el de la definición documentada de las herramientas de análisis a utilizar para el establecimiento de un método de selección tecnológica.

### 5.2. Universo y Muestra

Se define al Universo de estudio de la monografía como el conjunto de metódica de selección de plataformas tecnológicas informáticas de todas las instituciones del Estado de Nicaragua hasta el período 2002-2003. La Muestra, dado que habrá de ser representativa, se considerará como un subconjunto, determinado por un supuesto de tres Ministerios del Gobierno. Dicho supuesto se considera representativo puesto que esta cantidad permitirá obtener distintos enfoques, debido a los distintos intereses funcionales de las organizaciones ministeriales y también se considera el hecho de que las dimensiones (tamaño del organigrama, y número de servicios) de estas instituciones son de gran representatividad.

Además, se justifica la cantidad de entidades a estudiar, debido también a la limitante de tiempo y de acceso a los recursos, pues frecuentemente, la información requerida no se encuentra disponible por restricciones internas de la organización o por la ausencia misma de documentación.

Cuando se hubo de puntualizar las entidades referidas en la muestra se determinó que para la selección se debieron considerar otros factores (como la disponibilidad de acceso a entrevista con funcionarios públicos y consultores) y las condiciones disímiles de los proyectos (períodos de ejecución, alcance de sus productos) y por tanto se eligieron:

- El MINSA con su proyecto SIMINSA, cuya primera fase (de desarrollo) concluyó en el 2001 con la entrega de tres sub-sistemas, y con un alcance nacional, al requerir su implementación en SILAIS y unidades de salud dispersas por todo el país.
- El MHCP con su proyecto SIGFA, cuya implementación en treinta y un puntos dentro del Gobierno Central a inicios del 2003 corona un esfuerzo de desarrollo de dos años y aproximadamente diecisiete millones de dólares, incluyendo la implantación de una red urbana que interconecta a todas las instituciones del Estado. Además, el proyecto continúa con la completación de otros productos como el SIGFA-PRO.
- El INIFOM con su proyecto SIAF orientado a apoyar a las municipalidades de todo el país, cuyo inicio (para la fase de desarrollo) aún no se concretiza, pero para el cual ya se han elaborado estudios para el diagnóstico de los sistemas existentes, la definición de su marco conceptual y los términos de referencia, estimándose una duración completa para desarrollo e implementación en las alcaldías de unos cinco años.

Como se podrá observar, en las instituciones y proyectos seleccionados se destaca una diversidad en los períodos, alcances y beneficiarios. No obstante, tal como se planteará en los resultados del estudio, estos proyectos se encuentran estrechamente relacionados.

### 5.3. Operacionalización de Variables

Variables	Definición	Subvariables	Indicadores	Valores
<b>Independientes</b>				
Requerimientos Funcionales	Requisitos de Funcionalidad específica que debe implementar el sistema		- Requerimientos del Usuario	Escenarios de Uso del Sistema dentro del Negocio. <i>Ej.: Controlar el Perfil de los Clientes que Visitan el Sitio de Internet</i>
			- Requerimientos del Administrador del Sistema	Escenarios de Uso del Sistema para su Administración. <i>Ej.: Permitir llevar el Control en el uso de los Recursos de Procesamiento</i>
Requerimientos no Funcionales de Sistema	Requisitos del sistema que no implican directamente la implementación de la funcionalidad del sistema.	- Atributos de Calidad	Confiability, Seguridad, Eficiencia, Usabilidad, Comprensibilidad, Soporte	<i>Muy Importante, Medianamente Importante, Algo Importante, Poco Importante</i>
		- Restricciones Legales sobre la Información	Políticas de acceso a la información	<i>Libre Acceso, Restringido, Confidencial, Administrado por Custodios</i>
		- Políticas Tecnológicas de la Organización	-Estrategias de Adquisición Tecnológica -Estrategias de Cambio Tecnológico	- Existen - En Proceso de Definición - No Existen
Herramientas Metodológicas de Evaluación Tecnológica	Conjunto de Técnicas y Métodos utilizados para la evaluación cualitativa y cuantitativa de plataformas tecnológicas.		- Tipo de Medición que Proporciona	- Cuantitativa - Cualitativa - Conceptual
			- Utilidad dentro del Proceso	- Recolección de Datos - Representación de Datos - Análisis de Datos - Presentación de Resultados y Apoyo a la Toma de Decisiones
Recursos Disponibles	Los recursos explotables para la construcción de la solución informática.	- Recursos Financieros	- Techo para la Inversión	- Valor Monetario <i>ej.:</i> <i>US\$100,000.00</i>
		Recurso Tecnológico	- Soporte Técnico	- Disponibilidad de Recurso Humano Capacitado
			- Recursos de Reemplazo	- Partes / Refacciones / Componentes de Software o Hardware



<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Subvariables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>
<b>Dependientes</b>				
Arquitectura del Sistema	Definición de la Estructura General del Sistema en términos de Componentes y sus Interconexiones.	- Objetivos Arquitectónicos	Los atributos no funcionales más importantes, los requisitos de calendario, las estrategias de implementación y restricciones de costo, fundamentales para la definición de la arquitectura	Ej.: Alta Confiabilidad. Altos Niveles de Seguridad, Corto Períodos de Entrega, etc.
		- Estilo Arquitectónico	Los patrones que guían la definición de la arquitectura: topología, tipos de componentes, tipos de relación entre componentes.	Ej.: Modelo/Vista/Controlador, Pizarra Central, De Inclusión
		- Componentes	Los elementos funcionales y/o estructurales de la arquitectura, de los cuales lo más importante es caracterizar sus atributos y funcionalidad visible externamente.	<i>Subsistemas, Procesos, Paquetes y Clases, Dispositivos de Procesamiento, Almacenamiento y Comunicación</i>
		- Interconexiones	Los tipos de vínculos entre los componentes de la arquitectura, que determinan, los tipos de interacción y relación entre ellos.	<i>Medios de Comunicación Física, Relaciones Estructurales, Relaciones de Interacción, Direccionalidad</i>
Plataforma Tecnológica	Conjunto de Tecnologías de Software y Hardware, incluyendo metodologías, técnicas y Herramientas que sustentan uno o varios sistemas de información.		Nivel de Integración	- Familia de Tecnologías (Integración) - Moderadamente Integrado (Compatibilidad) - Ligeramente Integrado (Portabilidad)
			Metodologías Constructivas	Orientación a Procesos / Datos / Objetos, Integración de Componentes, Integración de Sistemas.

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Subvariables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>
		- Tipo de Tecnologías de Hardware	Comunicaciones y Conectividad Procesamiento, Almacenamiento, Seguridad	Nombres y Referencia de los Componentes de Hardware que lo Integran  <i>Ej.: Servidores Intel Xeon, Enrutadores Cisco con Enlaces de Fibra Gigabit Ethernet entre Edificios, Infraestructura Fast-Ethernet, Almacenamiento de Respaldo Magneto-Óptico, Almacenamiento Principal SCSI.</i>
		- Tipo de Tecnologías de Software	Sistema Operativo, Protocolos de Comunicaciones, Almacenamiento de Datos, Tecnologías Distribuidas, Mensajería, Motores de Flujos de Trabajo, Seguridad	Nombres y Versiones de los Componentes de Software que lo Integran <i>Ej. Windows 2000, Oracle 8i, CORBA, SSL</i>
		- Herramientas Constructivas	CASE , IDE , Instrumentos, Lenguajes de Programación.	Nombres y Versiones de las Herramientas  <i>Ej.: Rational Rose 2000, Java, JBuilder 6.0, ClearCase LT</i>
		- Herramientas de Control	Software, Instrumentación	Nombres y Versiones de las Herramientas  <i>Ej.: Rational PurifyPlus 2000, Windows 2000 Network Monitor, Cisco Interface Debugger</i>
		- Documentación Disponible	Patrones Arquitectónicos y de Diseño, Estudios de Casos, Manuales de Programación, Guías de Administración.	Para cada Tipo de Documentación los valores posibles son:  - <i>Si Existe</i> - <i>No Existe</i>
		- Caracterización de la Tecnología	- Posicionamiento de la Tecnología dentro del Ciclo de Vida.	Mercado Temprano, Madurez, Declinación
			- Nivel de Difusión Tecnológica Relativa (Participación en el Segmento)	Tasa de Utilización y Capacitación relativa a tecnologías de la misma competencia.

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Subvariables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>
		- Recursos Requeridos	- Personal de Soporte Técnico Externo	- Si, No
			- Tecnología Existente	- Si, No
			- Inversión Financiera	- Valor Monetario y Período Temporal de la Inversión
			- Tiempo de Transición	- Período Temporal de la gestión de implementación tecnológica
Beneficios de Metodología de Selección	Los beneficios de establecer un método que incorpore herramientas de ingeniería en contraste con los procedimientos actualmente utilizados en el Estado	Auditabilidad y Transparencia del Proceso de Selección	- Capacidad de Rastreo de las Decisiones a la Información y Personas Fuente - Involucramiento Controlado de Personas y Recursos - Medición del Desempeño	- Incremento - Invariable - Decremento
		Costos de la Plataforma Tecnológica	- Costo de Evaluación - Costo de Adquisición - Costo de Transición - Costo de Mantenimiento	- Disminución Considerable - Alguna Disminución - Se Mantiene Invariable - Algún Aumento - Aumento Considerable
		Tiempo	- Tiempo de Evaluación - Tiempo de Adquisición - Tiempo de Transición - Tiempo de Mantenimiento	- Disminución Considerable - Alguna Disminución - Se Mantiene Invariable - Algún Aumento - Aumento Considerable
		Calidad de la Plataforma	- Satisfacción de Requerimientos - Facilidad de Transición	- Incremento - Invariable - Decremento

## 5.4. Técnicas y Procedimientos de Recopilación de Información

Puesto que el tipo de monografía elaborada es esencialmente teórico-metodológica, las técnicas de recolección de datos y los procedimientos de análisis son bastante más cualitativos que en otros estudios. A continuación se presentan las herramientas de recolección de datos utilizadas:

Herramientas	Actividades Involucradas
Fichas Bibliográficas – Procesador de Palabras	Buscar y Clasificar Documentación
Guías de Observación	Visitar a los Ministerios
Internet – Web Browser	Buscar y Clasificar Documentación
Guías de Preguntas	Entrevistar a Funcionarios del Estado
Herramientas de Diagramación - Visio	Elaborar Modelos para el Diseño de la Metodología
Herramientas de Proyectos – MS Project	Diseñar la temporización de actividades dentro de la Metodología
Procesador de Palabras	Documentar las Fases de Evaluación de Beneficios de la Metodología Diseñada

## 5.5. Técnicas y Procedimientos de Procesamiento de Información

De acuerdo a la naturaleza Teórica-Metodológica de la presente investigación, los métodos de procesamiento de información planeados a utilizar son esencialmente las siguientes:

- Investigación Documental
- Lluvia de Ideas
- Método Inductivo-Deductivo
- Modelación de Procesos

El análisis cualitativo de la documentación y de las entrevistas, siendo éstas dos las principales fuentes de información, es realizado en base al criterio técnico del autor y del valor mismo de la información recabada. Este proceso puede ser coadyuvado con la subsiguiente colaboración de las personas entrevistadas, y la asesoría del tutor. No obstante, es importante considerar que dado que esta investigación es un esfuerzo piloto, los resultados obtenidos deberán ser tomados parcialmente como propuestos, pues son objeto de posterior comprobación práctica, en caso de ser implementado.

## 5.6. Consideraciones sobre el proceso investigativo implementado

Este acápite pretende brindar mayor información sobre cambios introducidos durante la ejecución del proceso investigativo contemplando en ello:

- Los principales factores que afectaron el enfoque de los resultados
- Los principales factores que afectaron el uso de los instrumentos de recopilación de información
- Los principales factores restrictivos en la recopilación de la información

Cada uno de estos elementos será abordado en las secciones siguientes.

### ***5.6.1. Principales factores que afectaron el enfoque de los resultados***

Desde la concepción de este estudio hasta la elaboración de su informe final se han suscitado diversas situaciones que han tenido efecto significativo en la presentación de sus resultados a la luz de que:

1. Se ha realizado un descubrimiento más amplio de la base documental, la cual ha proporcionado al autor una visión más amplia de la informática gubernamental tomando en cuenta que durante la presentación del protocolo la perspectiva de selección de plataformas tecnológicas abordada por el autor había sido limitada al ámbito de proyecto, ignorando la necesidad de proporcionar una visión global y estratégica de la modernización informática del Estado. Cabe señalar que el aspecto más importante de ello es la inclusión del tema de la “Arquitectura Institucional” tanto en el marco teórico como en la propuesta metodológica denominada “Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas” orientada al Estado y presentada en el acápite de Resultados.
2. La participación del autor en una labor de desarrollo de instrumentos documentales para la planificación de un proyecto informático en el Estado\*, y la actitud del cliente (funcionarios de gobierno) ante los productos presentados, proporciona al autor una expectativa sobre sus lectores, quienes podrán tener un criterio formado sobre el desarrollo informático gubernamental.
3. Las consideraciones hechas durante entrevistas con algunos funcionarios de gobierno sobre el posible éxito de una propuesta metodológica que esencialmente fundamentada en referencias documentales de autoría extranjera en contraste con la cultura informática y la gestión gubernamental en práctica hasta la fecha.

---

\* EuroConsult: Consultoría de Planeación del proyecto INIFOM-SIAF para el fortalecimiento municipal

### **5.6.2. Principales factores que afectaron el uso de los instrumentos de recopilación de información**

El instrumento principalmente afectado en el transcurso del estudio ha sido el cuestionario de entrevista para funcionarios del Estado, con el cual se hubiese podido proporcionar mayor información sobre el tema. Esto debido a que:

1. Los funcionarios y consultores entrevistados han mostrado en general poca disponibilidad para el llenado del cuestionario, haciendo más propicio el uso de entrevistas *ad hoc*, las cuales no permitieron precisar en diversos aspectos que ameritaban análisis.
2. En muchos otros casos no se ha contado con el apoyo de funcionarios y consultores expertos en el tema, pese a que se ha solicitado su participación, imposibilitando concretar detalles al nivel requerido.
3. Sucede que muchos consultores tomadores de decisiones sobre los temas abordados en el cuestionario no se encontraron disponibles para entrevista, por ser en varios casos consultores internacionales.
4. Existe una cultura generalizada en el sector público de mostrar una actitud celosa ante la solicitud de revelar información detallada sobre las decisiones tecnológicas de los proyectos seleccionados.

### **5.6.3. Principales factores restrictivos en la recopilación de la información**

Además de verse afectado el principal instrumento investigativo para recabar información actual sobre el Estado, y de haberse recurrido a la realización de entrevistas *ad hoc*<sup>†</sup>, existen otras condiciones específicas durante el estudio que han restringido el acceso a información con el detalle requerido:

- ❑ La presente amenaza que se desarrolla en torno a la opinión pública sobre el proyecto SIGFA, el cual debido a los recientes ataques de los medios de prensa ha tenido que restringir el acceso a entrevistas con sus funcionarios.
- ❑ El limitado acceso a la documentación sobre los proyectos estudiados, que ha imposibilitado un estudio más detallado.
- ❑ Claramente el Estado no es capaz de proporcionar instrumentos técnicos detallados como soporte para el proceso de adopción de plataformas tecnológicas.

---

<sup>†</sup> Considerando que de forma complementaria se tuvo que recurrir esencialmente también a fuentes secundarias como el diagnóstico al SIGFA elaborado para el proyecto INIFOM-SIAF

## 6. Resultados

### 6.1. Evaluación de los Insumos para la Elaboración de la Metodología

El primer objetivo del estudio consiste en la selección de insumos metodológicos que comprenden:

- Prácticas Ingenieriles
- Prácticas Administrativas
- Consideraciones particulares del Estado

Como el objetivo general de la investigación es el desarrollo de una metodología que incorpore mejores prácticas para el mejoramiento de la calidad de los proyectos informáticos del Estado, es necesario primero definir cuáles son los flujos de trabajo principales para la selección de tecnología. Tales flujos se presentan en el diagrama a continuación:

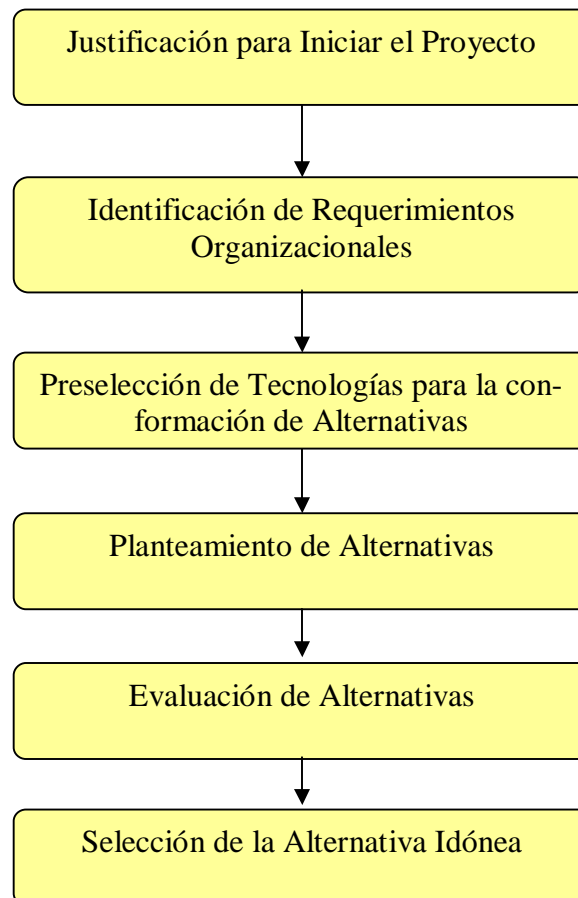


Figura 6.1-1 – Selección Tecnológica

Es importante tomar en cuenta que esta secuencia de flujos es característica de un estudio de pre-análisis (también llamado de factibilidad). Además, se debe notar que la selección tecnológica no se fundamenta en criterios de conjuntos de tecnologías propiamente dichos, sino que se deben conformar alternativas de solución, en las cuales se definen las tecnologías como insumo para su elaboración, y además se elaboran conceptos generales que permite disponer de las tecnologías de forma tal que se procure constituir soluciones factibles.

Estos conceptos (o lineamientos) generales que reflejan la organización de la tecnología en un sistema se deberían de considerar versiones preliminares de una arquitectura de sistema\*. Son esta combinación de tecnologías alternativas y propuestas arquitectónicas las que en realidad son evaluadas en los proyectos. Es imposible aislar la evaluación tecnológica de un contexto de solución, pues es imposible aprovechar una tecnología sin conocer una arquitectura que indique cuándo, dónde, y cómo utilizarla.

Una vez considerados estos hechos, se propone el uso de una matriz donde, para cada flujo de trabajo, se definan los objetivos de su cumplimiento junto a las herramientas ingenieriles, administrativas y conceptuales (extraídas del marco teórico) más útiles para el apoyo de su ejecución, para luego justificar el rol de cada herramienta en el contexto del flujo de trabajo. La matriz, ya elaborada, se presenta a continuación:

---

\* Ver Marco Teórico: *Arquitectura de Sistemas de Software*



<b>Flujos de Trabajo</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Roles</b>	<b>Justificación</b>
Justificación para Iniciar el Proyecto	Conocer la Visión, Misión y Objetivos Organizacionales	Arquitectura Institucional* : Perspectiva Organizacional	Estructura lógica para relacionar la razón de ser de la institución, sus necesidades y las posibles soluciones	La perspectiva organizacional sirve como un instrumento orientador para el desarrollo tecnológico preservando su alineación a las estrategias del Estado con una visión sistémica
	Identificación la situación actual de la informática institucional  Identificar el Problema	Arquitectura Institucional: Arquitectura Actual	Estructura de contexto para el análisis de la situación de la informática actual	Es un instrumento metodológico de diagnóstico para la condición actual identificando las características de los sistemas de información existente en el dominio global del Estado
	Identificar el alcance necesario para la solución	Ingeniería de Dominios	Metodología para la modelación del alcance de las soluciones	Esta es una herramienta básica para la segmentación adecuada de la arquitectura de forma coherente a las características del

\* En general la aplicación del concepto de arquitectura institucional es recomendado para el Estado, tanto por el MRAIF como por otras referencias consultadas tales como el *Commonwealth of Kentucky*

Flujos de Trabajo	Objetivos	Herramientas	Roles	Justificación
				entorno institucional
	Identificar el contexto de la solución	Arquitectura Institucional: Arquitectura Meta	Estructura los datos, aplicaciones y tecnologías deseables para conformar la nueva plataforma	Es una herramienta metodológica integral para representar los componentes fundamentales de la futura plataforma tecnológica
	Identificar el problema			
	Definir un proceso de cambio macroinstitucional	Arquitectura Institucional: Plan de Transición	Definición de la secuencia de implementación de proyectos  Definición de las interdependencias de proyectos	Se integra a la metodología de arquitectura institucional proporcionada por el MRAIF y también soportada por el TO-GAF
	Representación de la Arquitectura Institucional	- UML  - IDEF0  - Herramientas de la Ingeniería de la Información	Modelación de Datos  Modelación de Procesos  Entrecruzamiento de variables	Son herramientas de representación estándares para la ingeniería de software y la modelación organizacional
Identificación de Requerimientos Organizacionales	Identificar los requisitos específicos de la solución	Modelación de Casos de Uso	Representación de requisitos en términos de los escenarios de uso de los sistemas de información	Los casos de usos son altamente flexibles y útiles como insumos de otras herramientas importantes para el desarrollo de siste-

Flujos de Trabajo	Objetivos	Herramientas	Roles	Justificación
				mas de información: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vistas arquitectónicas (Modelo 4+1)</li> <li>- ATAM para la evaluación de arquitecturas</li> <li>- Procesos de Desarrollo (ej. RUP)</li> <li>- Casos de Prueba</li> </ul>
	Detallar la restricciones impuestas a la solución	Atributos de Calidad de los Escenarios (Tomado del ATAM)	Garantía de la rastreabilidad de las restricciones impuestas a partir de los casos de uso identificados	Permite establecer una conexión importante entre dos elementos importantes de este flujo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo de una arquitectura conceptual</li> <li>- La evaluación ATAM de la arquitectura</li> </ul> Con lo cual también se garantiza la obtención de arquitecturas factibles desde el inicio del proceso
	Garantizar la reutilización conceptual de la arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arquitecturas de Referencia</li> <li>- Patrones Arquitectónicos</li> <li>- Estilos Arquitectónicos</li> </ul>	Proporciona soluciones arquitecturales prácticas y comprobadas	Son herramientas ampliamente utilizadas en la industria, siendo buenas prácticas de un sinnúmero de metodologías (TO-GAF, RUP etc.)

Flujos de Trabajo	Objetivos	Herramientas	Roles	Justificación
	Proporcionar una representación de las arquitecturas propuestas	Modelo de Vistas 4+1	Permite obtener una representación gráfica de la arquitectura útil para la comunicación entre los interesados institucionales, arquitectos y expertos en tecnología	Es una herramienta compatible con estándares de la industria como el UML (incorporando casos de uso), de amplia difusión y de fácil comprensión por su carácter gráfico
	Evaluar las arquitecturas propuestas	ATAM	<p>Proporciona un proceso sistemático para la evaluación de la calidad de la arquitectura</p> <p>Facilitar los ajustes de las arquitecturas mediante el descubrimiento de puntos de ponderación, puntos de sensibilidad y riesgos</p> <p>Proporciona una documentación que justifica las decisiones en la arquitectura conceptual</p>	<p>Es una herramienta integrada a la lógica de la metodología considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Está orientada hacia la calidad</li> <li>- Está basada en escenarios de uso</li> <li>- Está basada en enfoques arquitectónicos (patrones, estilos etc.)</li> </ul> <p>Además esta herramienta genera documentación amplia para facilitar la rastreabilidad del proceso</p>
Preselección de Tecnologías para la conformación de Alternativas	Reducir el conjunto de tecnologías evaluables en el contexto del Estado	<p>Modelo Técnico de Referencia</p> <p>Base de Información de Estándares</p>	<p>Proporciona una caracterización de tecnologías</p> <p>Proporciona un registro de</p>	Promueve la estandarización y el cumplimiento de normas técnicas

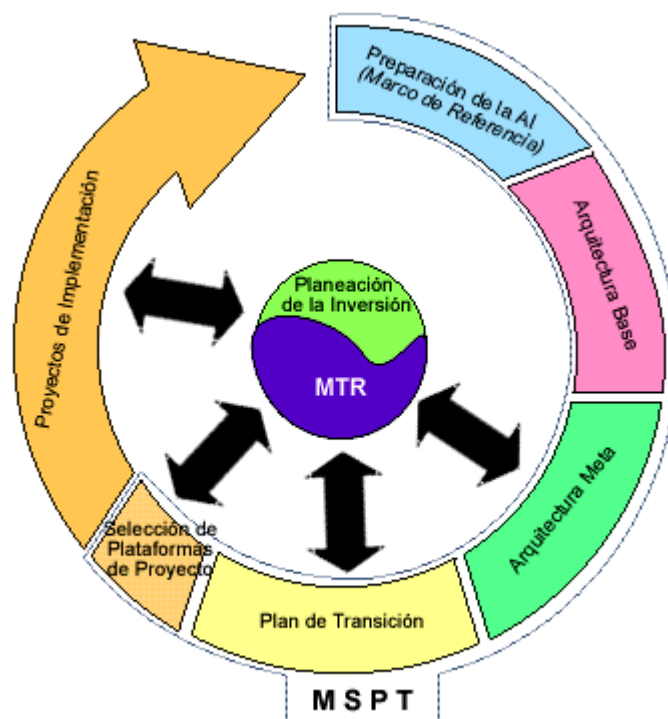
Flujos de Trabajo	Objetivos	Herramientas	Roles	Justificación
			<p>la evolución tecnológica</p> <p>Proporciona un registro de referencia sobre las aplicaciones de la tecnología en el Estado</p>	<p>Es un instrumento que sirve como un base evaluativa común de proyecto a proyecto</p> <p>Registra lecciones aprendidas en el contexto institucional para promover la mejora continua</p>
	<p>Evaluar el conjunto de tecnologías específicas aplicables a un proyecto y las arquitecturas propuestas</p>	<p>Criterios técnicos basados en atributos de calidad de las arquitecturas</p>	<p>Establecer criterios mínimos de aceptación para la selección de tecnologías</p> <p>Asegurar la reducción del esfuerzo en la conformación de alternativas, proporcionando las tecnologías más factibles</p>	<p>Se integra con la filosofía de la evaluación de calidad del ATAM</p> <p>Se integra con la caracterización tecnológica que proporciona el Modelo Técnico de Referencia</p>
<p>Planteamiento de Alternativas</p>	<p>Asegurar el cumplimiento de los requerimientos de calidad arquitectónica de las tecnologías seleccionadas</p>	<p>Evaluación ponderada (mediante una matriz) de las tecnologías basada en la priorización de componentes arquitectónicos implementables</p>	<p>Proporciona una guía para la asignación de tecnologías a los componentes arquitectónicos previamente definidos</p>	<p>Se basa en la filosofía de priorización de atributos de calidad del ATAM, igualmente aplicable para la asignación tecnológica, con lo cual se minimiza la posibilidad de no satisfacer las necesidades prioritarias de los beneficiarios</p>

<b>Flujos de Trabajo</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Roles</b>	<b>Justificación</b>
				Garantiza la rastreabilidad de las decisiones a través de atributos de calidad y de la priorización de componentes
	Seleccionar los elementos complementarios de cada alternativa de plataforma tecnológica	Criterios de evaluación para seleccionar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas de apoyo</li> <li>- Herramientas de desarrollo</li> <li>- Metodología de Desarrollo</li> </ul>	Proporciona los requisitos mínimos que deben cumplir estos elementos complementarios para ser factibles a la plataforma seleccionada	Es necesario identificar que herramientas tecnológicas y metodológicas apoyarán la implementación de las tecnologías planteadas
	Identificar Riesgos Técnicos	Preguntas Basadas en Taxonomía (TBQ)		
Evaluación de Alternativas	Evaluar los aspectos técnicos de las alternativas	Criterios para medir la factibilidad de las alternativas (sus tecnologías, sus herramientas y sus metodologías): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimación de Duración</li> <li>- Estimación de Esfuerzo</li> <li>- Requerimientos de Capacitación</li> <li>- Reuso de herramientas</li> <li>- Evaluación de Riesgos</li> </ul>	Proporciona métricas y criterios cualitativos para la evaluación técnica de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arquitectura</li> <li>- Tecnologías</li> <li>- Metodología</li> <li>- Herramientas</li> </ul>	Proporciona una visión integral de la evaluación técnica de las plataformas tecnológicas alternativas considerando los factores prioritarios para: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo</li> <li>- El mantenimiento</li> <li>- El impacto institucional</li> </ul>

Flujos de Trabajo	Objetivos	Herramientas	Roles	Justificación
	<p>Evaluar los aspectos económicos de las alternativas</p>	<p>Análisis Costo-Beneficio</p> <p>Cuantificación de Intangibles</p> <p>Evaluación de Riesgos</p>	<p>Identificar y Cuantificar costos de cada alternativa de plataforma</p> <p>Identificar y Cuantificar beneficios de cada alternativa de plataforma</p> <p>Identificar y Cuantificar Riesgos</p>	<p>Se hace uso de una herramienta de amplio uso en el sector público</p> <p>Existen recomendaciones técnicas alrededor al uso de CBA en la bibliografía consultada cuando se considera la cuantificación de intangibles</p> <p>Siempre es necesario determinar el valor económico de los riesgos</p>

## 6.2. Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas

### 6.2.1. Introducción



Esquema 6-1 – Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas (Ciclo de Cambio Tecnológico)

La presente metodología\* es una guía para la definición y selección de plataformas tecnológicas para el Estado Nicaragüense, tomando como base mejores prácticas con la utilización de herramientas de ingeniería de software, administración estratégica y análisis económico.

La característica más importante de ésta metodología es que su ejecución gira en torno de la definición de una arquitectura, sea ésta una *arquitectura institucional*, al enfocarse al marco de un *estudio informático institucional*, o una *arquitectura conceptual de proyecto*, para sistemas específicos dentro de la concepción de proyectos informáticos.

El uso del concepto de arquitectura gira en torno a lo que se conoce como el problema de dimensionamiento de los sistemas de información – informatizados o no – de las organizaciones. A medida que crece la complejidad y tamaño de la estructura organizacional, crecen los sistemas de información, tornándose más complejos y difíciles de implementar. No basta con la aplicación de metodologías de proyectos ingeniería de software para la solución de los problemas, pues por lo general, ofrecen un panorama muy limitado de la organización y de la necesidad de integración de todos sus sistemas.

\* Las siglas MSPT (Metodología para la Selección de Plataformas Tecnológicas) se utilizará como abreviatura de aquí en adelante.



Citando una justificación sobre el por qué de las arquitecturas de software ofrecida por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad de Carnegie-Mellon: “la experiencia demuestra que los atributos de calidad de los sistemas de software grandes, residen principalmente en la arquitectura del software del sistema”<sup>†</sup>. Así entonces, es ahora una amplia práctica de alta calidad en la industria el establecer una arquitectura como directriz para cada proyecto informático. Es notorio, por ejemplo, que procesos de software tan exitosos como el Rational Unified Process<sup>TM</sup> apliquen dicho principio al situarse como basados en arquitectura.

Otro aspecto importante de la metodología es su flexibilidad, pues permite una implementación personalizada de acuerdo a los distintos estilos de administración y la complejidad de los proyectos.

Por otra parte, la metodología considera un aspecto muy importante que no ha sido tratado en la actualidad, esto es, la necesidad de una política informática formalizada para el Estado. Aún cuando en algunos de los casos se consideran aspectos implícitos de una política para ser usados en proyectos del Estado, tal práctica es inadecuada debido a la forma ambigua en que se especifican los criterios, imposibilitando la coordinación de esfuerzos en las carteras de proyectos y la evaluación de los resultados.

Sin embargo, el propósito de la metodología no es la elaboración de políticas informáticas gubernamentales. Pero a su vez, al no existir una, su efectividad se reduce debido principalmente a los siguientes motivos:

- No se definen los intereses vitales hacia los cuales se deben dirigir los esfuerzos en el desarrollo de la tecnología de la información dentro de las instituciones estatales. Por ello la metodología no podrá abordar las necesidades específicas que deberían figurar en una política estatal concreta.
- No se establecen restricciones para regular el uso discrecional de los recursos financieros, humanos, y temporales en el desarrollo de la tecnología de la información, aspectos que son de vital relevancia en países como el nuestro. Por ello, la metodología no puede proponer unidades organizacionales específicas para su aplicación.

Tampoco se puede especificar con exactitud el nivel requerido de documentación que debería de proporcionar la metodología, pues está claro que mientras más documentación de soporte se elabore durante el esfuerzo metodológico se incurre en mayores costos. No obstante, debe existir un equilibrio entre los costes de la burocracia y la rastreabilidad en el proceso que permita garantizar la rendición de cuentas.

---

<sup>†</sup> ATAM [SEI2000b]

- Al no institucionalizarse prácticas sanas en la administración de la tecnología de la información – tales como la metodología propuesta –, es poco probable que individuos e inclusive unidades completas dentro de las instituciones contribuyan a su aprovechamiento y puedan evidenciar de forma práctica los beneficios que implicaría su adopción.

Como un aspecto relacionado, al ausentarse una política informática del Estado, nadie estaría obligado a rendir cuentas bajo las condiciones de una aplicación metodológica como la propuesta aquí, o inclusive, bajo las condiciones de trabajo por proyectos independientes, tal como se ejecuta actualmente.

Es decir existe un vacío en cuanto a los mecanismos de rendición de cuenta sobre las decisiones tomadas en el campo informático, en particular aquellas acciones que implican erogación de recursos que administra el Estado y endeudamiento significativo.

### **6.2.1.1. Metas Metodológicas**

Para la definición de ésta metodología se han establecido las siguientes metas:

1. Precisar las actividades requeridas para el análisis y selección de plataformas tecnológicas informáticas para el Estado nicaragüense dentro de un marco técnico de prácticas ingenieriles.
2. Facilitar e incrementar la calidad de la toma de decisiones en el proceso de selección, fundamentándole con argumentos objetivos inmersos en el conocimiento técnico e institucional.
3. Establecer mecanismos de rastreabilidad que permitan garantizar la preservación del orden institucional en el proceso de selección de plataformas tecnológicas.
4. Reducir los riesgos técnicos, económicos y organizacionales resultantes de decisiones mal fundadas.

Así mismo, en torno a dichas metas se han definido los siguientes medios para alcanzarlas:

5. Especificación de principios técnicos, así como de herramientas, que han de utilizarse en conjunción con los pasos de construcción y evaluación de alternativas.
6. Establecimiento de principios de ponderación técnica, económica y organizacional que sustenten la toma de decisiones estructurada.
7. Definición de documentos que registren y respalden el esfuerzo técnico y decisonal a través de la implementación metodológica.
8. Inclusión de las recomendaciones de la ingeniería y la administración (tales como el uso de arquitectura, herramientas heurísticas, teoría de evolución tecnológica, y

la dinámica organizacional) para la mejora de los procesos actuales en cuanto a la selección de plataformas tecnológicas.

9. Establecimiento de las obligaciones de funcionarios y otros individuos involucrados en los proyectos de desarrollo tecnológico, haciéndoles responsables de sus actos.

### **6.2.1.2. Planteamiento de las Necesidades**

La situación actual de la informática estatal nicaragüense sufre de una condición crítica de carencia normativa, hecho que se apoya en la caracterización general realizada a lo largo de éste estudio. Dicha condición, no puede ser resuelta a menos que se lleven a cabo cambios sustanciales, tanto en la creación y adopción políticas pertinentes, como en la aplicación de principios técnicos y administrativos formales.

Se pueden identificar claramente en las instituciones del Estado los siguientes escenarios generales en torno a las decisiones informáticas:

- Carencia de planeación en cuanto a la viabilidad de los proyectos informáticos, en detrimento de la definición de alcances, la estimación de recursos, y de la existencia de una línea base desde la cual se pudiese medir el desempeño y los resultados.
- Falta de coordinación entre las instituciones estatales, lo cual impide un mejor aprovechamiento de los recursos invertidos en proyectos de modernización informática.
- Desconocimiento sobre las necesidades prioritarias del Estado, haciendo uso indiscriminado de los recursos en proyectos innecesarios.

Tomando todo ello en cuenta, es imperioso establecer principios que ayuden a recuperar el orden en la administración de los recursos informáticos del Estado. Ésta necesidad no sólo puede ser abordada mediante la estimación de los beneficios que podría ofrecer ésta metodología. En contraste, es importante reconocer que existe ya un intento de progresar en otras áreas del Estado, mediante la normación, el establecimiento de procedimientos, y reglas prácticas (y en muchos casos sistemas de información que garanticen la rendición de cuentas), siendo estos, cambios que de igual manera deberían ser aplicados a todas las áreas de Estado, y en virtud de ello, aplicados también en el área informática cuando se considera que:

- Las decisiones informáticas implica la erogación de recursos del Estado
- Las decisiones informáticas afectan la calidad de los servicios a la ciudadanía
- Las decisiones informáticas impactan la efectividad de la gestión interna del Estado
- Las decisiones informáticas repercuten en una cadena de consecuencias sobre las decisiones informáticas posteriores, implicando además altos costos de cambio en términos tecnológicos y operativos

### **6.2.1.3. Consideraciones Iniciales**

Como se ha indicado anteriormente, no se conoce de alguna propuesta metodológica similar en el contexto de las instituciones estatales nicaragüenses. No obstante, durante la recopilación y análisis documental sobre el tema en otros países, se han identificado varios modelos referenciales y propuestas metodológicas en ésta dirección.

Entre las propuestas metodológicas referidas sobresale el MRAIF: Marco de Referencia de la Arquitectura Institucional Federal (FEAF por sus siglas en inglés) el cual comprende un modelo y una guía práctica orientados hacia el desarrollo de una arquitectura institucional para todas las agencias federales de los E.E.U.U. Puesto que tal base documental comparte un contexto y un propósito similar con la metodología aquí descrita, es imperativo acoger muchos de los conceptos brindados ahí.

No obstante, existen ciertas condicionantes de índole económico, organizacional y técnico que obligan a que la propuesta metodológica se vea limitada en la actualidad, en cuanto a la definición de ciertos roles para la aplicación de la metodología, así como del uso de ciertas herramientas documentales o de ciertas técnicas. El propósito es tratar de reducir factores que hagan incurrir en mayores costos (e implícitamente, riesgos de rechazo a la metodología), sin desvirtuar los beneficios que se obtienen del trabajo metodológico.

### **6.2.1.4. Contexto de la Metodología en Proyectos y Estudios Institucionales**

La aplicación de la MSPT en estudios institucionales sirve de apoyo en la planeación estratégica y táctica de los recursos informáticos. Por tanto, la institución puede realizar la evaluación de las plataformas tecnológicas actualmente implementadas, y la proyección de nuevas plataformas para un análisis comparativo, que le permita comprender sus debilidades actuales y considerar cursos de acción a largo plazo. El momento de realizar evaluación de plataformas tecnológicas no es arbitrario. Muy por el contrario se consideran momentos propicios para dicha evaluación:

- Cuando no existe una arquitectura institucional de referencia disponible
- Cuando ocurre una significativa reestructuración administrativa de la institución o instituciones. Puesto que todo cambio radical tiene profundas repercusiones en la distribución de recursos, responsabilidades, e inclusive objetivos mayores, el recurso tecnológico requerirá de un replanteo de su contexto.
- Cuando se han identificado debilidades y amenazas patentes o latentes que involucran la tecnología de la información. Para poder lograr la identificación se hace necesaria la presencia de mecanismos de control apropiados en la organización. Estos mecanismos de control permiten identificar la variabilidad de las necesida-

des presentes y mediante la subsiguiente planeación pronosticar las necesidades futuras, siendo ellos el insumo para una evaluación de los recursos tecnológicos.

Por otra parte, en proyectos específicos ésta metodología se aplica generalmente durante el análisis de factibilidad. Además, si el proyecto considera sistemáticamente una reevaluación, tal como se propone en procesos iterativos y en el esquema de la espiral de Boehm, también puede ser valiosa su aplicación en el transcurso del mismo. Así la metodología permite la evaluación del uso de tecnologías alternativas, cuando algunas de las tecnologías consideradas en iteraciones previas puedan significar un riesgo para la exitosa finalización del mismo.

#### **6.2.1.5. *Justificación del concepto de Arquitectura***

Actualmente hay un alto nivel de desconocimiento de las necesidades informáticas globales del Estado nicaragüense en función de las instituciones que le sirven de apoyo. Por lo general los proyectos de modernización tecnológica se enfocan en soluciones particulares con una visión limitada del contexto de las instituciones objetivos, y una visión más reducida aún del supersistema que ellas componen.

Aunque la visión de proyecto es útil para fijar detalles operativos de las soluciones a construir, ésta es insuficiente en el marco global de la organización, para el cual la administración estratégica dirige el accionar coordinado de las distintas áreas institucionales.

Por tanto, se requiere de un enfoque holístico y no uno reduccionista, que permita tener una percepción precisa de las repercusiones que tiene la transición tecnológica en todo el ambiente institucional. Se propone que cada proyecto se conciba como “un cambio en servicio de un área y en beneficio de todo el Estado”.

Pero no sólo se necesita una perspectiva global del contexto institucional, también se debe aprovechar dicha perspectiva para la definición de metas claras a nivel global, es decir, vincular desde el inicio las estrategias de Estado como el impacto total esperado de los proyectos de modernización, y garantizar que este enlace se preserve durante la ejecución y entrega.

Dichas metas, deberán de servir como pauta para guiar los proyectos, a fin de establecer sus cursos de acción, sus alcances y la secuencia de ejecución de tales proyectos, además de poder medir los logros obtenidos.

Una trampa en la que comúnmente caen las instituciones planeando la transición hacia nuevas tecnologías, consiste en enfocarse en una clase de productos particulares, si considerar el contexto global necesario para lograr un exitoso aprovechamiento. Existen varias instituciones que creyendo que la introducción de algunas herramientas de ingeniería de software resolvería sus problemas, se encuentran después con que los recursos humanos administrativos y técnicos no tienen ni el conocimiento ni la motivación para usarlos y explotarlos efectivamente.

De hecho, las instituciones del Estado que ha iniciado o iniciarán un desarrollo informático de alcance nacional en algún momento tropezarán con la limitada visión que se tiene de la informática estatal como un instrumento de apoyo relegado a un segundo plano, visión que hasta la fecha se ve sustentada por la ley 290. Por ello es que se insiste en la necesidad, a la luz de cualquier propuesta metodológica, de establecer un marco normativo.

Inclusive, puesto que las instituciones estatales son de gran complejidad, y se ven inmersas en un proceso de dinamismo, la administración de los recursos informáticos, por lo general, se mantiene varios pasos atrás en relación con las necesidades organizacionales, debido principalmente a la falta de una visión de conjunto. La administración de recursos informáticos es altamente reactiva y poco proactiva, actuando bajo circunstancias operativas del cambio, sin dar respuesta a la estrategia de la organización. Existe de hecho una discordancia entre la administración estratégica y la administración de recursos informáticos.

He ahí la importancia de un principio práctico que permita obtener una visión de conjunto, y que aplique el concepto de cambio gradual tomando en consideración las competencias disponibles en las organizaciones estatales, permitiendo un proceso de planeación continuado y sostenible.

Pero entonces, ¿qué principio puede mitigar dicha necesidad? La respuesta es la Arquitectura Institucional; ésta se define como una base estratégica de recursos de información, que puntualiza la misión – que gira en torno a los objetivos estratégicos de las instituciones –, la información necesaria para llevar a cabo la misión, y los procesos de transición en respuesta a las necesidades cambiantes para alcanzar la misión. Así pues, una Arquitectura Institucional (AI) está constituida por una Arquitectura Base, una Arquitectura Meta y una Plan de Transición [CIOC01].

Las razones para desarrollar una Arquitectura Institucional son:

- Asegurar que las implementaciones reales en la institución tengan correspondencia con los objetivos de la administración.
- Confirmar que las reglas y políticas son consistentes a lo largo y ancho de las instituciones, que los datos y sus usos son inmutables, que las interfaces y los flujos de información estén estandarizados y que la conectividad e interoperatividad sean administradas a través de todas las instituciones.
- Facilitar y administrar el cambio en cada aspecto de la organización.
- Reducir la duración y riesgos del desarrollo de sistemas, la generación de aplicaciones y los procesos de modernización informática.
- Agilizar el proceso de convergencia en la aplicación de estándares y de pronósticos referentes al uso de la tecnología a nivel interinstitucional y elevar paulatinamente el nivel técnico de la informática estatal.

De hecho, con la mera definición de una arquitectura institucional se da cumplimiento en gran medida a las metas segunda y tercera<sup>‡</sup> de la MSPT; Se dice que cumple con el la segunda meta puesto que la AI sirve como una base de conocimiento que apoya las decisiones tecnológicas, reuniendo en si misma conocimiento sobre las directrices organizacionales, los recursos disponibles, los recursos en uso y las necesidades por satisfacer; además, cumple con la tercera meta, pues la AI sirve como evidencia suficiente para la evaluación de las decisiones tomadas y de los resultados obtenidos al ofrecer modelos institucionales y técnicos, definir metas, líneas de acción e inclusive políticas y recomendaciones.

El principal propósito de definir una arquitectura es entonces informar, guiar y restringir las decisiones tomadas a nivel institucional, en especial aquellas referentes a la tecnología de la información [CIOC01].

#### **6.2.1.6. Principios Organizacionales**

En la actualidad las instituciones del gobierno continúan aplicando un enfoque clásico, orientado a la satisfacción de sus propios intereses, considerándose a sí mismas entidades aisladas, cada una de las cuales ofrece servicios y administra competencias específicas de su dominio institucional.

En contraste, la presente metodología aborda los aspectos de la plataforma tecnológica institucional, y derivado de ello, las plataformas tecnológicas de los proyectos informáticos, con una visión distinta, basada en los servicios prestados a la población y de la gran misión del suprasistema colaborativo que conforman las instituciones estatales.

Dicha orientación tiene sus bases en las recomendaciones del Modelo de Referencia del Negocio del MRAIF [FEABRM02], donde se abandona el análisis arquitectónico basado en las instituciones individuales, para adoptar un enfoque basado en “Líneas de Negocio”. Tal enfoque permitirá esclarecer las áreas donde se presentan redundancias y deficiencias, así como identificar las oportunidades de colaboración interinstitucional. Así, con la aplicación de un enfoque distinto al tradicional, la metodología sugiere el establecimiento de una administración informática con una perspectiva más amplia que la actual y no sometida al particionamiento de los planes y las acciones de cada institución como entidad individual.

Además, al tener una visión transversal, orientada al servicio público, la elaboración de planes, y la ejecución de los mismos puede ser apoyada por recursos de todas las instituciones involucradas, impulsando la obtención de soluciones de mayor calidad que fortalecen la labor de los funcionarios públicos para la satisfacción de la población.

Por otra parte, cuando dicha visión es ampliamente aceptada a través de todo el gobierno, es posible obtener el apoyo de los administradores públicos y de la sociedad civil. Ya no

---

<sup>‡</sup> el incremento de la calidad de la toma de decisiones y el establecimiento de mecanismos de reatrababilidad

existiría discrepancia en la definición de los procesos o información a utilizar, y lo que es más, no existirían conflictos en la aplicación de los mismos al perseguir un mismo fin y valerse de una misma guía para lograrlo.

Un aspecto importante, es el hecho de que, generalmente, la administración de programas informáticos de éste tipo demanda:

- Una independencia significativa del dominio de cada institución, pues no se obtienen buenos resultados si estuviese supeditada a las políticas y la visión de una institución en particular (autonomía y descentralización).
- Además, dicha administración debe promover la capacidad de coordinación y negociación entre instituciones, sin promover intereses parciales debido a alguna dependencia jerárquica (colaboración interinstitucional).
- Deberá de contar con cierto nivel de autoridad para actuar como regulador de las instancias informáticas de cada institución (centralización normativa).
- También deberá gozar de una comunicación directa con el gobierno central a fin de resolver conflictos, y encaminarse en apoyo de la gran misión del gobierno.

Es decir que para la exitosa implementación de una metodología que aborda todas las áreas institucionales del Estado, es necesario que ésta sea dirigida por una entidad independiente de la orientación específica de cada entidad gubernamental.



### **6.2.1.7.      *Establecimiento del Marco de Referencia***

Cuando se amerita definir una plataforma tecnológica a nivel institucional es necesario definir aquellos requerimientos administrativos y operativos que influyen en la decisión. No obstante, dichos requerimientos no solo se definen en términos textuales, sino que se deben de traducir gradualmente a principios técnicos para la evaluación de la tecnología y de los recursos que le acompañan para la conformación de las plataformas.

Dichos principios técnicos, sin embargo, no pueden ser documentados de forma textual, pues su interpretación estaría plagada de las ambigüedades del lenguaje humano. Por tanto se deben de representar mediante técnicas de modelación que hagan uso de una simbología más precisa en su significado.

Sin embargo, el desarrollo de modelos no puede ser realizado intuitivamente, sin establecer un proceso gradual, que pueda guiar a los desarrolladores de la arquitectura (conjunto de modelos institucionales y técnicos) hacia los aspectos específicos que ésta última deberá reflejar para ser utilizable.

No existe una respuesta fácil a la necesidad de representar de forma precisa la documentación textual sobre las organizaciones estatales mediante modelos técnicos. Sin embargo, tal como se presenta en el marco teórico de este estudio, algunos investigadores ya se han formulado la misma pregunta y han definido principios, llamados marcos de referencia, para la elaboración de soluciones satisfactorias, a las que se les ha nombrado arquitecturas institucionales (AI).

Uno de los marcos de referencias más conocidos en la industria es el Marco de Zachman, el cual está definido por una matriz bidimensional, en la que sus seis columnas consideran un aspecto de la arquitectura que debe ser representado (datos, funciones, localizaciones, personas, tiempo, motivaciones) y las seis filas representan una perspectiva distinta de cada ente involucrado en la arquitectura (Planeador, Propietario, Diseñador, Constructor, Subcontratista, Usuario Final). El entrecruzamiento entre las perspectivas y los aspectos a representar definen una celda, es decir, un modelo que se debe definir para completar la arquitectura.

Empero el uso del marco de Zachman por si solo dista de ser útil en la práctica, porque éste no define específicamente las técnicas a utilizar para su construcción ni las metodologías de modelación empleadas. Además Zachman no proporcionó detalles concernientes al ámbito de las instituciones gubernamentales.

Así pues, más de veinte años después de haberse dado a conocer tal marco de referencia, ha surgido una diversidad de técnicas para implementar los principios sugeridos por Zachman. Además existen otras técnicas que no consideran al modelo de Zachman para la definición de las Arquitecturas Institucionales.

El Marco de Referencia de la Arquitectura Institucional Federal MRAIF (*Federal Enterprise Architecture Framework* - FEAF por sus siglas en inglés), el cual está basado en el Marco de Zachman, es una de estas técnicas, a la cual se hará mayor referencia, tomando en cuenta su orientación a la función pública.

Dado que los detalles del MRAIF ya han sido descritos en el marco teórico, no se explicarán más que las adaptaciones realizadas para su integración en la metodología. A continuación se presentarán los aspectos que se han complementado.

Es importante plantear que el MRAIF contribuye con un conocimiento muy bueno desde el punto de vista gubernamental, pues conjuga las características más destacadas de las instituciones estatales – no sólo del gobierno federal de los E.E.U.U. – con los aspectos técnicos generales más importantes para aquellos interesados en construir una AI gubernamental.

Sin embargo, el MRAIF no especifica varios aspectos de suma importancia:

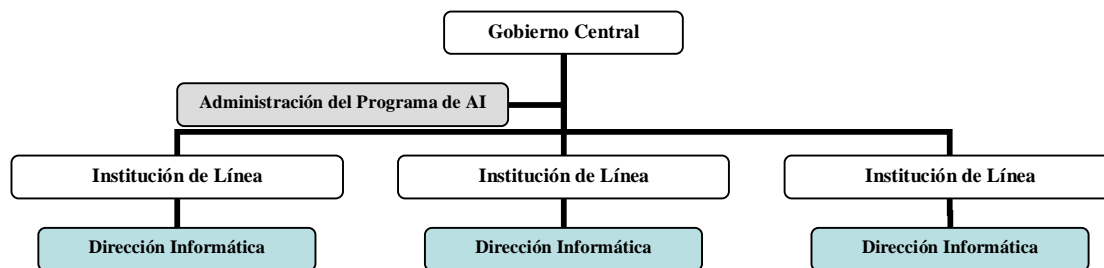
1. El MRAIF no establece técnicas detalladas para la evaluación de proyectos de modernización respecto a la arquitectura institucional. Es decir que su enfoque es muy generalista, pero ofrece muy poco en el ámbito de los proyectos ejecutorios.
2. El MRAIF considera un desarrollo segmentado de la arquitectura. No obstante la definición de dichos segmentos se considera muy ambigua pues no proporciona criterios claros para el particionamiento. La metodología incluirá los conceptos de la ingeniería de dominios, muy útiles para identificar las características comunes que comparten las unidades organizaciones a nivel de datos y procesos.
3. En el MRAIF las técnicas de modelación no son definidas. Sólo se hace alusión a los modelos que se necesitan representar. Esta metodología hace referencia a las técnicas de modelación (IDEF, UML, Ingeniería de la Información, etc.) pertinentes a cada área de modelación, y justifica sus recomendaciones.
4. El MRAIF no establece límites en cuanto al desarrollo de la arquitectura, pues define las seis perspectivas hasta el nivel de usuario. Sin embargo, es imposible precisar los productos finales, cuando las tecnologías están sujetas a constantes cambios, y cuando la viabilidad de los proyectos de implementación aún no se ha realizado. Esta metodología precisa los momentos en los cuales se debe realizar la complementación de detalles, puesto que la arquitectura es resultante de actividades agregadas de planeación y ejecución.

Además, el MRAIF ha definido ciertos aspectos de acuerdo al contexto de las agencias federales norteamericanas\* los cuales no son aplicables a la realidad nicaragüense debi-

---

\* Por ejemplo existen un consejo de oficiales de la tecnología de la información (CIO) y existen las funciones de planeación de la inversión de capital en tecnología de la información.

do a la ausencia de una política informática, de un conjunto bien definido de funciones y competencias para apoyar dicha política, y además obviamente, de las diferencias económicas, estructurales y estratégicas específicas de cada entidad.



**Figura 6.2-1** – Estructura Organizacional Sugerida para AI

En cuanto a la resolución de la primera deficiencia, es decir, la ausencia de técnicas para la definición y evaluación de proyectos específicos, ésta será abordada en la sección de la metodología orientada a proyectos<sup>†</sup>.

Las deficiencias restantes serán tratadas de forma pertinente en los acápites posteriores correspondientes al desarrollo de la metodología.

#### **A. *Requerimientos Organizacionales***

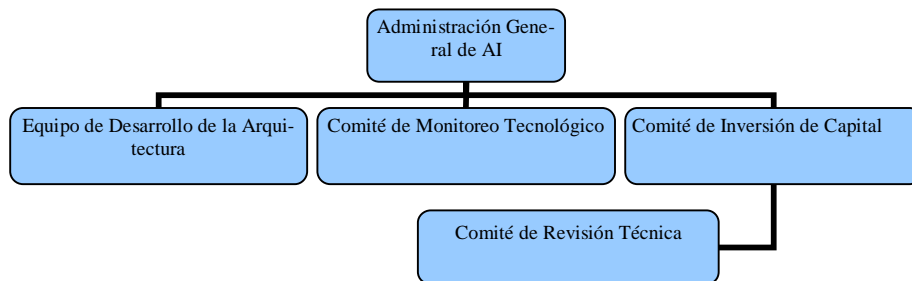
Para el aprovechamiento significativo del esfuerzo metodológico de la definición y administración de una AI es necesario que se considere el establecimiento de nuevas estructuras organizacionales así como la adaptación de otras estructuras dentro del Estado.

Tal como se ha indicado en la introducción, los custodios del proceso arquitectónico deben ser independientes de los intereses específicos de cada institución, y deben ser capaces de tener cierta injerencia sobre el actuar de las instituciones en cuanto a las políticas y programas de desarrollo informático. Tal requisito sólo puede ser satisfecho si se establece un órgano regulador de la arquitectura.

Por otra parte, la relación entre los departamentos de informática de cada institución y dicho órgano debe ser definida. El establecimiento de un órgano regulador de la arquitectura no tiene significado si no es realizado de forma conjunta con cambios en las direcciones informáticas existentes, con el fin de que éstas últimas respondan a los intereses de la arquitectura.

Por ello se concibe el siguiente modelo de los cambios a instituir:

<sup>†</sup> Ver *Plataforma Tecnológica de un Proyecto*



**Figura 6.2-2** – Organización Interna del órgano Administrador del Programa de AI

Con ésta estructura se asegura que se respeten los lineamientos de la arquitectura institucional establecidos por la entidad reguladora, y al mismo tiempo, que se establezcan líneas de comunicación para el análisis así como la implementación de la arquitectura.

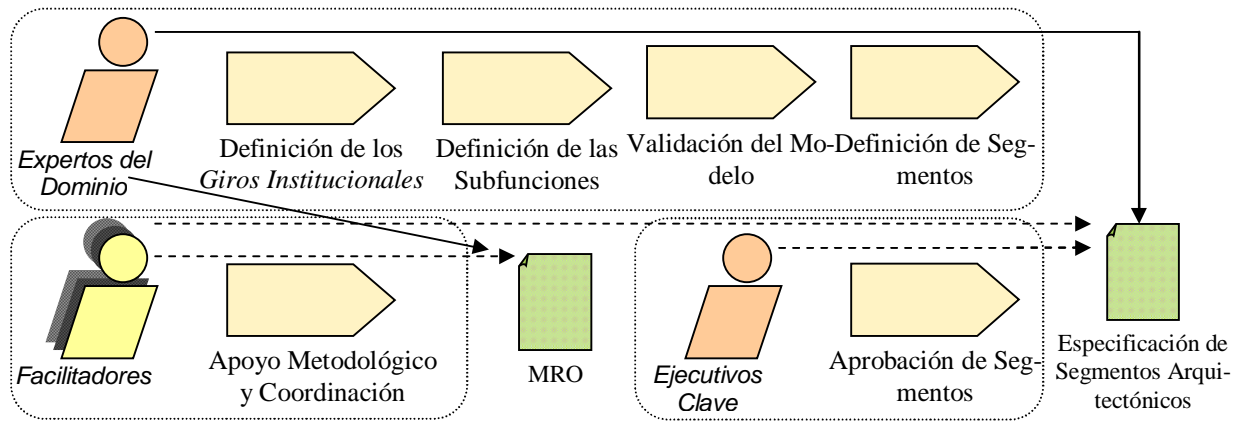
Además es importante en este momento definir las competencias por áreas que deberán corresponder a la administración del programa de AI. Dichas áreas deberán estar ligadas a los siguientes aspectos [CIO01]:

- ◆ Administración General de la Arquitectura: Un área encargada de la negociación interinstitucional para la implantación de la arquitectura. Tiene las funciones de promover los cambios, y darle seguimiento administrativo a las decisiones de los departamentos informáticos que afecten el desarrollo de la AI. Esta área deberá estar compuesta por administradores con amplitud de conocimientos de las metodologías informáticas y del accionar del Estado, con una recomendable habilidad para planear e implementar la creatividad. Deben estar capacitados para actuar de forma independiente y para promover ideas dentro de las organizaciones.
- ◆ Equipo de Desarrollo de Arquitectura: Un área encargada de la definición arquitectónica, con expertos en las áreas de análisis y modelación de negocio, expertos en ingeniería de software, y expertos en planeación organizacional. Ellos son los elaboradores del esquema de la AI, bajo el marco de referencia, y son quienes planean la transición arquitectónica.
- ◆ Comité de Monitoreo Tecnológico: Un área encargada de analizar la evolución tecnológica y metodológica de la informática, evaluando y documentando la aplicabilidad de nuevos conceptos, nuevas técnicas, y nuevas tecnologías en el ambiente de desarrollo de la Arquitectura Institucional. Además son los encargados de evaluar y documentar las tecnologías en uso para determinar su viabilidad futura.
- ◆ Comité de Inversión de Capital: Un área encargada de la planeación de presupuestos para el desarrollo del programa de la arquitectura institucional, así como de la evaluación, seguimiento y control de los programas y proyectos sugeridos a ejecutarse dentro del marco de la AI. Durante el inicio del estudio de la arquitectura, es un instrumento de ayuda para la evaluación de los proyectos y programas existentes para determinar vulnerabilidades de índole

administrativa-financiera, que puedan servir para apoyar el desarrollo de los nuevos planes.

- ◆ **Comité de Revisión Técnica:** Un área encargada de la evaluación, seguimiento y control de los principios, técnicas y herramientas aplicadas en los proyectos y programas sugeridos a ejecutarse dentro del marco de la AI. Además, durante el análisis de la arquitectura existente, sirve de instrumento de apoyo para la detección de malas prácticas técnicas en uso. Dichos comité opera bajo la coordinación del Comité de Inversión de Capital.

## B. Segmentación de la Arquitectura



**Esquema 6-2– Actividades Generales del proceso de Segmentación**

Respecto a la segmentación<sup>‡</sup> para la construcción arquitectónica (punto número dos), se busca agrupar unidades funcionales del Estado – tales como departamentos y oficinas – en un solo segmento de acuerdo a los criterios siguientes:

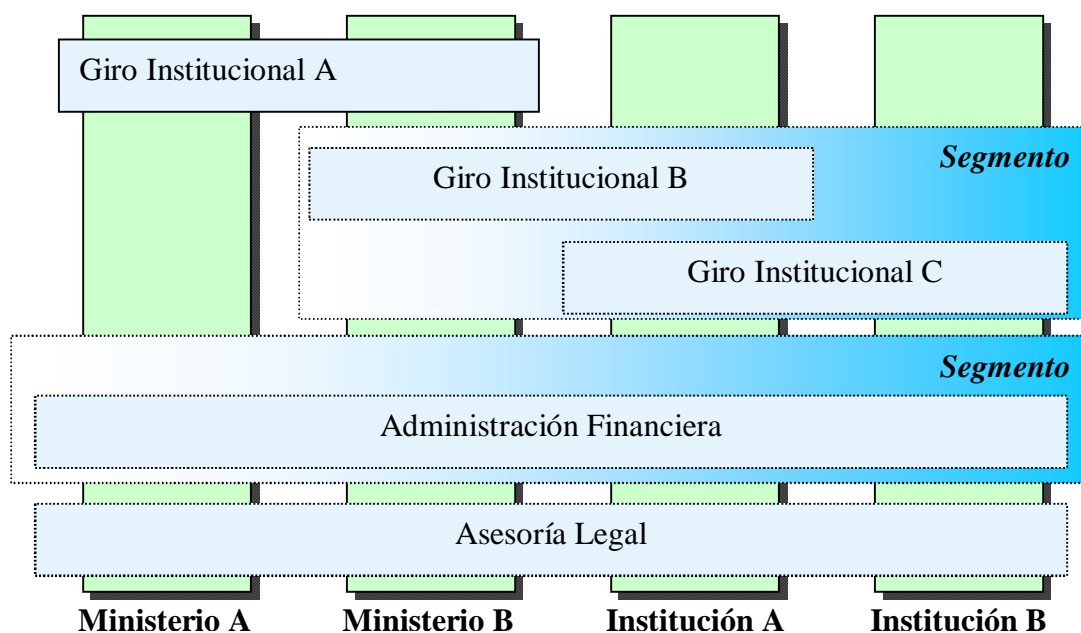
- Objetivos comunes dentro de la gran macro-institución estatal
- Responsabilidades similares dentro del Estado
- Posibilidad de compartir información durante la planeación arquitectónica, evitando conflictos de intereses, barreras jurídicas y limitantes de otra índole.

Además, es importante considerar que aunque los segmentos no deben ser necesariamente del mismo tamaño<sup>§</sup>, tampoco deben ser excesivamente grandes pues desvirtuarían las ventajas de la segmentación, haciéndole muy difícil de analizar y en definitiva, entorpecería la definición integral de la arquitectura.

<sup>‡</sup> Remítase a la sección de *Enfoques* dentro del marco teórico referente al MRAIF

<sup>§</sup> La determinación del tamaño ideal de cada segmento no está dentro de los alcances de éste estudio

En cuanto a su constitución, la unidad básica para la definición de segmentos es el análisis de Giros Institucionales. Éste comparte ciertos principios en su definición con los conceptos de Ingeniería de Dominios. Por una parte, los Giros Institucionales corresponden a dominios transversales (horizontales) con respecto a las Instituciones (verticales). No obstante, el enfoque de Giro Institucional, lejos de ser concebido desde la perspectiva del analista de software, está especialmente vinculado con la misión institucional, y con la proyección de los servicios que ofrecen las organizaciones estatales, tanto a sus consumidores externos – la población – así como sus consumidores internos – funcionarios públicos –.



**Figura 6.2-3** – Ejemplo del Modelo de Segmentación

Actualmente, existen enfoques paralelos a nivel institucional, que consideran las competencias institucionales e interinstitucionales, sobresaliendo la Ley 290 [NIC290L98] en la cual se especifican las competencias de los órganos del poder ejecutivo, y la Reforma 118-2001 [NICR290D98], en la cual se identifican, en la Sección 2 titulada “Órganos comunes de los Ministerios”, las siguientes competencias comunes:

- Asesorías Legales
- Auditoría Interna
- Consejo Técnico
- Manejo de Desastres (referente a la Unidad Técnica de Enlace para Desastres)
- Administración del Ambiente (referente a la Unidad de Gestión Ambiental)
- Administración Financiera (referente a la División General Administrativa Financiera)
- Recursos Humanos

Evidentemente, existen muchas otras áreas de competencia para la colaboración inter-institucional, que no han sido definidas por estos instrumentos jurídicos, cuya identificación es vital para la administración de segmentos arquitectónicos. Así pues, se requiere de un proceso de definición de segmentos más estructurado.

Empero el proceso de segmentación no debe ser excluyente de aquellas competencias específicas de cada institución. Es decir que aquellos Giros Institucionales propios de cada institución, o compartido sólo por un subconjunto de todas las instituciones, debe ser asignado a un segmento, ya sea un segmento propio, por razones legales y de complejidad o tamaño, o bien, compartir un segmento con otros Giros Institucionales afines.

La segmentación puede basarse en una técnica de trabajo grupal (lluvia de ideas) coadyuvada con herramientas de apoyo tales como listas de verificación y hojas de resumen.

El autor de la MSPT sugiere seguir los pasos presentados a continuación durante la segmentación arquitectónica:

1. Definir un grupo encargado del proceso de segmentación arquitectónica que involucre a funcionarios claves de cada institución y ministerio, primariamente:
  - Ejecutivos Clave: Aquellos con capacidad plena de toma de decisiones (ministros, viceministros, directores)
  - Expertos del Dominio: Aquellos a cargo de los procesos de planificación y desarrollo organizacional, así como directores de informática y asesores técnicos.
  - Facilitadores: Aquellos funcionarios de la entidad independiente que administra el proceso de definición de la arquitectura institucional.
2. Realizar una introducción en la que los Facilitadores clarifiquen al resto del grupo los objetivos generales de la arquitectura, y luego definir el enfoque organizacional mediante el proceso de segmentación. Para ello también es necesario plantear las características anteriormente mencionadas que debe poseer cada segmento.
3. Mediante la participación de todo el grupo, elaborar una caracterización de cada órgano (Ministerio o Institución) dentro de las instituciones estatales. Necesariamente se requerirá de la documentación existente en el gobierno, tal como organigramas, manuales de funciones, políticas, estadísticas operativas, y resúmenes de auditoría, y frecuentemente se precisará de realizar entrevistas y encuestas a los Expertos del Dominio. Mediante la recopilación de ésta información, se busca identificar los siguientes elementos que deberán figurar en la caracterización:
  - Descripción de la misión, los objetivos y competencias de la unidad, es decir los procesos fundamentales que distinguen a una institución de otra. En esto, es importante tener la visión de los procesos institucionales- responsabilidades de la organización- y no las áreas funcionales específicas.

- Descripción de la autoridad superior o superestructura a la cual responde (y el nivel de autonomía o dependencia respecto a ella), discerniendo entre dependencias administrativas o financieras.
  - Las restricciones jurídicas que existen en cuanto a compartir información, indicando el origen (instancia reguladora) y tipo (si es una ley, una política, un procedimiento, una práctica, etc.) de restricciones.
  - Las información originada en otras instituciones, necesaria para ejecutar sus propias funciones, y que la institución encargada no suministra adecuadamente.
  - Descripción de los acuerdos interinstitucionales vigentes para colaborar en los procesos de modernización.
  - Dimensionamiento cualitativo de cada unidad en términos de la complejidad de su estructura y su tamaño relativo <sup>\*\*</sup> respecto a la totalidad del Estado. Entre las métricas a utilizar están:
    - Cantidad de recurso humano
    - Distribución Geográfica
    - Profundidad de la Estructura Jerárquica
    - Número de Funciones Representativas (grandes responsabilidades) a ejercer como unidad.
    - Monto promedio de presupuesto operativo
    - Nivel de descentralización y desconcentración actual.
  - Nivel de avance en los programas y proyectos informáticos actuales, resumiendo el alcance y relevancia del proyecto para la misión de la unidad.
  - Los estándares informáticos (metodologías, técnicas y tecnologías) más relevantes en la unidad.
4. Llevar a cabo un proceso de lluvia de ideas que involucre a los Expertos del Dominio, con el propósito de definir los “Giros Institucionales” (GI) que se ajusten a las siguientes “Áreas Funcionales”<sup>††</sup> – tomando en cuenta el Modelo de Referencia del Negocio del MRAIF [FEABRM02] – :
1. El Área de Servicios a la Población: Los bienes y servicios que obligatoriamente debe proporcionar el Gobierno para beneficio y protección de la población en general.

---

<sup>\*\*</sup> Definido aquí como el número de puestos que constituyen a la unidad

<sup>††</sup> En el BRM del MRAIF: A los GI se les llama Line-of-Business y a las Áreas Funcionales se les llama Business Areas.



2. El Área de Apoyo a los Servicios: Los pilares normativos (legislación), administrativos (coordinación), y operativos (ejecución) que facilitan proporcionar los servicios a la población.
3. El Área de Operaciones Internas e Infraestructura: Las actividades administrativas que son necesarias para que el Gobierno funcione efectivamente.

Dicha clasificación es muy similar a la realizada por el Decreto 118-2001 [NICR290D98], el cual en su Arto. 2, “Definición de Áreas Funcionales”, establece:

- Áreas Sustantivas: Aquellas que reflejan la razón de ser de la Institución, siendo ejecutoras y prestadoras de servicios finales de la gestión global de la institución.
- Áreas de Apoyo: Aquellas que brindan acciones de apoyo indirecto y de asesoría a la gestión institucional para la consecución de sus objetivos y resultados.

No obstante, con la concepción de tres áreas funcionales para clasificar Giros Institucionales, se agrega un nivel de abstracción mayor al proporcionar un enfoque más detallado sobre la orientación de los giros (o procesos institucionales).

El proceso deberá ser presidido por un moderador (perteneciente al grupo de facilitadores) quien estará encargado de mantener la orientación de ésta actividad hacia el proceso de segmentación, apoyando con su conocimiento metodológico referente a las características que debe poseer cada GI. También, es competencia del moderador velar por un proceso de descubrimiento exhaustivo de los GIs a fin de que se puedan cubrir todos los servicios que el gobierno abarca actualmente. Para ello, evidentemente el proceso requerirá de múltiples sesiones de lluvia de ideas.

Además deberá designarse un secretario (seleccionado del grupo de facilitadores), encargado de sintetizar los resultados del proceso de lluvia de ideas, y registrarlos adecuadamente mediante diagramas y anotaciones<sup>††</sup>.

5. Llevar a cabo un proceso de análisis del nivel de competencia interinstitucional de los Giros. Es decir, si un Giro es responsabilidad y competencia de una única institución, o es responsabilidad de varias instituciones (lo cual actualmente se define en la Ley 290).
6. Llevar a cabo una revisión durante la cual se realizará una presentación que resuma el producto (modelo de “Giros Institucionales”) obtenido del proceso de lluvia de ideas. Tal presentación será llevada a cabo por el secretario.

Luego, el moderador coordinará un proceso de votación basado en una lista de verificación detallada por cada una de los Giros Institucionales (Hoja de Revisión de

---

<sup>††</sup> Ver Anexos – Modelos de Trabajo : Representación de Giros Institucionales

Giros Institucionales).<sup>§§</sup> Cada votante, del mismo grupo de expertos del dominio, deberá marcar aquellos Giros Institucionales con los que esté de acuerdo, con la posibilidad de adjuntar algunas sugerencias en la definición o redacción de los mismos. Aquellos que el votante considere incorrectamente definidos, deberán quedar sin marcar, justificando por escrito sus motivos.

Por lo general, los cambios sugeridos por los expertos del dominio serían:

- Eliminar Giros Institucionales que representan aspectos duplicados que se encuentren en otros Giros.
  - Fusionar Giros Institucionales cuyo nivel de simplificación sea excesivo y se encuentren inapropiadamente definidos.
  - Modificar significativamente la definición de un Giro Institucional a fin de que refleje aspectos que han sido dejado sin consideración en la definición actual.
  - Proponer una revisión para el área de apoyo de la tecnología de la información para una institución cuando ésta trasciende al ámbito nacional y proponer reformas a la ley 290.
7. Documentar nuevamente el modelo revisado de Áreas Funcionales y Giros Institucionales.
  8. Iniciar nuevas sesiones de Lluvias de Ideas, ésta vez con el propósito de documentar las subfunciones que integra cada Giro Institucional. Para ello es útil separar al grupo de Expertos del Dominio en subgrupos, y seleccionar un subconjunto de Giros Institucionales afines a una especialidad en particular (ej. Finanzas, Recursos Humanos, Tecnología, Infraestructura etc.).
- Una subfunción se refiere a los procesos necesarios para el cumplimiento del servicio que define cada Giro Institucional. De hecho, su identificación está sujeta a un proceso de descubrimiento y explicación por parte de los Expertos del Dominio, y la consecutiva documentación por parte de los Facilitadores.
9. Realizar una revisión del modelo (Áreas Funcionales, Giros Institucionales, y subfunciones correspondientes) por parte de los Expertos de Dominios y Ejecutivos Clave, con el apoyo de los moderadores.
  10. Definir el documento final del Modelo de Referencia Organizacional<sup>\*\*\*</sup> (MRO) el cual es un producto principal de la metodología referente a la plataforma tecnológica institucional. El MRO está constituido por la estructura de Áreas Funcionales, Giros Institucionales y Subfunciones, adjuntos a la caracterización inicial de los órganos estatales.

---

<sup>§§</sup> Ver Anexos – Modelos de Trabajo : Hoja de Revisión de Giros Institucionales

<sup>\*\*\*</sup> Ver Anexos – Plantillas de los Productos Metodológicos: MRO

11. Establecer una nueva serie de sesiones con los expertos del dominio, esta vez con el objetivo de derivar los segmentos arquitectónicos a partir del conocimiento obtenido de la definición del MRO.
12. Organizar una sesión en la cual se habrá de identificar los giros institucionales más grandes (en términos de la cantidad de instituciones o unidades administrativas descentralizadas que traslapa, el número de subfunciones que abarca, y la cantidad de recursos humanos que administra). Seleccionar los cinco giros institucionales más grandes y definirlos como los primeros segmentos arquitectónicos propuestos.
13. Organizar una nueva sesión con los expertos del dominio para evaluar los giros institucionales restantes. Esta vez, se deben identificar las dependencias de información entre los giros. Para ello se puede auxiliar de la caracterización de las subfunciones que integra cada giro. Dichas dependencias deberán entonces ser caracterizadas como alta dependencia, mediana dependencia, y baja dependencia.
14. Agrupar cada par de giros con dependencia alta y evaluar el tamaño de cada grupo bajo los mismos criterios anteriores (cantidad de instituciones o unidades administrativas descentralizadas que traslapa, número de subfunciones que abarca y la cantidad de recursos humanos que administra). Si el tamaño del grupo es considerablemente similar a la de uno de los Segmentos propuestos, se le propondrá como un nuevo Segmento.

Si aún es muy pequeño se deberá considerar agruparle giros institucionales de manera sucesiva hasta alcanzar un tamaño conveniente para conformar entre sí un nuevo segmento propuesto. No existe una regla general para definir el tamaño del segmento, más que la heurística de aplicar el segmento más grande como modelo.

Los giros institucionales con mediano y bajo nivel de dependencia de información se deben analizar para conocer la viabilidad de integrarlos en un grupo existente, siempre y cuando no se aleje significativamente de la heurística del segmento más grande.

15. Documentar todos los segmentos propuestos, utilizando para ello el formato de propuesta de segmentos<sup>†††</sup>.
16. Presentar la propuesta a los Ejecutivos Claves, para evaluar cada segmento definido.
17. Reanudar desde el paso catorce (14) en adelante para los segmentos que hayan sido rechazados. De otra manera, proceder a la documentación completa de cada segmento (y su justificación), y adjuntarlo al MRO, como punto de partida para proceder al análisis de la AI.<sup>†††</sup>

---

<sup>†††</sup> Ver Anexos – Modelos de Trabajo: Formato de Propuesta de Segmentos Arquitectónicos.

<sup>†††</sup> Ver Anexos – Plantillas de los Productos Metodológicos: MRO

### ***C. Límites en el Desarrollo de la Arquitectura***

De acuerdo al MRAIF [FEAF11V99] y a la guía de implementación que lo respalda [CIOCO1] se debe definir la arquitectura institucional abarcando las primeras tres dimensiones y las cinco perspectivas del marco de referencia de Zachman.

Sin embargo, en este contexto tal aseveración daría por sentado que al final de proceso de planeación arquitectónica, se deberán obtener todos los modelos para datos, aplicaciones y tecnología, incluyendo aquellos de las perspectivas específicas de implementación (Constructor y Subcontratista) cuando en la realidad, como se ha mencionado ya, es más apropiado permitir que las decisiones más concretas de implementación – en cuanto al diseño detallado de datos y aplicaciones y sus plataformas tecnológicas – sean postergadas hasta el momento de evaluar proyectos específicos para su realización. Así pues, la metodología establece una limitante que no figura en el MRAIF: la conclusión de los modelos arquitectónicos en una fase posterior, es decir propiamente durante los proyectos.

Tal postergación no invalida los principios del marco de referencia, sino que incrementa su probabilidad de éxito debido a que:

- Las decisiones sobre las perspectivas de más bajo nivel se postergan debido a que las restricciones correspondientes – de índole tecnológico, de implementación y de integración – son más claras y fáciles de analizar en las áreas específicas de acción (segmentos, y áreas operativas correspondientes) y en el contexto de un proyecto de implantación.
- No adelanta las decisiones de diseño específico ni de tecnología, sin realizar un análisis más claro de las posibilidades de implementación, permitiendo identificar claramente los riesgos y oportunidades en el momento más apropiado.
- Es compatible con un proceso de planeación en dos etapas, una estratégica (arquitectura institucional), y luego una táctica (carteras de proyectos) haciendo patente líneas de planeación debidamente estructuradas y en orden lógico.
- Hace del proceso de modernización tecnológica institucional, un mecanismo flexible y descentralizado.

Además, al hacer del estudio de las plataformas tecnológicas una actividad de dos fases, se aprovechan naturalmente los conceptos de dos tipos de directrices (o factores incidentes) que plantea el MRAIF: las directrices institucionales y las directrices del diseño. Mientras las directrices de negocio abordan las restricciones de las primeras tres perspectivas (condiciones financieras, legales, políticas, físicas y del ambiente) las directrices de diseño abordan las restricciones de las últimas dos (constructivas, tecnológicas, de implementación y de integración).

De hecho, la separación del proceso en dos fases no es real. En la realidad, el proceso ocurre en un solo contexto, el de una gran arquitectura institucional, siendo los proyectos no menos que pequeñas instancias de la gran obra que en conjunto buscan como concretizarla. No obstante, tener una perspectiva de dos fases permite distinguir entre lo que corresponde a un enfoque global (o plan estratégico) y un enfoque puntual (o planes tácticos y operativos).

Así, se reitera que los productos de esta fase de la metodología son productos intermedios, y claramente instrumentos de planeación, que sirven de insumos para una toma de decisiones acertada en el momento pertinente a cada proyecto o cartera de proyectos. Es importante recordar, que ni la arquitectura, ni los proyectos son fines en sí mismos, sino que son procesos necesarios para alcanzar los objetivos y estrategias del Estado.

## **6.2.2. Plataforma Tecnológica Institucional**

### **6.2.2.1. Resultados Metodológicos**

Más que un proceso de selección, el apartado de la metodología dirigida hacia la plataforma tecnológica institucional contempla un proceso de análisis y planeación, es decir un proceso de identificación de necesidades a nivel macroinstitucional, la estructuración y modelación de las mismas, y la definición del proceso para solventar dichas necesidades.

Así, el proceso de análisis de la plataforma tecnológica institucional debe generar al final de su ejecución un conjunto de productos metodológicos o artefactos, que sirven directamente o indirectamente a la consecución de los objetivos deseados.

Naturalmente, el análisis de la plataforma tecnológica institucional no indicará de forma categórica cuáles tecnologías se deberán implementar en cada área y sistema de la institución. Por el contrario, el análisis de la plataforma tecnológica institucional servirá de insumo y referencia para la selección e implementación de las plataformas tecnológicas para las carteras de proyectos informáticos estatales.

Dicha filosofía se desprende del hecho de que las decisiones pertinentes a los proyectos consideran estimaciones económicas y operativas más precisas que las ofrecidas por una visión global – es decir, arquitectónica – de la informática estatal. Estas decisiones están enmarcadas en un horizonte de tiempo más corto, tomando en cuenta siempre los requerimientos que impone la arquitectura institucional.

Más claramente, los productos que ofrecerá un análisis de la plataforma institucional, serán altamente técnicos y de apoyo decisional, reservándose el establecimiento de tecnologías específicas para los proyectos informáticos contemplados dentro de la planeación de la arquitectura institucional. Tales productos se enumeran a continuación:

- ◆ **Modelo de Referencia Organizacional (MRO):** Constituye una representación de las competencias del suprasistema conformado por las instituciones estatales, en la cual se ve reflejada una orientación hacia los servicios para con la población y para con las operaciones internas que debe ofrecer el Estado. Este modelo muestra una caracterización de las unidades estructurales (departamentos, direcciones, oficinas) responsables del cumplimiento de dichos servicios y el rol que juegan en cada contexto.

Entre los beneficios que ofrece este artefacto están:

- Permite la definición de los segmentos que facilitan el análisis, planeación e implementación de la plataforma tecnológica a nivel institucional. Con ello, se permite establecer el ámbito de los cambios tecnológicos, y las prioridades en la administración de requerimientos
- Contribuye en el establecimiento de políticas informáticas para cada institución acordes a sus necesidades específicas, así como a las políticas general del gobierno.
- Facilita la instauración de cambios estructurales (orientados al servicio) para el mejoramiento institucional, que en conjunción con la modernización tecnológica, estimulan el cumplimiento de la misión gubernamental.
- Sirve como instrumento de apoyo para la rastreabilidad de la toma de decisiones, estableciendo un marco organizacional que determina con precisión los términos de referencia contra los cuales se pueden comprobar las decisiones.

- ◆ **Modelo de Referencia Técnica (MRT):** Constituye un artefacto que documenta la factibilidad de los cambios tecnológicos, mediante una caracterización de las tecnologías existentes y emergentes, así como la documentación y adopción de estándares, protocolos y definiciones. Esencialmente está constituido por una taxonomía que provee:

- Un conjunto de áreas de servicios, categorías de interfaces y relaciones utilizado para tratar asuntos referentes a la interoperatividad y sistemas abiertos.
- Principios conceptuales que establecen un vocabulario común para describir, comparar y contrastar sistemas y componentes.
- Apoyo para la identificación, comparación y selección de estándares existentes y emergentes, y el análisis de las interrelaciones entre dichos estándares.
- Permite la identificación y aprovechamiento de soluciones tecnológicas existentes en el mercado de forma oportuna.

Además, el MRT debe incluir un pronóstico de los cambios tecnológicos y metodológicos que pueda ofrecer mayor provecho al proceso de informatización del Estado.

Pero en la realidad el MRT es un artefacto dinámico pues varía de acuerdo al surgimiento de nuevas tecnologías y nuevos estándares que provean mayor valor agregado a los proyectos informáticos.

Así el MRT ofrece los siguientes beneficios:

- Establece términos de referencia y provee de un repositorio tecnológico que facilita la selección e implementación tecnológica en los proyectos informáticos, beneficiando la uniformidad y compatibilidad tecnológica entre sistemas, y reduciendo los riesgos técnicos de los mismos.
- Reduce los costos de evaluación y transición tecnológica, estableciendo un órgano común a nivel del Estado para dicha responsabilidad.
- Facilita la documentación, administración y mantenimiento de los sistemas, al establecer estándares y principios comunes a través de todo el Estado.
- Constituye un artefacto valioso para la evaluación de la inversión tecnológica, y la rastreabilidad de las decisiones, pues sirve de fundamento documental para la toma de decisiones.

- ◆ **Arquitectura Institucional Actual y Arquitectura Institucional Meta:** Describe la situación actual y futura de las instituciones gubernamentales tanto en términos organizacionales así como tecnológicos. Es decir, ofrece un modelado de los procesos administrativos y operativos, así como de las aplicaciones y tecnologías de apoyo dentro las instituciones del Estado en sus condiciones actuales y su concepción futura.

Dentro de toda arquitectura institucional se debe dar cabida tanto a los datos, las aplicaciones como a las tecnologías, y su proyección futura deberá ser establecida acorde con los propósitos y visión de la administración.

Los beneficios que ofrece la definición de las Arquitecturas Institucionales son:

- Brinda una perspectiva global del estado actual de la actividad institucional, y del tipo de apoyo que brindan las soluciones informáticas a la gestión actual. Ello permite identificar las áreas que urgen mejoras tecnológicas, y recomendar los enfoques más apropiados para realizar dichas mejoras.
- Permite visualizar los nexos y dependencias entre los datos y los procesos organizacionales a nivel de todo el Estado, mejorando la selección de las

plataformas tecnológicas pertinentes (y su conveniente estandarización) e un contexto de sistemas interrelacionados.

- Apoya en la identificación de áreas de mejoramiento organizacional, con el fin de reducir la redundancia e inconsistencia de la información que administra el Estado.
- Permite establecer una relación directa entre la misión del Estado, la visión de sus dirigentes y la tecnología informática que es implementada.
- Facilita y contribuye en los procesos de reingeniería y rediseño organizacional (tales como el actual proceso de descentralización y desconcentración del Estado), permitiendo que las soluciones informáticas de apoyo a la gestión estatal, continúen brindando dicho apoyo sin desvirtuar la consistencia de sus datos ni la confiabilidad de sus procesos.

- ◆ **Plan de Transición Arquitectónica:** Ofrece un conjunto de lineamientos que definen las etapas intermedias entre la Arquitectura Institucional existente, y la Arquitectura Institucional meta. En éste plan deberán estar contemplados las prioridades de transición entre sistemas, la evolución de los sistemas de información, el esfuerzo requerido y el impacto de dichos cambios, y el establecimiento de tiempos de entrega de las soluciones. También se deben reflejar y valorar los factores de riesgo así como las áreas de riesgo dentro del proceso.

Además, todo plan de transición deberá contemplar la administración del capital de inversión en tecnología de información, definiendo presupuestos globales, y los principios de evaluación de conformidad de las carteras de proyectos.

Los beneficios de un plan de transición arquitectónica son:

- Define las necesidades reales que se encontrarán en el proceso de transición, implicando la definición de tecnologías y recursos humanos y financieros requeridos para la migración.
- Permite administrar los cambios de forma equilibrada, considerando las prioridades necesarias para el aprovechamiento oportuno de los nuevos sistemas, sin entorpecer la gestión del Estado en las áreas involucradas.
- Permite el uso eficaz y eficiente de los recursos financieros aplicando convenientemente el concepto de presupuesto, que considere los factores técnicos, operativos y temporales de la transición tecnológica, con una visión de largo plazo, manteniendo siempre el enfoque global de arquitectura.
- Permite la reducción de los riesgos técnicos y administrativos en la continua modernización informática del Estado, pues considera no sólo los factores de riesgos internos de los proyectos, sino los factores



del entorno gubernamental, de interdependencia entre sistemas, y los recursos disponibles para su mitigación en un contexto planificado.

Además de éstos productos, que son fundamentalmente tangibles en forma de documentación física, existen otros productos o beneficios que se obtienen del proceso mismo de administración de la arquitectura. Dicho proceso instituye la evaluación y control subsiguiente de los proyectos informáticos en el marco de la arquitectura institucional.

### **6.2.3. Construcción de una Arquitectura Institucional Base**

La arquitectura base es, para la metodología de selección de plataformas tecnológicas, un mecanismo para el reconocimiento del terreno, tanto en términos organizacionales como tecnológicos. Esto es congruente con la definición de la arquitectura base que se propone en el modelo EAP [SPEWAK92]. EAP indica que la arquitectura base consiste de dos elementos:

1. El modelado institucional
2. los sistemas y arquitectura tecnológica actuales

#### **6.2.3.1. El modelado institucional**

Dado que el modelado institucional comprende una definición del Estado como organización, EAP hace referencia a instrumentos de Ingeniería de la Información (IE en inglés), las cuales se sugieren también en éste estudio.

Los instrumentos principalmente suministrados por la IE son:

- Diagrama de Descomposición Funcional: El cual provee una estructura jerárquica similar a un organigrama para la representación de áreas funcionales, funciones institucionales y procesos.
- Mapeo de Funciones a Unidades Organizacionales: Suministra una matriz de cruzamiento para identificar las diversas unidades organizacionales responsables por las distintas funciones identificadas durante la descomposición funcional.
- Mapeo de Funciones a Localizaciones Físicas: Suministra una matriz de cruzamiento para identificar las diversas localizaciones físicas (oficinas, sucursales, almacenes etc.) donde se llevan a cabo las distintas funciones identificadas durante la descomposición funcional.

Además otro instrumento utilizado para realizar el modelado institucional (y sugerido intensamente por el RUP) son los casos de uso institucionales. Éstos corresponden a la descripción de los principales actores y escenarios que comprende la institución para cumplir con su cometido.

Para la elaboración satisfactoria del modelo institucional es necesario llevar a cabo procedimientos de captura de información mediante instrumentos tradicionales como entre-

vistas y encuestas, y luego la utilización de herramientas de software para la modelación que permitan agilizar el mantenimiento de estos modelos.

El criterio fundamental que debe cumplir el modelado institucional es la durabilidad del modelo, lo cual significa que no debe verse influenciado por otros factores tales como la rotación de personal, las condiciones de tiempo para la ejecución de las funciones o la tecnología utilizada para su soporte.

### **6.2.3.2. Los sistemas y arquitectura tecnológica actuales**

Otro elemento fundamental para la reconstrucción de la arquitectura institucional existente, es la identificación de las plataformas tecnológicas implementadas hasta el día de hoy y los sistemas de información que las utilizan.

Para ello es útil considerar:

1. Criterios mínimos para la inclusión de plataformas tecnológicas existentes y aplicaciones dentro del estudio. Es válido contemplar la exclusión de plataformas tecnológicas y aplicaciones con poco impacto (operativo, económico o técnico) en el quehacer organizacional en alusión comparativa a plataformas tecnológicas y aplicaciones que son vitales para las instituciones del Estado. Aunque criterios de esta naturaleza tienden a ser muy subjetivos, si son elaborados cuidadosamente evitan el esfuerzo en el análisis de plataformas tecnológicas y aplicaciones poco significativas, permitiendo orientar el estudio a recursos informáticos medulares.
2. El análisis de las aplicaciones y plataformas tecnológicas existentes no debe ser exhaustivo, sino orientado hacia una caracterización general técnica y operativa que permita destacar los aspectos más significativos para una transición a una arquitectura institucional meta. Entre los aspectos más importantes para este análisis están:

#### Para las Plataformas Tecnológicas

1. El nivel de soporte técnico ofrecido a la fecha (personal técnico del Estado con experiencia en la plataforma, la documentación disponible y la vigencia de soporte del fabricante)
2. Estadísticas de frecuencia de implementación de la tecnología en las instituciones del Estado (El número de equipos y dispositivos de un mismo tipo, o cantidad de copias del mismo software instalados en las instituciones)
3. Registro de cambios más significativos en la plataforma (incorporación o adaptación de nuevas tecnologías, reemplazo de componentes esenciales etc.)

4. Otras características tecnológicas residentes en el Modelo Técnico de Referencia\*: Obsolescencia, alternativas de reemplazo, tecnologías compatibles, estándares de la industria

#### Para las Aplicaciones

1. La principales funciones institucionales que apoyan
2. Los principales flujos de datos que administran (DFD de contexto etc.). A través de la identificación de flujos de datos se logran documentar las principales estructuras de datos que administran las aplicaciones actuales.
3. Registro de cambios más significativos en la plataforma (incorporación o adaptación de nuevas tecnologías, reemplazo de componentes esenciales etc.)
4. Las tecnologías de administración de datos que se utilizan (archivos planos, bases de datos)

Para recopilar toda esta información es útil la elaboración de fichas documentales que formen parte de un registro integral para la definición de la Arquitectura actual. El lenguaje de modelación, por ejemplo: UML, deberá haberse especificado como parte de la metodología de trabajo y permitirá redefinir los artefactos a generar.

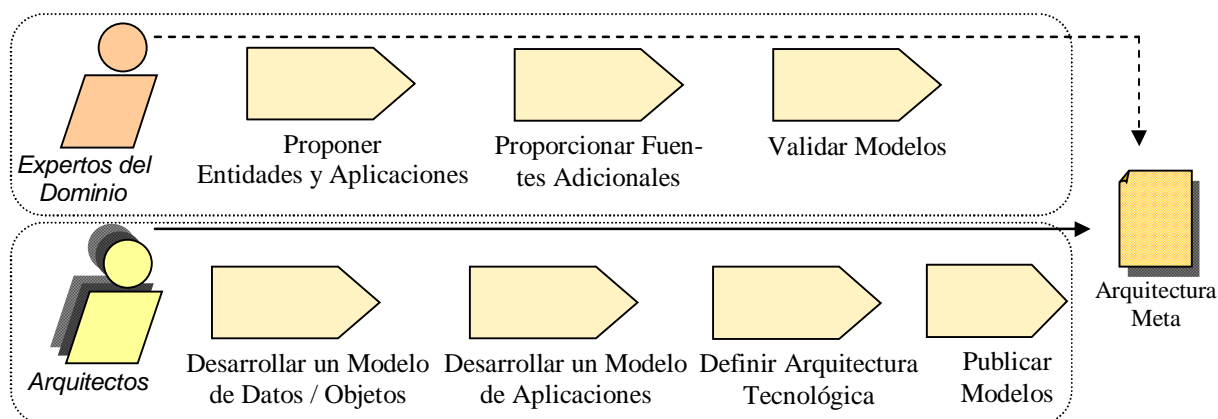
3. Se deberían construir modelos consistentes que puedan reflejar los siguientes elementos:
  1. Redes y otros mecanismos de interconexión entre equipos mainframes, terminales, servidores, clientes, dispositivos de almacenamiento etc.
  2. Los sistemas operativos que ejecuta cada unidad de procesamiento.
  3. Los servicios de software (servidores de bases de datos, servidores de aplicaciones, middleware, gateways etc.) instalados en cada plataforma tecnológica.
  4. El mapeo de los equipos en los que se ejecutan las aplicaciones documentadas con anterioridad.

Para la representación de estos modelos, esta metodología recomienda la utilización de UML, en especial los Diagramas de Componentes y Diagramas de Implantación.

---

\* Ver Metodología: *Plataforma Tecnológica Institucional – Herramientas de Apoyo*

## 6.2.4. Construcción de la Arquitectura Institucional Meta



Esquema 6.2.4-1– Actividades Generales para la Construcción de una Arquitectura Meta

La arquitectura meta representa para esta metodología un mecanismo de orientación para las decisiones tecnológicas de los proyectos. Para ello se vale de la descripción arquitectónica de los datos, las aplicaciones y las tecnologías que debe satisfacer la informática estatal.

Por otra parte, la concepción de una arquitectura meta no implica la supresión total de la arquitectura actual ni mucho menos intenta restar méritos a los beneficios obtenidos con el desarrollo informático existente. Pero lo que la arquitectura meta si implica, es transformar la visión estratégica del Estado en planes factibles de desarrollo informático para la ejecución a largo plazo.

La arquitectura meta comprende por ello la definición de los datos, las aplicaciones y las tecnologías esenciales para obtener soluciones informáticas acordes a una estrategia global.

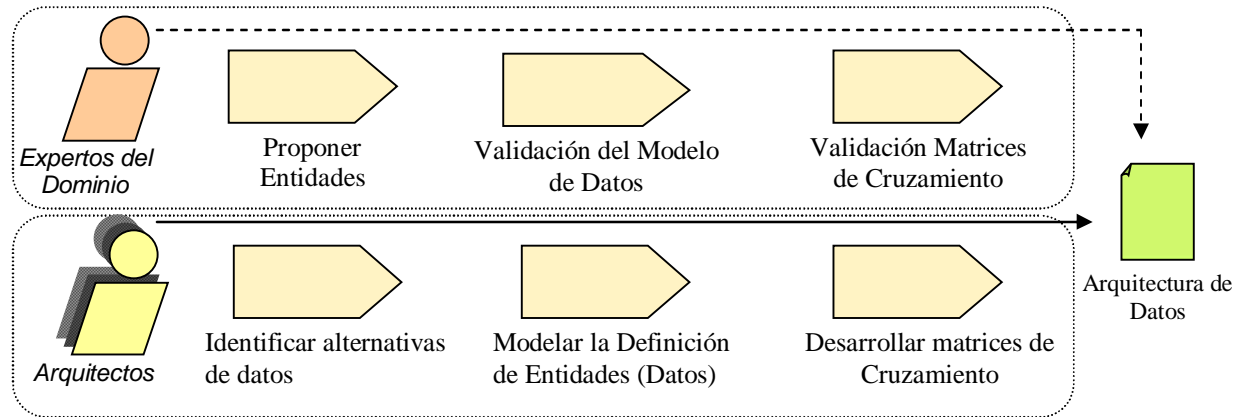
De acuerdo al EAP, la secuencia para la elaboración de estas arquitecturas debe ser precisamente la siguiente:

1. Arquitectura de Datos: La cual permite identificar y definir los principales tipos de datos que sustentan las funciones institucionales del modelo institucional.
2. Arquitectura de Aplicaciones: La que permite definir los principales tipos de aplicaciones necesarias para administrar los datos que sustentan las funciones institucionales del Estado.
3. Arquitectura Tecnológica: La que define los principales tipos de tecnologías requeridos para proveer un entorno para las aplicaciones que administran los datos.

Puesto que el objetivo de la propuesta metodológica es precisar los principios alrededor de las tecnologías, es la tercera arquitectura en la que se hará mayor énfasis. No obstante, vale la pena tener en mente, que tanto el modelado institucional como las arquitecturas de

datos y aplicaciones son cruciales para las decisiones tecnológicas, ya que la implementación de tecnología de la información por si sola no tiene ningún valor para el Estado.

#### 6.2.4.1. **Arquitectura de Datos**



**Esquema 6.2.4.1-1**– Actividades Generales para la Construcción de una Arquitectura de Datos

La arquitectura de datos proporciona un recurso de referencia para determinar la información que el Estado almacena o debería almacenar para su gestión. Tanto la ingeniería de la información, así como otras disciplinas señalan a las necesidades de datos como el origen subyacente de los sistemas de información debido a su carácter casi invariable en comparación a los procesos, siendo éstos últimos mutables debido a la dinámica organizacional, la cual es consecuencia, entre otras cosas, de la informatización.

Así, tanto la ingeniería de la información como la teoría de EAP, plantean que en su conjunto, las modelación institucional y la arquitectura de datos, son los insumos fundamentales para la definición de las aplicaciones que deberá contemplar una arquitectura institucional futura.

La arquitectura de datos no es más que un subconjunto de instrumentos provistos por la ingeniería de la información para la representación de las necesidades futuras de información dentro del Estado. Así pues, las fuentes de información para la definición de la arquitectura de datos son muy variadas:

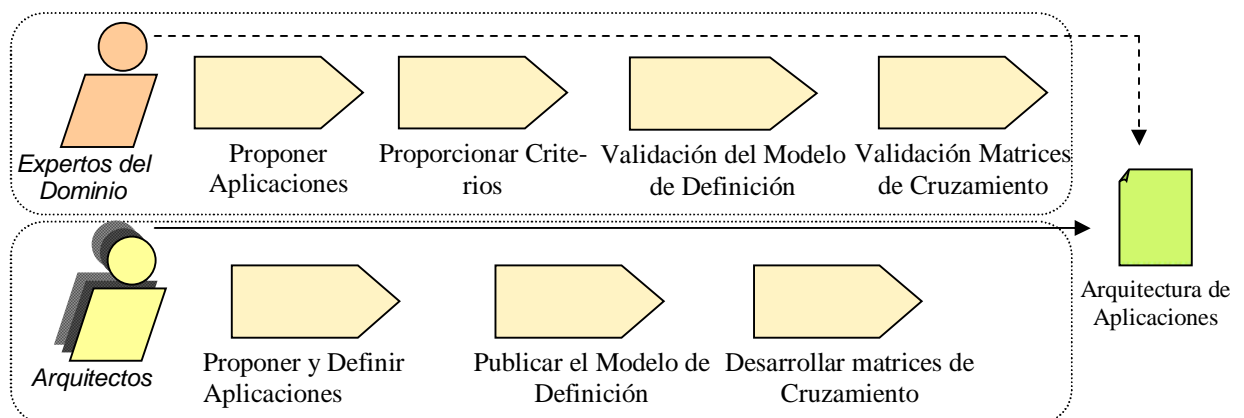
- Datos que actualmente administran ciertas aplicaciones informáticas
- Datos que actualmente se administran manualmente
- Datos que, en vista de los planes estratégicos del Estado, se espera serán necesarios para apoyar nuevas áreas de incursión en la gestión gubernamental (por ejemplo, los requerimientos de información que imponen los tratados de libre comercio o la unificación de las aduanas centroamericanas)

Entre otros. Generalmente, todas estas fuentes son del conocimiento de expertos del dominio (funcionarios públicos clave, consultores, etc.) y es por ello que su participación es vital para la definición completa de la arquitectura de datos. Además, existen elementos que se deben considerar, tales como la variabilidad de la definición misma de los datos, tanto en su concepto global de entidad (u objeto) o en su concepto de atributos. Por tanto, la definición de la arquitectura de datos, debe al menos lograr un consenso entre los distintos expertos del dominio sobre la definición de las entidades, sus atributos, y funciones institucionales vinculadas al uso de estos datos.

Las herramientas de modelación que proporciona la ingeniería de la información para esta arquitectura son:

- **Diagrama Entidad-Relación:** Este diagrama es de amplio conocimiento en la industria y la principal problemática que se enfrenta aquí no es tanto su construcción como la metodología que se ha de utilizar. Aunque cada bibliografía presenta preferencias entre la metodología Chen y Martin, este estudio propone la utilización de IDEF1X, parte de una familia de estándares y cercanamente vinculada con IDEF0.
- **Diagrama de Clases:** Como alternativa a un diagrama entidad-relación, se sugiere el uso del diagrama de clases, que provee una perspectiva orientada a objetos de la modelación de entidades. La notación recomendada es UML.
- **Matriz Entidad-Función:** Corresponde al entrecruzamiento de funciones con las entidades que apoyan su gestión, indicando además el tipo de afectación que realizan estas funciones sobre cada entidad. Para ello se hace uso de una matriz CRUD.
- **Matriz Entidad-Unidad Organizativa:** Corresponde al entrecruzamiento de entidades con las unidades organizativas a las que corresponde administrar los datos. Esta se deriva de un cruce de la matriz entidad-función con la matriz de mapeo de funciones a unidades organizativas. Esta es otra matriz CRUD.

#### 6.2.4.2. **Arquitectura de Aplicaciones**



**Esquema 6.2.4.2-1**– Actividades Generales para la Construcción de una Arquitectura de Aplicaciones

La arquitectura de aplicaciones define las aplicaciones que requiere el Estado para administrar los datos.

La modelación de la arquitectura de aplicaciones utiliza un amplio conjunto de herramientas tomadas tanto de la ingeniería de la información como del UML.

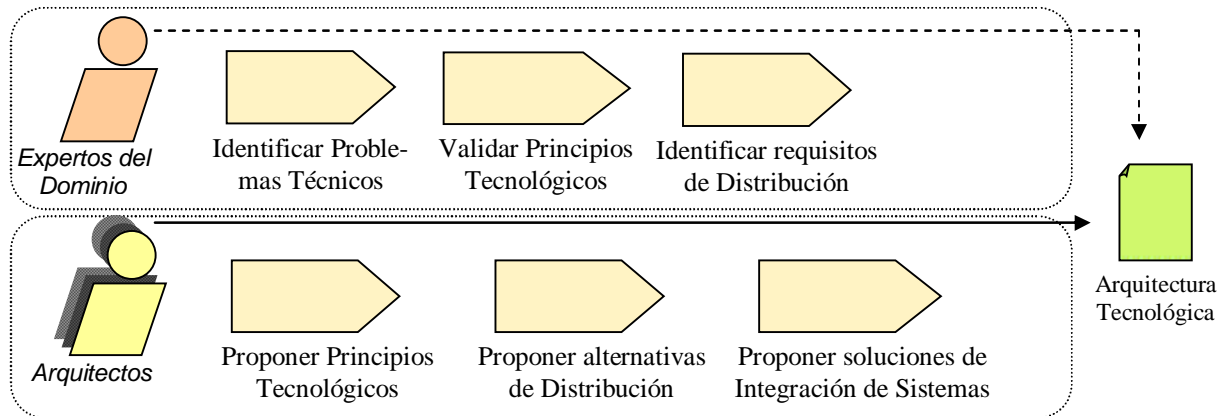
Entre estas herramientas están:

- Análisis de Afinidad: Consiste en una evaluación cuantitativa de la matriz Entidad-Función, para la identificación de clusters alrededor del uso de los datos. El análisis de afinidad no es criterio suficiente para la delimitación de aplicaciones, pues existen otros factores referentes a la seguridad, distribución geográfica o aspectos legales.
- Fichas de Caracterización de Aplicaciones: Incluye principalmente la descripción textual del nombre propuesto para cada una de las aplicaciones, de las principales funciones que ejerce cada una de las aplicaciones, y de su funcionamiento en el contexto de otras aplicaciones.
- Matriz Aplicación – Entidades: Refleja el uso que hacen las aplicaciones definidas de los distintos tipos de datos que administra el Estado. Ésta es una matriz CRUD.
- Matriz Aplicación – Función Institucional: A partir del modelado institucional y de la arquitectura de datos es necesario determinar, y de las fichas de caracterización es posible determinar las funciones para las cuales cada aplicación ofrece apoyo. Esta no es una matriz CRUD, sino una simple matriz de cruzamiento.
- Matriz Aplicación – Unidad Organizacional: A partir de la matriz anterior y del modelado institucional es posible definir las unidades organizacionales para las cuales cada aplicación ofrece apoyo. Ésta también es una matriz de cruzamiento.
- Modelación de Casos de Uso: A partir de las herramientas anteriores y utilizando un organigrama es posible elaborar un diagrama de casos de uso como herramienta de apoyo para la modelación cada aplicación.

Entre los criterios fundamentales que debe de cumplir la modelación de la arquitectura de aplicaciones se encuentran:

- ◆ La comprensibilidad de los modelos debe ser prioritaria. Adjunto a cada modelo debería de documentarse la lógica e información utilizada para su elaboración.
- ◆ La definición de las aplicaciones debe ser completa, dando cobertura a todas las funciones identificadas en el modelado institucional. Además sus prestaciones no deben de duplicarse o traslaparse innecesariamente.
- ◆ La definición de las aplicaciones debe ser estable, es decir, que no debe depender de factores tecnológicos, de diseño técnico o de las características individuales del usuario final.

### 6.2.4.3. *Arquitectura Tecnológica*



**Esquema 6.2.4.3-1**– Actividades Generales para la Construcción de una Arquitectura Tecnológica

La arquitectura tecnológica define los principios tecnológicos, las alternativas generales de tecnologías y metodologías, así como las restricciones inherentes de la arquitectura institucional impuestas por el modelo institucional, los datos y las aplicaciones.

La modelación de la arquitectura tecnológica inicia con la formulación de principios técnicos de fundamental cumplimiento para cualquier plan de adopción tecnológica, tomando en cuenta las deficiencias expresadas por expertos del dominio. No obstante, el criterio técnico basado en la experiencia y conocimiento del mismo del arquitecto servirá como insumo en la definición de tales principios. Tales principios deben dar cobertura al menos a los siguientes aspectos:

- ◆ Características básicas que debe cumplir toda arquitectura de distribución tanto en términos de software como de hardware. Ejemplos de estas son, promover la redundancia de servicios distribuidos, promover la escalabilidad, o promover el diseño multicapas.
- ◆ Estándares de la industria que deben cumplirse (ISO, CCITT, IEEE, ANSI, TIA/EIA etc.) tanto en términos de protocolos de comunicaciones como de instalaciones de alimentación eléctrica etc.
- ◆ Conceptos de sistemas abiertos (Portabilidad, Escalabilidad, Interoperatividad y Compatibilidad)
- ◆ La integración tecnológica con metodologías de desarrollo y el uso de herramientas CASE para apoyo de los procesos.
- ◆ Los tipos aceptables de interfaz de usuario y los criterios aceptables para su valoración.
- ◆ Los mecanismos de seguridad y confiabilidad con que deben contar los recursos de plataforma tanto en hardware como en software.

Una vez aprobados los principios técnicos, pasarán a formar parte del MRT, luego de una negociación apropiada respecto a los principios tecnológicos propuestos en otros segmen-



tos arquitectónicos. Aunque en muchos casos los principios técnicos pueden diferir de segmento a segmento, existen ciertas condiciones *sine qua non* en las cuales debe haber una correspondencia exacta:

- ❑ En estándares tecnológicos y técnicos de la industria que afecten la posible integración de los sistemas pertinentes a los diversos segmentos, tales como el uso de distintas clasificaciones de patrones arquitectónicos, o en el uso de distintos estándares de formatos de intercambio de datos, protocolos de comunicación etc.
- ❑ En las normas y estándares de representación y documentación de la arquitectura de sistemas (con un nivel más técnico que las tres arquitecturas aquí presentadas) que permita la planeación entre segmentos.

Tomando lo anterior en consideración, los encargados de la definición de la arquitectura deberán proseguir a identificar los requerimientos de distribución de las aplicaciones concebidas en la arquitectura de aplicaciones. Las fuentes primarias de estos requerimientos son:

- ❑ Matriz Funciones-Localizaciones Físicas
- ❑ Matriz Entidad-Unidad Organizacional
- ❑ Matriz Aplicación-Unidad Organizacional

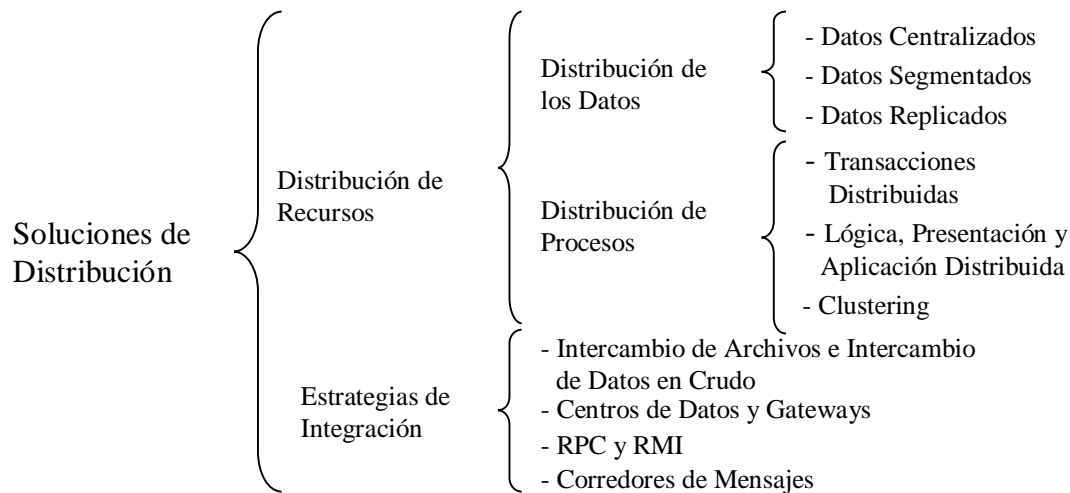
La conjugación de estos tres modelos, provenientes respectivamente del modelado institucional, la arquitectura de datos y la arquitectura de aplicaciones permite obtener una visión de conjunto de los requerimientos físicos. Lo que el arquitecto institucional debe priorizar en su visión son los siguientes aspectos:

1. Agrupar por unidad organizacional las entidades de datos que son creadas y actualizadas. A esto debe acompañarse una descripción cualitativa de la frecuencia de uso relativo de los datos en relación con otras unidades organizacionales que por lo general solo tienen responsabilidad de lectura
2. Identificar las localizaciones físicas asociadas a estas unidades organizacionales a cargo de la creación y actualización de entidades de datos
3. Identificar las localizaciones físicas con requerimientos de lectura de las entidades arquitectónicamente significativas

Una vez determinados estos aspectos de la arquitectura de tecnológica, desde una perspectiva de “logística de distribución” (ver Zachman), es necesario que se propongan soluciones de distribución para el suprasistema institucional. Estas soluciones son orientadas hacia la definición de una arquitectura de sistemas distribuidos que pretende dejar sentados dos aspectos de la arquitectura institucional:

- ❑ La distribución de recursos en términos de los servicios de almacenamiento de datos y procesamiento
- ❑ Las estrategias de integración para concebir soluciones interconectadas física y lógicamente

Para ello esta metodología MSPT propone la utilización del siguiente marco de referencia, que concibe las alternativas más comúnmente utilizadas en la industria:



**Figura 6.2-4** – Soluciones de Distribución e Integración

En la realidad, las alternativas de solución son complementarias y satisfacen diferentes requerimientos institucionales. No obstante, antes de todo es necesario comprender los pasos requeridos para evaluar la viabilidad general de la integración y distribución de sistemas de información en el Estado:

1. Determinar las condiciones organizacionales relativas al trabajo colaborativo interdepartamental e interinstitucional (o bien de optimización de los procesos institucionales) que pueden ser facilitadas mediante sistemas integrados:
  - ¿Se encuentran dentro de los planes de modernización actividades de reingeniería y rediseño que implícita o explícitamente contemplan el uso de tecnología de la información como agente potenciador?
  - ¿Existe una oportunidad real de optimizar la captura, administración y uso de la información del Estado mediante la creación de repositorios centrales de datos?
  - ¿Existe una verdadera intención por parte de las instituciones del gobierno de mejorar su infraestructura tecnológica para lograr la integración de las aplicaciones existentes?
2. Determinar la postura de las instituciones hacia la jurisdicción y custodia de los datos que administran:
  - ¿Consideran viable establecer compromisos de responsabilidad en la administración de los datos?
  - ¿Es ampliamente aceptado el hecho de delegar ciertas responsabilidades de administración de datos a otras instituciones con mayor capacidad técnica cuando esto representa ventajas en la pronta entrega de servicios a la población?
  - ¿Existe una verdadera confianza entre las instituciones del Estado que posibilite el intercambio transparente de información que requiere ser compartida?

3. Determinar la postura de las instituciones hacia el uso de componentes de lógica compartida:
  - ¿Las instituciones están dispuestas a la ejecución de proyectos de desarrollo informático conjunto para la construcción de componentes de lógica compartida?
  - ¿Qué condicionantes establece la ley, y la actual administración pública para hacer posible y aceptable el uso de tecnologías informáticas compartidas, en especial componentes de lógica institucional?
  - ¿Qué reglamentos, normas y estándares son exigidos, y cuales serían necesarios adoptar para posibilitar el mantenimiento efectivo y económico de tecnologías de componentes compartidos?
4. Determinar las frecuencias requeridas para el intercambio de datos y de capacidades de procesamiento:
  - ¿Es posible realizar el intercambio de datos de forma asíncrona?
  - Si es así, ¿Cuan frecuente se requieren realizar estas tareas de intercambio para proveer un servicio satisfactorio a lo usuarios de la información compartida?
  - ¿Es factible realizar el intercambio en tiempos aceptables y con la calidad adecuada mediante la infraestructura existente, o es necesario invertir en nueva infraestructura?
5. Determinar la capacidad técnica disponible para dar soporte a un proyecto de integración de sistemas:
  - ¿Cuenta cada institución con personal informático (en especial, arquitectos de software y analistas) con formación profesional y experiencia para la integración de sistemas?
  - ¿Es posible realizar la capacitación del personal informático en un período estratégicamente y económicamente viable?
  - ¿Qué estrategia seguir para resolver los conflictos potenciales entre custodios de datos y usuarios de los mismos?

Cabe mencionar, que la integración de sistemas de información es una labor costosa que, aparte de los beneficios tangibles e intangibles obtenidos, requiere de un análisis cauteloso de prioridades:

1. Determinar los sistemas que tienen un alto carácter de urgencia en cuanto a la integración considerando los criterios siguientes para cada sistema:
  - ¿Es este sistema de importancia vital, intermedia o secundaria para el Estado, en cuanto a los datos que administra?
  - ¿Cual es la relevancia de los datos que administra en cuanto al número de instituciones que requieren acceder a éstos?
  - ¿Actualmente las instituciones utilizan un único sistema para administrar estos datos?

- ¿Existen actualmente mecanismos alternativos para lograr la consolidación o el intercambio de datos que puedan usarse de forma efectiva y segura?
2. Para cada grupo de sistemas que requieren integración, analizar las estrategias de integración mínima para obtener beneficios tangibles en corto plazo:
    - ¿Es posible obtener un retorno satisfactorio de la inversión para integrar sistemas existentes con una alternativa asíncrona y con bajos requerimientos tecnológicos?
    - ¿Es posible en un corto plazo realizar adaptaciones minimalistas pero efectivas?
    - ¿Cuán flexible son estas adaptaciones de corto plazo para ser transformadas en adaptaciones de largo plazo?
  3. Para cada grupo de sistemas que requieren integración, evaluar las estrategias de integración “completa” para beneficios sostenibles a largo plazo. Por integración completa se refiere a la capacidad de realizar intercambio de datos y el de compartir componentes lógicos de software de forma transparente a los usuarios de los sistemas de información.
  4. Para cada grupo de sistemas que requieren integración, estudiar y documentar las alternativas de integración factibles aplicando los escenarios de la Figura 6.2-5 (considerando los criterios del Nivel de Integración y de Cambio Tecnológico de las Aplicaciones):

		<u>NIVEL DE INTEGRACIÓN</u>	
		Integración Mínima	Integración Completa
<u>CAMBIO TECNOLÓGICO DE LAS APLICACIONES</u>	Cambio Mínimo de Plataforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambio de Archivos</li> <li>• Intercambio de Datos en Crudo</li> <li>• Data Gateways</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RPC / RMI</li> <li>• Mensajería</li> <li>• Centros de Datos</li> </ul>
	Cambio Total de Plataforma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RPC / RMI</li> <li>• Mensajería</li> <li>• Centros de Datos</li> </ul>	

**Figura 6.2-5** – Criterios de Decisión para Seleccionar Alternativas de Integración

Además de estos criterios generales para la selección de criterios de integración es útil aprovechar la siguiente matriz de caracterización de las diversas estrategias de integración, en la cual se presentan algunas de las características, ventajas y desventajas más importantes para la toma de decisiones:

<b>Características</b> <b>Estrategias</b> <b>de Integración</b>	<b>Orientación</b>	<b>Tipo de Comunicación</b>	<b>Tecnologías</b>	<b>Impacto Tecnológico</b>	<b>Problemas del Diseño</b>
<i>Intercambio de Archivos</i>	Datos	Batch	Propietarias	Poco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja Escalabilidad</li> <li>• Poca Confiabilidad</li> </ul>
<i>Intercambio de Datos Crudo</i>	Datos	Sincrónica	Propietarias	Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja Escalabilidad</li> <li>• Poca Confiabilidad</li> </ul>
<i>Data Gateways</i>	Datos	Asincrónica	Propietarias	Poco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja Escalabilidad</li> <li>• Diseño Complejo</li> </ul>
<i>Centros de Datos</i>	Datos	Sincrónica y Asincrónica	Propietarias	Medio / Grande	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja Escalabilidad</li> <li>• Arquitectura poco flexible</li> </ul>
<i>RPC/RMI</i>	Datos y Procesos	Sincrónica y Asincrónica	Estándares	Grande	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca Confiabilidad</li> <li>• Desarrollo Complejo<sup>†</sup></li> </ul>
<i>Mensajería</i>	Datos y Procesos	Asincrónica	Estándares	Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo complejo</li> <li>• Entornos de Prueba complejos</li> <li>• Desarrollo Complejo<sup>‡</sup></li> </ul>

**Tabla 6.2.4.3-1** – Características de Evaluación de las Estrategias de Integración

No obstante, además de indicar el tipo de estrategia de integración factible en cada escenario, es importante definir los recursos que formarán parte de cada alternativa de integración. Con este propósito es útil considerar los items presentados en la siguiente tabla:

<b>ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN</b>	<b>RECURSOS A ESPECIFICAR PARA ESTA ESTRATEGIA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intercambio de Archivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos a Intercambiar</li> <li>- Formatos Estándares a Aplicar</li> <li>- Mecanismos de Seguridad</li> <li>- Medios Físicos de Intercambio y Dispositivos de Almacenamiento</li> </ul>

<sup>†</sup> En especial cuando se trata de integrar sistemas heredados con una arquitectura que no utiliza capas para la separación lógica del software de sistema.

<sup>‡</sup> Puesto que es un enfoque de integración relativamente nuevo y con un limitado nivel de difusión, en especial en el país. La arquitectura propuesta para el SIAF-INIFOM se asemeja mucho a esta estrategia [INI-FOM03b].

ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN	RECURSOS A ESPECIFICAR PARA ESTA ESTRATEGIA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frecuencia Mínima requerida para la ejecución del Batch</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intercambio de Datos en Crudo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos a Intercambiar</li> <li>- Mecanismos de Conversión</li> <li>- Mecanismos de Integridad y Seguridad</li> <li>- Medios Físicos de Intercambio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data Gateways</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos a Intercambiar</li> <li>- Mecanismos de Integridad y Seguridad</li> <li>- Medios Físicos de Intercambio</li> <li>- Tipo de convergencia (Sincrónica vs. Asincrónica)</li> <li>- Localizaciones propuestas de los Gateways indicando los criterios para llegar ello.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Centros de Datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos a Intercambiar</li> <li>- Mecanismos de Integridad y Seguridad</li> <li>- Estrategias de Replicación</li> <li>- Coordinación Sincrónica vs. Asincrónica (Batch Processing vs. Justo a Tiempo)</li> <li>- Localizaciones propuestas de los Centros de Datos indicando los criterios para llegar ello.</li> <li>- Medios Físicos de Interconexión</li> <li>- Intercambio unidireccional vs. Multidireccional</li> <li>- Otros criterios para la distribución</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RPC/RMI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principales Reglas Institucionales a Compartir</li> <li>- Datos a Compartir</li> <li>- Protocolos de RPC/RMI y modelos de objeto (CORBA/COM/EJB/Web Services etc.)</li> <li>- Tipo de Invocación (Sincrónica o Con Bloqueo vs. Asincrónica)</li> <li>- Los requerimientos de acceso distribuidos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Corredores de Mensajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los tipos de servicios (de acceso a datos, de procesamiento o de validación) a interconectar via mensajería: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Servicios proporcionados por nuevas aplicaciones</li> <li>o Servicios proporcionados por aplicaciones heredadas</li> </ul> </li> <li>- Tecnologías heterogéneas a soportar (tanto en términos de protocolos de mensajería como en la estructura de los mensajes)</li> <li>- Estándares de directorio para la descripción de destinatarios</li> <li>- Mensajería Unipunto vs. Multipunto (Unicast vs. Multicast)</li> <li>- Mecanismos para la entrega asegurada de mensajes</li> </ul>

**Tabla 6.2.4.3-2** – Recursos a especificar para cada alternativa de integración<sup>§</sup>

Con la presentación de las estrategias de integración de sistemas para cada caso pertinente, incluyendo sus especificaciones complementarias, se concluye la etapa de desarrollo

<sup>§</sup> El contenido de la tabla es un aporte metodológico de este estudio, y no se encuentra explícitamente definido en una bibliografía en concreto, sino que se ha sido extraído de las características para cada estrategia de integración descritas en [ACCENT2000] y [HOHPE02].

de la arquitectura meta, y se debe proceder a la elaboración de un plan de transición que hace posible la posterior implementación de la arquitectura institucional mediante la ejecución de proyectos.

#### **6.2.4.4. Definición del Plan de Transición**

Un plan de transición tiene el propósito de identificar los esfuerzos necesarios para elevar la arquitectura base a las condiciones establecidas por la arquitectura meta. Al igual que se define en el MRAIF, la planeación de un proceso de transición debe iniciarse con un análisis de discrepancias arquitectónicas o “*gap analysis*”. Ello permite conocer cuan disímiles son los sistemas existentes en relación a los sistemas deseables en el futuro. Con este primer paso el Estado puede tomar decisiones en torno a cuatro escenarios:

1. Dejar al sistema en sus condiciones actuales
2. Realizar cambios al sistema actual para adaptarse a las condiciones futuras deseables
3. Migrar el sistema actual a un nuevo sistema
4. Crear un sistema totalmente nuevo para áreas que no cuentan con sistema de información alguno que aborde las soluciones deseables.

Para las primeras tres alternativas, el análisis de discrepancia representa un proceso riguroso en que se debe realizar una evaluación de los sistemas existentes en relación a un conjunto de criterios institucionales y un conjunto de criterios técnicos. Tales criterios son aplicables no sólo para un único sistema o aplicación, sino para todos los sistemas o aplicaciones dentro del segmento objeto de estudio.

Los criterios institucionales se derivan de los siguientes aspectos que también son abordados por el modelo de Zachman – aunque no se definen con este detalle – acordes a las perspectivas del Planeador y el Propietario:

##### Restricciones del Ambiente Interno

- ◆ Disposiciones legales generales del gobierno que afectan las decisiones de cambio tecnológico:
  - Ley de Contratación del Estado
  - Política de Modernización Institucional
  - Política Informática del Estado
  - Estrategias impulsadas por la administración actual, reflejadas en decretos y proyectos de ley abordando temas sobre el manejo de la información, las imposiciones financieras de programas y proyectos entre otros.
- ◆ Misión, Visión y Objetivos institucionales.
- ◆ Restricciones legales de las instituciones referentes al segmento objeto de estudio.

- ◆ Políticas y procedimientos que rigen el dominio de competencia de los sistemas de información a analizar.
- ◆ Consideraciones legales para la coordinación con áreas pertinentes a otros segmentos.
- ◆ Condición actual del proceso de modernización estatal en el giro institucional objetivo de análisis, con las implicaciones administrativas, jurídicas, financieras, y de cultura organizacional.

### Restricciones del Ambiente Externo

- ◆ Las principales variables macroeconómicas
- ◆ El potencial de impacto social, económico y político en el servicio a la población.
- ◆ Las restricciones impuestas por agencias financieras internacionales y otras ONG para el desarrollo de este tipo de programas y proyectos.
- ◆ Las restricciones impuestas por organismos negociadores de la empresa privada nacional.
- ◆ Las restricciones impuestas por organismos negociadores de la sociedad civil.

El propósito fundamental de estos criterios institucionales es poder minimizar el impacto negativo del proceso de transición y procurar la conformidad del proceso y sus resultados (productos arquitectónicos) con el marco legal y las políticas y procedimientos institucionales.

La formulación de estos criterios institucionales además de permitir la evaluación legal, operativa, y económica de las alternativas de transición, consigue establecer un marco de trabajo para la definición de criterios específicos para una evaluación técnica.

Estos criterios técnicos abordan las siguientes áreas:

- ◆ Estructura de datos y acceso a los datos
- ◆ Seguridad, portabilidad, escalabilidad
- ◆ Arquitectura de implantación y tecnología

La evaluación de los criterios técnicos deberá reflejar las prioridades deseadas por las instituciones involucradas, pero al mismo tiempo debe evitarse realizar un estudio detallado, pues ello desvirtuaría la posibilidad de obtener una perspectiva de alto nivel que se persigue mediante un proceso arquitectónico. El propósito no es definir con completitud las características técnicas de los productos finales (para nuevos sistemas), sino únicamente decidir cuál de las cuatro alternativas planteadas para la transición es la más factible.



Los criterios técnicos aplicables para la definición de las alternativas de transición son:

- La flexibilidad de las aplicaciones existentes para compartir información con otras aplicaciones de acuerdo a la arquitectura de datos y arquitectura de aplicaciones deseables.
  - ¿Cuáles cambios significativos a la estructura de datos son requeridos para lograr el intercambio de información, en caso de ser técnicamente posible?
  - ¿Cuáles adaptaciones tecnológicas de hardware y software son necesarias?
  - ¿Qué nivel de esfuerzo es requerido para la modificación del código fuente?
  - ¿Existen riesgos que afecten la calidad final del sistema después de las modificaciones?
  - ¿Qué sucede si no se realizan las modificaciones? ¿Cómo afecta esto el cumplimiento de los objetivos institucionales de la arquitectura meta?
- El cumplimiento de las aplicaciones con los estándares de seguridad definidos para su dominio.
  - ¿La arquitectura del software cuenta con las mínimas características de seguridad y auditabilidad requerida por el sistema? ¿Es posible realizar cambios para incorporar estas características?
  - ¿Las tecnologías de hardware cumplen con los estándares de seguridad? ¿Es posible realizar cambios con una mínima afectación en la operación del software?
  - ¿Se derivan impactos negativos en otros atributos de calidad (desempeño, adaptabilidad, confiabilidad, facilidad de uso, etc.) al implementar los cambios?
  - ¿Qué sucede si no se realizan las modificaciones? ¿Cómo afecta esto el cumplimiento de los objetivos institucionales de la arquitectura meta?
- El cumplimiento de las aplicaciones con los estándares de interoperatividad definidos para su dominio.
  - ¿La arquitectura del software cumple con las características de interoperatividad (compatibilidad con tecnologías abiertas, estándares de la industria o estándares internos)? ¿Es posible realizar cambios para incorporar estas características?
  - ¿Se derivan riesgos de afectación a otros atributos de calidad (desempeño, seguridad, confiabilidad, facilidad de uso, etc.) al implementar los cambios?

- ¿Qué sucede si no se realizan las modificaciones? ¿Cómo afecta esto el cumplimiento de los objetivos institucionales de la arquitectura meta?
- El cumplimiento de las aplicaciones con los estándares de escalabilidad definidos para su dominio.
  - ¿La arquitectura del software cumple con las características de escalabilidad (multicapas, clustering de servicios, etc.)? ¿Es posible realizar cambios para incorporar estas características?
  - ¿La infraestructura de hardware es escalable (via clustering, ampliación de memoria, reemplazo o adición de dispositivos de almacenamiento, actualización de interfaces de conectividad, etc.)? ¿Es posible realizar cambios con una mínima afectación en la operación del software?
  - ¿Se derivan riesgos de afectación a otros atributos de calidad (seguridad, confiabilidad, facilidad de uso, interoperatividad etc.) al implementar los cambios?
  - ¿Qué sucede si no se realizan las modificaciones? ¿Cómo afecta esto el cumplimiento de los objetivos institucionales de la arquitectura meta?
- Arquitectura para promover la reutilización de componentes
  - ¿Es posible compartir servicios de infraestructura (conectividad, mensajería, almacenamiento, procesadores, dispositivos de seguridad etc.)? ¿Qué aplicaciones pueden aprovechar esta estrategia?
  - ¿Es necesario realizar algunas adaptaciones significativas para poder compartir algunos recursos que representan una oportunidad de reutilización?
  - ¿Qué riesgos pueden derivarse de compartir recursos existentes con algunos de los sistemas que propone la arquitectura meta?
  - ¿Es posible seguir utilizando la infraestructura tecnológica existente para nuevas aplicaciones propuestas por la arquitectura meta incluso si se descartan las aplicaciones que actualmente la utilizan?
  - ¿Qué sucede si no se aprovecha la reutilización de infraestructura tecnológica? ¿Cómo afecta esto el cumplimiento de los objetivos institucionales de la arquitectura meta?
- Obsolescencia de las arquitecturas y componentes tecnológicos existentes
  - Con la implementación de nuevas aplicaciones de la arquitectura meta ¿Sería posible seguir dando soporte a las aplicaciones con viejas arquitecturas de software? ¿Requeriría esto la contratación de personal específico para dar continuidad al mantenimiento de las aplicaciones existentes?

- ¿Cuáles son los pronósticos de obsolescencia para las plataformas tecnológicas existentes? ¿Es posible seguir obteniendo soporte del fabricante a costos aceptables en un horizonte de tiempo dado?
- Si algunos componentes tecnológicos están próximos a la obsolescencia ¿Es posible portar las aplicaciones que la utilizan a una nueva plataforma? ¿Qué impacto tendría sobre la funcionalidad y calidad de las aplicaciones?
- Al realizar cambios de tecnologías obsoletas ¿Existen otros componentes tecnológicos que se verían afectados?
- ¿Es posible diseñar nuevas aplicaciones para seguir aprovechando tecnologías existentes, y una vez que estas últimas se tornen obsoletas, portar estas aplicaciones a una nueva plataforma con un impacto mínimo en su código y sus atributos de calidad? ¿Es posible señalar alternativas de reemplazo en la actualidad?
- ¿En qué riesgos específicos se puede incurrir en caso de seguir utilizando una tecnología obsoleta con aplicaciones nuevas?

Todos estos atributos técnicos poseen métricas asociadas (nivel de esfuerzo, probabilidad de riesgo, objetivos incumplidos, métricas de impacto en los atributos de calidad, requerimientos de recursos adicionales y recursos especiales) los cuales permiten orientar a una evaluación de las condiciones de costos y beneficio. Así pues, la decisión de las alternativas de transición se puede traducir en un análisis costo-beneficio que reúne la valoración de criterios institucionales y técnicos.

Indiscutiblemente, esta evaluación desde la aplicación de los criterios, su medición, y el análisis costo-beneficio terminarán por formar parte de la documentación esencial que justificará la definición de las alternativas factibles para la transición. Además, esta documentación, servirá también como soporte para proyectos de cambios de infraestructura tecnológica.

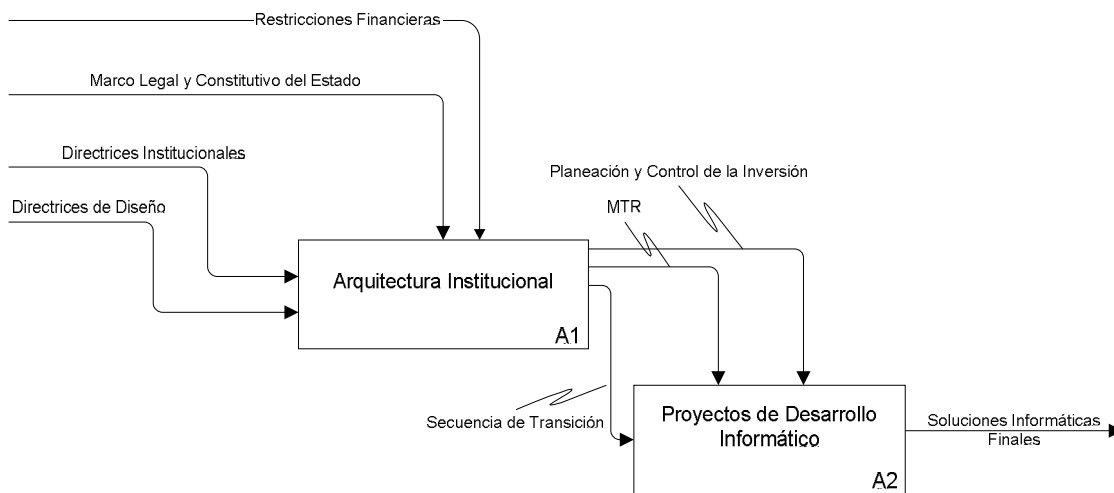
Además de esta evaluación, la MSPT recomienda el uso del modelo de decisión para la transición de sistemas de [ACCENT2000] el cual ha sido descrito en el marco teórico. Este modelo de decisión proporciona un enfoque que permite complementar y validar el resultado de una evaluación exhaustiva para la decisión de transición.

Una vez determinadas las alternativas de transición para los sistemas destinados a la arquitectura meta, es necesario elaborar un plan que aborde los siguientes rubros:

- La definición de las interdependencias entre los sistemas, y por tanto, de los proyectos de desarrollo e implantación.
- La priorización de áreas de mayor urgencia (en términos sociales y económicos) para obtener beneficios directos en pro de los objetivos del giro institucional.

- La definición de un marco temporal para la ejecución de los proyectos
- Las referencias al marco legal que ordena la prioridad de ejecución de ciertos proyectos
- Las prioridades de los ejecutivos clave (tomadores de decisiones) para el desarrollo de sistemas de información
- La mitigación de riesgos mediante planes de contingencias.
- La secuencia de actividades a ejecutar para la implementación: En ello se debe contemplar la lógica propia de la transición en términos de los artefactos requeridos (documentación, componentes, herramientas, infraestructura) y la disponibilidad de recursos humanos y financieros que demanda.
- Las alternativas inmediatas en caso de retraso de otras fuentes de financiamiento.
- Las unidades de coordinación encargadas de la dirección de los proyectos.
- Las fuentes de información técnica y metodológica para la continuación del proceso en términos de proyectos.

En particular este último rubro sirve como el enlace para la continuidad de un proceso formal de administración de proyectos informáticos. Es imposible lograr el éxito de una arquitectura institucional si no se logra propiciar la utilización permanente de sus productos metodológicos. En general, el plan de transición pretende entonces definir los flujos de información que enlazan la arquitectura institucional con los proyectos de desarrollo informático.



**Esquema 6.2.4.4-1** – Enlace entre la AI y los proyectos de desarrollo

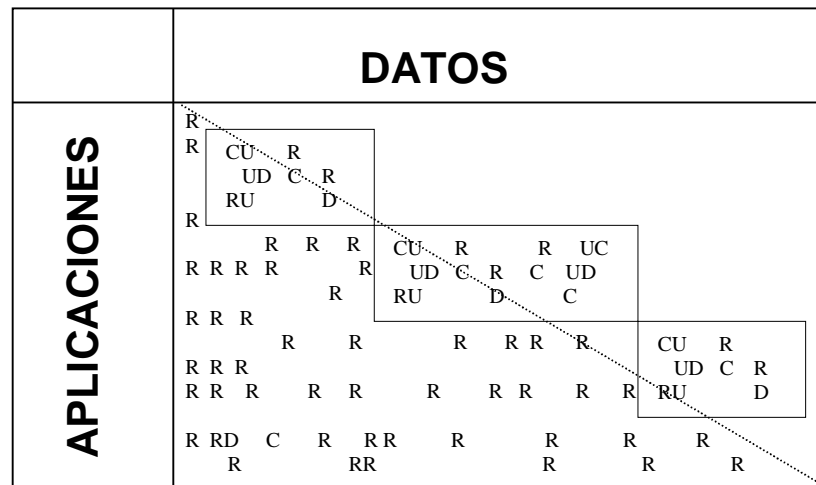
### A. *Secuencia de Desarrollo de Aplicaciones*

Un aspecto fundamental en la implementación de una arquitectura meta, es la definición del orden constructivo de las aplicaciones. Este orden está definido esencialmente por la dependencia de datos entre las mismas. Por ello, es que se recomienda la utilización de una técnica de ordenamiento de la matriz CRUD de Datos-Aplicaciones que permite organizar las aplicaciones en la matriz, de acuerdo a la creación de datos fundamentales para la operación de otras aplicaciones.

La técnica consiste en el desplazamiento de filas y columnas con el propósito de posicionar las columnas con la mayor cantidad de operaciones hacia la izquierda, y posicionar las filas con la mayor cantidad de operaciones de creación (C) hacia arriba.

Esto permite que, la mayoría de las operaciones de la matriz CRUD se posicionen ahora bajo la diagonal, y que las operaciones de creación, se orienten alrededor de la diagonal.

La segunda fase de la técnica consiste en el desarrollo de clusters de aplicaciones en base al principio de información compartida entre aplicaciones. Aquellas con operaciones de creación (C), actualización (U), y supresión (D) de datos semejantes son propicias para la creación de los clusters [SPEWAK92].



**Figura 6.2-6** – Técnica de Organización de Aplicaciones en base a Datos

No obstante, esta técnica es poco efectiva si no se conjugan sus elementos conceptuales, con otros aspectos inherentes a la gestión institucional [SPEWAK92]:

- Necesidad e Importancia de las Aplicaciones
- Presiones políticas
- Valor agregado y calidad sobre sistemas existentes

- Reducción de los costos de operación de sistemas existentes
- Riesgos en base a los recursos requeridos y disponibles, la duración del desarrollo y la complejidad técnica
- Costo-Beneficio
- Departamentos y personal afectado
- Compromisos Actuales
- Estándares y procedimientos actuales

## ***B. Carteras de Proyectos***

Uno de los grandes beneficios de una metodología basada en arquitectura es el hecho de que su visión global permite identificar aspectos comunes entre proyectos, posibilitando potenciar la definición de proyectos en un marco de carteras de proyectos para sistemas con alto nivel de similitud. Para éste tipo de sistemas el enfoque debe ser diferente. Es por ello que se hace referencia a una técnica basada en líneas de productos, y es allí también donde el TOGAF\* (Marco de Referencia Arquitectónico del Open Group) juega un papel importante a nivel arquitectónico.

El TOGAF integra los fundamentos de arquitectura institucional con los conceptos de un continuo arquitectónico y un continuo de soluciones permitiendo observar la transición de modelos y tecnologías genéricas hacia arquitecturas y componentes tecnológicos más específicos, en este caso, particulares al entorno gubernamental de Nicaragua. Tal transición podrá aprovecharse para no realizar un proceso de adaptación tecnológica especializada a una necesidad específica, sino que aprovechar la labor de desarrollo tecnológico para beneficio de múltiples aplicaciones creando economías de escala mediante:

- La capacitación técnica masiva del personal para el desarrollo y soporte
- La creación de arquitecturas conceptuales de software, y documentación de análisis y diseño re-aprovechables
- La creación de componentes de software reutilizables

La creación de carteras de proyectos debe apoyarse al menos en las condicionantes institucionales para la creación de líneas de productos:

- La incorporación de economías de escala implica aprovechar ciertas tecnologías que en términos de proyectos independientes no serían rentables
- El nuevo desarrollo de componentes base (“core assets”) podría implicar la entrega tardía de productos tangibles al usuario final. Por tanto deberá considerarse como un factor de alto riesgo las presiones institucionales para resultados inmediatos

---

\* *Ver Marco Teórico: Arquitectura Institucional – TOGAF [ TOGAF700]*

- A medida que crecen linealmente las dimensiones del dominio de análisis, la organización del trabajo de análisis y la negociación de requerimientos se tornan más complejas, implicando un incremento exponencial en los costos.
- La capacitación del personal se torna más rigurosa, al requerir una amplia comprensión de los conceptos y metodologías de líneas de productos, además de un conocimiento de las características de un dominio más amplio (en el caso de analistas y arquitectos).

Tales condicionantes conllevan a que el planeador de carteras de proyectos deba definir:

- Un dimensionamiento de la cartera de proyectos que permite crear unidades de desarrollo lógicamente coherentes, y que reduzcan el potencial para que la documentación de requerimientos y el proceso de análisis se vuelvan inmanejables (“requirements creep” referente a requerimientos continuamente cambiantes y “analysis paralysis” referente a una actividad de análisis impropia-mente delimitada). Es decir que es necesario definir carteras de proyectos lo suficientemente amplias para garantizar economías de escala y congruencia lógica, pero lo suficientemente pequeñas para garantizar la manejabilidad de los procesos de ejecución.
- La creación de carteras de proyectos que garanticen la entrega temprana de productos cuando existen condiciones políticas y organizativas de alto riesgo que ameritan proporcionar respuestas inmediatas a las exigencias de los interesados (o “stakeholders”). No obstante, debe anteceder a la definición de una cartera de proyectos, actividades de negociación que permitan obtener resultados técnicamente provechosos que al mismo tiempo sean políticamente satisfactorios y sostenibles.
- La creación de carteras de proyectos que tengan viabilidad para la obtención de apoyo económico por parte de entidades financiadoras u organismos donantes.

### ***C. Evaluación de Viabilidad de las Carteras de Proyectos***

La definición de las carteras de proyectos deberá ajustarse a los atributos que propone [CIOC01a] para las inversiones exitosas en tecnología de la información. En torno a estos criterios, esta metodología propone:

1. La aplicación de un análisis preliminar de las propuestas de carteras de proyectos por parte de los integrantes del Comité de Inversión de Capital o CIC, para identificar el nivel de interés de la propuesta a nivel del Estado (al ser el CIC una unidad representante de la voluntad del Estado en materia de gestión de inversión e tecnología de información), con el fin de establecer prioridades de evaluación en el proceso. Una vez definido este orden de prioridad de carteras de proyectos, se debe proceder a la incorporación de las mismas a través del resto del proceso de evaluación.

2. La asignación de una sub-comisión dentro del CIC para cada cartera, para su evaluación exhaustiva y de la elaboración de instrumentos de Planeación y Control de la Inversión.
3. La remisión de cada propuesta de cartera al Comité de Revisión Técnica o CRT, el cual estará encargado de analizar la viabilidad de los proyectos y elaborar un informe para la sub-comisión encargada, estudiando cada propuesta en términos de:
  - La correcta definición de los alcances globales de la cartera de proyectos y de cada proyecto, considerando las restricciones técnicas sobre la administración de los proyectos, el esfuerzo requerido para la coordinación de los proyectos y el esfuerzo de gestión de requerimientos entre una o más entidades del Estado, estimando los posibles riesgos de sobredimensionamiento que puede sufrir cada proyecto o conjunto de proyectos.
  - La adecuada justificación de las unidades de coordinación de proyecto, en la cual se definen cuáles entes del Estado estarán a cargo de velar por el cumplimiento de las metas del proyecto. En ello se debe proporcionar evidencia de factores que hacen conveniente el establecimiento de tal unidad (considerando las competencias organizacionales de la entidad, la experiencia existente en los problemas del dominio del proyecto, los sistemas de información operantes en la actualidad, y la capacidad técnica disponible). El CRT deberá evaluar de forma comprensiva además los factores de riesgo que pueden invalidar tal justificación.
  - El establecimiento de marco temporales viables en términos de una estimación adecuada de los recursos técnicos y materiales requeridos.
  - La evaluación de otros supuestos que pueden representar riesgos de índole técnica y organizativa tales como: las tendencias tecnológicas y metodológicas, los cambios de enfoque administrativo y estratégico (tanto en términos políticos como en términos más estructurales), un déficit en el mercado de recursos humanos, etc.
4. La evaluación, en términos generales por parte de la sub-comisión del CIC de la viabilidad económica, de la cartera de proyectos que ha sido reportada por el CRT como técnicamente viable.

#### ***D. Proyectos de Infraestructura Tecnológica***

En esta metodología, MSPT, se distingue entre plataformas tecnológicas de proyectos de desarrollo de sistemas de información específicos, y plataformas tecnológicas de infraestructura tecnológica para el Estado. Tal situación se debe a que, mientras las primeras se ajustan a arquitecturas de software para aplicaciones puntuales, las segundas se orientan a satisfacer requerimientos generales para recursos tecnológicos compartidos.



Aunque esta metodología no se especializa en el tema de las telecomunicaciones y las infraestructuras de hardware distribuidas, es importante que, como metodología integral permita considerar todos los aspectos tecnológicos de la informática.

A la sazón, se abordan los proyectos de infraestructura tecnológica, como procesos de apoyo a los proyectos de desarrollo de sistemas de información pues estos últimos son la parte medular de la gestión informática. En otras palabras, los sistemas de información constituyen soluciones específicas a las necesidades de información del Estado, y la infraestructura tecnológica resulta ser el medio potenciador de la operatividad de estas soluciones.

Así pues, los proyectos de infraestructura tecnológica deberían considerarse como proyectos directamente dependientes de la arquitectura institucional, pues en vez de abordar necesidades específicas, deben avocarse a servir para una multitud de propósitos.

Todo proyecto de infraestructura tecnológica inicia con la identificación del alcance de la implementación. Para ello, es importante considerar tres niveles, que son también abordados por el estudio de la arquitectura institucional:

- Nivel de Entidad: Proyectos de infraestructura tecnológica cuyo impacto se limita a los confines de una institución o ministerio.
- Nivel de Segmento: Proyectos de infraestructura tecnológica cuyo impacto se limita al dominio de un segmento arquitectónico, tal y como ha sido definido dentro del marco de referencia de la arquitectura institucional.
- Nivel Estatal: Proyectos de infraestructura tecnológica cuyo impacto abarca a todas las instituciones del Estado.

Una vez más, para la determinación de estos alcances, se recurre al concepto de ingeniería de dominios. Esta permitirá identificar, junto al conocimiento recopilado por la arquitectura institucional, los atributos más importantes de delimitación de alcances.

Aplicando la ingeniería de dominios a las carteras de proyectos, se pueden identificar ciertos atributos comunes en cuanto a los requerimientos de distribución. Tales atributos se detallan a continuación:

- Unidades Organizacionales comunes entre carteras de proyectos
- Requerimientos para el intercambio de datos entre carteras de proyectos
- Seguridad y Confiabilidad requerida para los recursos de conectividad de cada cartera de proyectos
- Secuencia de implementación de las aplicaciones

Como una regla general, los proyectos de infraestructura tecnológica se deben enfocar hacia la instalación de recursos de hardware y telecomunicaciones en dos ámbitos:

- Para aplicaciones que son utilizadas en dominios transversales, y por lo tanto, su implementación debe ser distribuida. En este caso la infraestructura tecnológica requiere

de un conocimiento detallado de las arquitecturas de software definitivas para estas aplicaciones, a fin de identificar los atributos óptimos con que deben contar estos recursos de infraestructura.

- Para múltiples aplicaciones que requieren de la utilización de estrategias de integración (Ver *Arquitectura Tecnológica*). En este caso la infraestructura tecnológica requiere de un conocimiento detallado de la arquitectura del software para los mecanismos de integración, y una definición de sus interfaces de interconexión con las aplicaciones destinatarias.

Una vez determinado el alcance del proyecto de infraestructura, es necesario identificar los requerimientos de calidad que debe satisfacer respecto a los sistemas de información que lo utilizarán. Estos se pueden derivar a partir de los atributos de calidad prioritarios inherentes a las arquitecturas de software para las aplicaciones o servicios de integración asociados. Esta evaluación se puede realizar aplicando una variante del concepto introducido por el método de ATAM [SEI2000b] para el cual se introducen los siguientes cambios:

- Definir una arquitectura de sistema (no sólo de software) basada en las vistas arquitectónicas del TOGAF, que también recomienda la aplicación del estándar *ANSI/IEEE Std. 1471-2000*. En ello se debe incluir:
  - La arquitectura de la infraestructura existente que será aprovechada y,
  - La propuesta de arquitectura complementaria
- Reemplazar el concepto de escenario, el cual es muy apropiado para un software específico, por el concepto de proyecto, más adecuado a un contexto global de arquitectura institucional. Esto tiene las siguientes implicaciones:
  - Para la evaluación se ha de realizar una priorización de los proyectos más significativos en la definición de los atributos de calidad del proyecto de infraestructura.
  - Para cada proyecto se deberán identificar los atributos de calidad prioritarios asociados a la infraestructura compartida
- Construir un Árbol de Utilidad (ATAM) orientado a la arquitectura del sistema de infraestructura, utilizando como fuente de información el análisis de los atributos de calidad ponderados en base a los proyectos priorizados

Con la construcción de un árbol de utilidad, los especialistas en arquitecturas de hardware y de telecomunicaciones obtienen las especificaciones técnicas (requerimientos y restricciones) necesarias para la construcción de propuestas de infraestructura tecnológica viables respecto a las aplicaciones y servicios de integración a las que darán soporte.

## **6.2.5. Instrumentos de la Arquitectura Institucional**

### **6.2.5.1. Planeación y Control de la Inversión**

La planeación y control de la inversión dentro del contexto de la arquitectura institucional implica el establecimiento de un mecanismo administrativo de enlace entre las decisiones del plan de transición, la planeación de los proyectos de desarrollo e implementación, y su ejecución. Bajo la perspectiva proporcionada por [CIOC01], la MSPT recomienda que el enlace entre las decisiones se disponga de forma tal que:

- La planeación de la inversión durante la elaboración del Plan de Transición de la AI debe velar por:
  - Que los proyectos seleccionados sean prioritarios para la función pública de forma tal que se garantice la maximización y sostenibilidad de los beneficios
  - Que los proyectos seleccionados garanticen, en la ventana temporal de la arquitectura, mínima incertidumbre para el cumplimiento de sus metas considerando que:
    - Son evidentes los principales factores de riesgo
    - Que existe un consenso sobre los alcances y metas del proyecto
    - Que existen recursos disponibles para amortiguar los efectos de situaciones adversas
    - Que existen alternativas de solución económicamente viables y operacionalmente efectivas en caso de que el proyecto fracase
  - Que las funciones hacia las cuales está enfocada la inversión tecnológica ya hayan sufrido un proceso efectivo de reingeniería evitando la inversión innecesaria en automatización de procesos ineficientes
  - Que se definan las restricciones técnicas (metodologías y tecnologías) y financieras que deben acompañar al proyecto en el resto del proceso. En este caso, la parte de la metodología orientada hacia proyectos de implementación de software proporciona el proceso recomendado para la planeación del proyecto en cuanto a la selección de sus plataformas
  - Que se proporciona la documentación necesaria para sustentar los puntos referidos aquí
- La planeación de un proyecto de implementación de software deberá garantizar:
  - Que se seleccione la plataforma tecnológica de los componentes críticos de su arquitectura basándose en criterios técnicos y económicos que garanticen el cumplimiento de los requerimientos organizacionales, los requerimientos de la AI y la satisfacción de las restricciones técnicas y financieras del plan de transición.

- Que se han identificado los riesgos, y se han definido cursos de acción específicos para el tratamiento de los escenarios de riesgo
- Que se optimizan los modelos para priorizar un alta inversión inicial con el fin de reducir costos recurrentes lo que implica:
  - Incrementar la calidad de los productos informáticos a fin de prevenir altos costos correctivos y de mantenimiento
  - Incorporar en los sistemas arquitecturas adaptables que permita reducir los costos de modificaciones posteriores que también representan costos recurrentes
  - Mejorar los procesos de selección, adopción y utilización de metodologías y tecnologías
- Que de ser requerido realizar decisiones de cambio en los alcances y otras restricciones del proyecto, queden planteadas ello respecto a la línea base considerada inicialmente en el Plan de Transición
- Que se ha definido claramente un proceso de construcción y/o implementación de la solución de los productos
- Que se hayan definido los requisitos a cumplir para la pre-selección de proveedores
- Que según sea el caso se hayan definido Acuerdo de Niveles de Servicio que permitan garantizar una comunicación clara con los proveedores de productos o servicios para el cumplimiento de los objetivos de contratación y adquisición
- Que se proporciona la documentación necesaria para sustentar los puntos referidos aquí
- La ejecución de los proyectos de desarrollo y/o implementación garanticen:
  - El uso de métricas técnicas
  - Las decisiones técnicas de arquitectura y diseño sean justificadas y registradas
  - Las decisiones técnicas de arquitectura y diseño se ajusten a los requisitos y restricciones establecidos por la AI
  - El cumplimiento de las fechas programadas
  - El control del uso de los recursos estimados durante la planeación
  - La aplicación de los cursos de acción definidos para la mitigación de riesgos

#### **6.2.5.2. Modelo Técnico de Referencia (MTR)**

De acuerdo a la organización administrativa a cargo de la AI, existe una Comisión de Revisión Técnica la cual ocupa una posición de staff para el Comité de Inversión de Capi-

tal. Tal comisión ejerce sus funciones utilizando como base el MTR<sup>\*</sup>. Por tanto, el MTR tiene la función última de servir de apoyo para las decisiones pertinentes a la inversión en tecnología.

A pesar de que el MRAIF no incluye detalles sobre el contenido de esta herramienta de apoyo, el TOGAF [TOGAF700] ofrece una visión clara de lo que debe estructurarse dentro de éste. El aspecto coincidente que vincula al MTR del MRAIF con su contraparte del TOGAF es la descripción que se ofrece en el primero: “El MTR es una taxonomía que provee un conjunto consistente de áreas de servicio, categorías, y relaciones para atender la interoperatividad y los sistemas abiertos. El MTR integra los perfiles de estándares y los pronósticos tecnológicos” [CIOC01].

Para señalar una leve diferencia, el TOGAF enfatiza que el MTR excluya el manejo de los estándares, y orienta a la creación de otro mecanismo, la Base de Información sobre Estándares (SIB: *Standards Information Base* por sus siglas en inglés)<sup>†</sup>. No obstante, para simplificar la complejidad de la estructura administrativa de la Arquitectura Institucional propuesta en esta metodología, y al mismo tiempo concordar con lo establecido por el MRAIF, se deberá incluir la administración de estándares dentro del MTR.

Así pues, tal como se describe en el MTR en [CIOC01] este consiste en:

1. Una descripción orientada a servicios, para diversos estándares tecnológicos que podrán (o deberán, según sea el caso) implementar las instituciones del Estado.
2. Una caracterización orientada a sistemas abiertos e interoperatividad.
3. Un seguimiento objetivo de la evolución tecnológica y conceptual de la informática.
4. Una caracterización de conceptos, técnicas y herramientas de ingeniería aplicables para la medición, evaluación y utilización de los recursos tecnológicos.

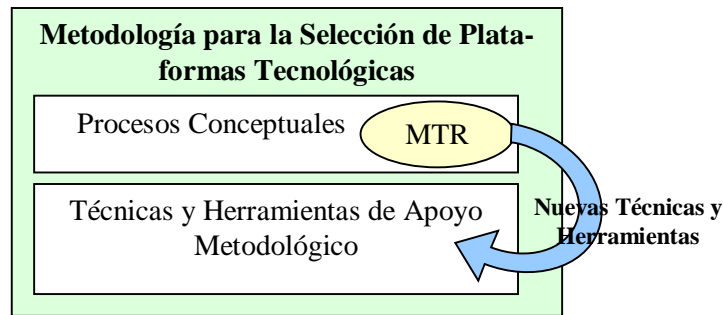
En definitiva, este cuarto aspecto es muy particular para la metodología, pues éste brinda la oportunidad de la mejora continua de la misma. A medida que aparecen nuevos conceptos, técnicas y herramientas, éstas pueden disponerse apropiadamente para reemplazar sus contrapartes existentes en el MSPT.

Por ejemplo, las mismas técnicas y herramientas de modelación sugeridas por ésta metodología, pueden ser desplazadas por otras nuevas, a medida que estas últimas se posicionen convenientemente en la industria y se estabilizan, y ofrezcan nuevas ventajas.

---

\* Modelo Técnico de Rreferencia

† TOGAF ofrece una implementación del SIB desde el sitio Web del Open Group, que puede servir para alimentar a una instancia del SIB de cualquier adoptador del TOGAF



**Figura 6.2-7** – Proceso de Renovación de las Técnicas y Herramientas de la Metodología

Los servicios tecnológicos que debe administrar el MTR, son caracterizados como:

- ✓ **Software de Aplicaciones:** Aplicaciones de Gestión (de uso específico para apoyar los procesos del giro de la organización) y Aplicaciones de Infraestructura (de uso generalizado dentro de toda organización y sin un propósito específico para la gestión, pues tienen una orientación hacia el apoyo tecnológico).
- ✓ **Plataforma de Aplicaciones:** Son los servicios ofrecidos mediante una combinación de software de alto nivel para lograr el desarrollo del software de aplicaciones, y su funcionamiento continuo (herramientas CASE, intercambio de datos, DBMS, servicios de objetos distribuidos etc.). Además comprende los servicios de bajo nivel del sistema operativo (servicios de enlace con el hardware de procesamiento y almacenamiento, y periféricos) y los servicios de redes (conectividad lógica).
- ✓ **Infraestructura de Comunicación:** Los dispositivos de conectividad propiamente dichos incluyendo todos los diferentes servicios de conectividad.

Tal clasificación se presenta en el marco teórico referido al [TOGAF700] con un mayor nivel de detalle, por lo tanto no será objeto de mayor discusión.

Lo que si vale la pena destacar, y es el propósito fundamental de desarrollar el tema como uno de los elementos centrales de la metodología, es que la existencia misma de un modelo técnico de referencia provee una cadena de valor para un proceso de evaluación tecnológica considerando las siguientes premisas:

1. Los procesos de definición, comparación, evaluación y selección de alternativas tecnológicas deberán estar fundamentados en criterios comunes y preestablecidos de forma neutral.
2. La selección de alternativas tecnológicas deben considerar los altos costos de cambio, y por tanto, hacer énfasis en la sostenibilidad de las soluciones informáticas por largos períodos, tomando en cuenta la rapidez con que las tecnologías maduras e inclusive muchas consideradas de punta se tornan obsoletas.

3. Todas las decisiones tecnológicas realizadas deben ser constatables con soportes veraces y de acceso oportuno. No corresponde simplemente al MTR la función de recopilar información de los productos directamente del vendedor, sino procurar registrar casos de usuarios nacionales y extranjeros de estos productos que puedan proporcionar mayor detalle sobre los mismos (sus debilidades, fortalezas, riesgos, costos adicionales y ahorros).

Tales premisas se cumplen mediante los tres productos básicos que administra el modelo técnico de referencia:

- **Repositorio de Caracterización Tecnológica:** Ofrece una base de conocimiento clasificada alrededor de servicios con el fin de documentar los aspectos más relevantes para la evaluación tecnológica. Tal documentación se realiza en Fichas de Caracterización<sup>‡</sup>(preferentemente en forma electrónica para agilizar su creación, uso y mantenimiento).

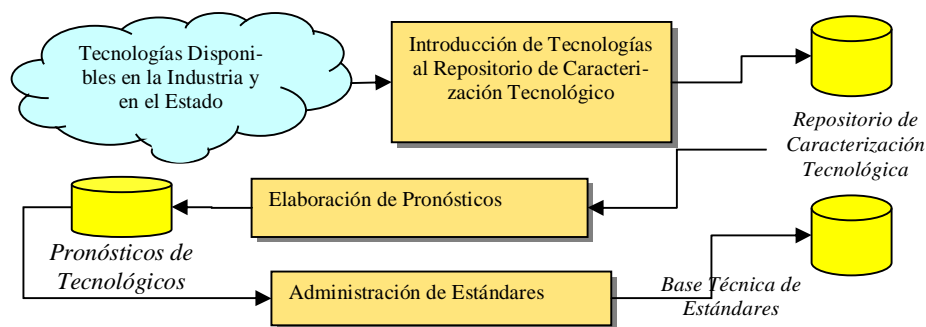
El repositorio de caracterización tecnológica no solo acumula conocimiento sobre tecnologías nuevas con potencial para ser utilizadas en el Estado, sino también registra información sobre tecnologías en uso.

- **Pronósticos Tecnológicos:** Ofrece proyecciones sobre el ciclo de vida de tecnologías (en especial familias de tecnologías) existentes en el Estado, o que de forma oportuna podrían llegar a integrarse dentro de sus plataformas tecnológicas.
- **Base Técnica de Estándares:** Establece obligatoriedad así como recomendaciones sobre estándares tecnológicos, metodológicos y procedimentales convenientes para el exitoso desarrollo y uso de los recursos informáticos del Estado. En ellos se promueve el empleo de tecnologías “abiertas” y la aplicación de mejores prácticas. Dichos estándares cubren:
  - Tecnologías y productos de software, hardware y telecomunicaciones
  - Metodologías, procesos y técnicas de planeación y construcción de soluciones informáticas.
  - Metodologías, técnicas y métricas para la evaluación de los proyectos y productos informáticos.
  - Estándares de calidad en procesos y productos.
  - Estándares de bloques constructivos diseño y de arquitectura (patrones, estilos, arquitecturas de referencia, notas y recomendaciones)

El ciclo de vida de los productos del MTR es el siguiente:

---

<sup>‡</sup> Ver Anexos – Plantillas de Productos Metodológicos: MTR- Fichas de Caracterización



**Figura 6.2-8** – Ciclo de vida de los productos del MTR

Como se puede observar, el ingreso de tecnologías y metodologías en la base técnica de estándares es el proceso más excluyente. Pero surgirá la siguiente interrogante: ¿Qué principios o criterios se deberán tomar en consideración para decidir si es conveniente el ingreso de una tecnología, técnica o metodología a la base técnica de estándares? La respuesta no es única, pero generalmente se elaboran criterios basados en la oportunidad de:

- Fortalecimiento de los principios de interoperatividad (intercambio de datos, comunicación entre procesos, etc.)
- Reutilización de componentes
- Comunicación interinstitucional
- Observancia de la legislación
- Aseguramiento de objetivos de calidad
- Costos de Posesión

Además, el MTR de la Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas (MSPT) considera otros criterios, los cuales son utilizados como instrumentos de evaluación para la toma de decisiones. Estos criterios son de vital importancia, pues son necesarios para la planeación tecnológica arquitectónica y para la planeación tecnológica de proyectos:

- **Criterios Mínimos de Admisión:** Corresponden a criterios generales que deben ser lo suficientemente excluyentes para únicamente permitir la admisión de aquellas tecnologías y metodologías con significativo potencial de implementación al menos en algunas instituciones del Estado. Estos criterios son utilizados de preferencia durante la fase arquitectónica de la MSPT.

Los criterios mínimos de admisión pueden pertenecer a una o varias de las siguientes categorías:

- Compatibilidad e interoperabilidad con tecnologías existentes en el Estado y otras tecnologías de amplio uso en la industria
- Soporte de estándares tecnológicos, arquitectónicos, de diseño y metodológicos



- Significativo soporte (personal técnico capacitado) en el país, o en su defecto, con el potencial para ser adoptado rápidamente como una nueva alternativa a las tecnologías, técnicas o metodologías dominantes
- Esquemas de licenciamiento orientados a costos reducidos, en especial cuando se contemplan implementaciones distribuidas de las tecnologías
- Ciclo de vida con estabilidad considerable, bajos costos de actualización, baja complejidad de actualización
- Escalabilidad
- Ser configurable y ajustable
- Documentación disponible
- La dependencia tecnológica que creará hacia un determinado proveedor, o la reducción de la misma si ya existe dicha dependencia,
- Niveles y/o factores de riesgos, posibles estrategias de mitigación,
- El soporte del proveedor, así como la existencia de grupos de usuarios o de foros de discusión y
- Los términos generales de garantía

Dichos criterios se determinan mediante el consenso de las diversas direcciones informáticas y unidades técnicas del Estado con el fin de que se satisfagan todos los requerimientos mínimos y al mismo tiempo no se excluyan tecnologías que pueden agregar valor a la arquitectura tecnológica gubernamental.

*Ejemplos de criterios mínimos:*

- Tecnologías Abiertas o con soporte integrado a tecnologías abiertas utilizadas en el Estado.
- Tecnologías compatibles con arquitecturas de procesador ampliamente difundidas (como Intel x86)
- Tecnologías que no utilicen esquemas de licenciamiento basado en número de usuarios o el poder de procesamiento (MFLOPS etc.)

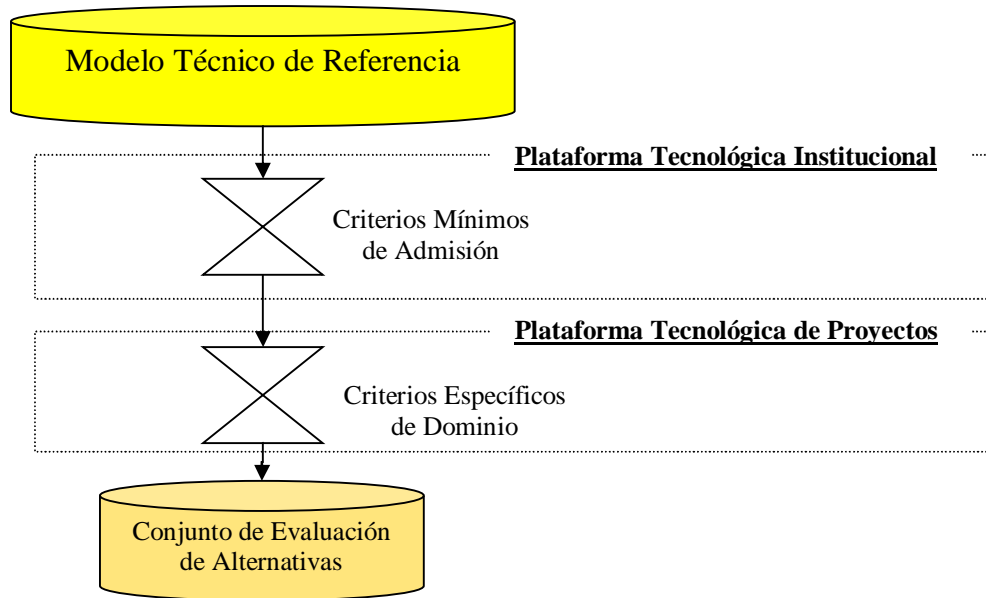
La evaluación de estos criterios mínimos es por lo general poco exigente, y comúnmente se deberían de emplear graduaciones cualitativas (como por ejemplo, *muy compatible* / *algo compatible* / *incompatible* / *N/A*).

Evidentemente existen otras condicionantes tales como necesidades de uso específico o restricciones económicas que pueden obligar a considerar tecnologías que no cumplan con estos criterios mínimos. No obstante, la decisión de la inclusión de tales tecnologías en el MTR y su posible incorporación en operaciones del Estado debe tomar en cuenta siempre los riesgos de omitir criterios:

- Altos costos de integración, de mantenimiento y de migración.

- Insostenibilidad del proyecto por la falta de conocimiento técnico.
  - Ciclos de vida volátil de la tecnología, implicando la obsolescencia súbita.
- **Criterios Específicos de Dominio:** Corresponden a criterios para la clasificación de tecnologías por dominios específicos de aplicabilidad. Estos criterios permiten la evaluación tecnológica en su aplicación a instituciones o áreas con requisitos más específicos. Es importante tomar en cuenta que la arquitectura institucional debería de considerar tres categorías generales para las tecnologías, técnicas y metodologías:
  - *De uso amplio*, es decir, aquellas que pueden ser sujeto de aplicación en sistemas integrados, componentes reutilizables, u otro tipo de sistemas de amplia cobertura a través de muchas instituciones del Estado. Para éstas, los criterios más significativos son la interoperatividad, el potencial para ser altamente configurable, la escalabilidad, los esquemas de licenciamiento muy flexibles, los ciclos de vida muy estables, la facilidad de uso y costos de capacitación relativamente bajos. Otros criterios tales como la confiabilidad y la seguridad también de ser considerados importantes. Estas son características principalmente de metodologías generales de desarrollo, plataformas de sistemas operativos, tecnologías de componentes, tecnologías de intercambio de datos, tecnologías de conectividad, tecnologías estandarizadas de procesamiento, lenguajes de programación y tecnologías de bases de datos.
  - *De uso limitado*, es decir, aquellas para áreas de aplicación específicas, pero que aún requieren cierto nivel de interoperatividad y compatibilidad con otros sistemas. Éstos están ligados a criterios tales como altos niveles de desempeño, niveles de confiabilidad y seguridad altos, compatibilidad, interoperatividad, así como ciclos de vida extensos. Entre estos tipos de sistemas se encuentran metodologías de uso específico, frameworks, componentes de software comerciales, lenguajes de programación de uso específico, mecanismos automáticos etc.
  - *De uso aislado*, es decir aquellas para aplicaciones muy especiales donde la interoperatividad no es prioritaria. En ellas los criterios primarios son tolerancia bajo condiciones extremas, seguridad excesiva, independencia de operación, niveles de desempeño superiores, y garantías del proveedor de amplia cobertura. Su aplicación está restringida a sistemas en tiempo real, sistemas de soporte a la vida, etc.

Aunque muchos de los criterios específicos de dominio son muy similares a los criterios mínimos, en este caso su evaluación debería estar fundamentada principalmente en el tipo de uso (amplio, aislado o limitado). Independientemente de la técnica específica utilizada para evaluar los criterios específicos es necesario considerar que su uso es orientado a las condiciones de proyectos específicos y por tanto, debería ser más rigurosa, dado que a este nivel se cuenta con mayor información sobre los requerimientos de las soluciones finales.



**Figura 6.2-9** – La secuencia lógica de utilización de los criterios tecnológicos del MTR

## **6.2.6. Plataforma Tecnológica de Proyectos**

### **6.2.6.1. Resultados Metodológicos**

Aunque en el caso de los resultados metodológicos de un estudio institucional no se lleva a cabo la selección directa de las plataformas tecnológicas, dichos resultados son un insumo importante para su determinación específica dentro de los proyectos informáticos.

De forma oportuna, se podría establecer una analogía de la relación entre el análisis y el diseño de un sistema y la relación entre la metodología a nivel institucional y a nivel de proyectos. Así, mientras a nivel institucional la metodología pretende identificar las necesidades y requerimientos (análisis) que debe solucionar la informática estatal, a nivel de proyectos la metodología pretende concretizar cuáles plataformas deberán utilizarse para la satisfacción de dichas necesidades (diseño).

Por tanto, se podrá inferir que el principal producto de la metodología en este punto corresponde a la selección definitiva de una plataforma tecnológica para una solución informática. Sin embargo obstante, también existen otros productos de similar importancia, los cuales serán abordados en el resto del contenido.

- ♦ **Arquitectura de Software:** Constituye la organización de los componentes funcionales a nivel macro que representa un plan maestro para el diseño y desarrollo de los productos de software. La arquitectura de software obtenida estará orientada tanto a los servicios que proveen los componentes, como a los requerimientos de calidad establecidos para cada servicio.

Los beneficios que ofrece la definición de una arquitectura de software durante la selección de plataformas tecnológicas son:

- Potencia la reutilización de los componentes arquitectónicos mediante una adecuada planeación y cumplimiento de estándares de estilos y patrones arquitectónicos.
  - Establece pautas para el plan de ejecución del proyecto, priorizando áreas de importancia funcional y áreas de riesgo.
  - Facilita la evolución de los sistemas mediante la adaptabilidad de componentes a nuevos requerimientos, sin afectar significativamente los principios arquitectónicos.
- 
- ♦ **Alternativas y Selección de una Plataforma Tecnológica para un Proyecto:** Constituye la presentación de plataformas tecnológicas factibles, acordes al contexto institucional y tecnológico en que habrán de operar, y el establecimiento final de una plataforma definitiva, con las características más adecuadas no sólo para el proyecto en cuestión, sino en cuanto al desarrollo informático en áreas relacionadas del Estado.

Los beneficios que ofrece este producto son:

- Mejora la calidad de las alternativas expuestas, pues en ellas se reflejan no solo los requerimientos específicos del proyecto, sino la visión organizacional y las restricciones que implica su interrelación con otros sistemas.
- Mejora la calidad de las decisiones resultantes pues aprovecha los insumos metodológicos obtenidos de otras actividades de apoyo, y además considera la aplicación de criterios objetivos de selección.
- Apoya la consistencia e interoperatividad entre sistemas.
- Apoya la reutilización de los componentes entre proyectos dentro del Estado.

### **6.2.6.2.      *Arquitectura Conceptual del Software***

#### **A.            *Introducción a las Plataformas Tecnológicas de Proyecto***

La concepción presentada durante la primera parte de esta metodología es confirmada en esta segunda parte dado que:

- Se retomaron los productos metodológicos generados en la primera parte
- Se continúa con un esfuerzo basado en arquitectura, esta vez con una arquitectura de software
- Se continúa con una visión que apoya la reutilización, el desarrollo iterativo, y la posibilidad de rastreo o auditoría de las decisiones.

No obstante, en esta segunda parte se introducen nuevos conceptos relacionados con un ámbito más específico al ciclo de desarrollo de un proyecto de implementación de software.

Uno de estos nuevos conceptos concierne los puntos de decisión de las tecnologías a implementar. En general, se pueden caracterizar dos de éstos puntos en el desarrollo de software:

1. Durante la concepción (y estudio de factibilidad o pre-análisis) del proyecto informático, donde se establecen pautas de alto nivel en el uso de plataformas tecnológicas
2. Durante el diseño de componentes específicos de software, cuando se cuenta con una arquitectura de software totalmente definida, y se conocen requerimientos con el adecuado nivel de detalle.

A la luz de esta situación, esta metodología no puede hacer caso omiso de la existencia de tales momentos o puntos de decisión, y sin embargo se inclina hacia la planeación inicial de la plataforma tecnológica, definiendo esta como el conjunto de tecnologías, estándares, y su organización (o arquitectura) en adición a las metodologías aplicables.

Una vez decida la plataforma tecnológica, a grandes rasgos y definida la factibilidad global del proyecto, el ciclo de proyecto da inicio y cuando se concluye el análisis y la documentación definitiva de la arquitectura del software, es posible proceder con un diseño durante el cual se realizan decisiones concretas sobre las tecnologías específicas para la implementación de componentes de software.

Por tal razón, esta metodología se limita a proporcionar recomendaciones que permitan asegurar la calidad de las soluciones finales mediante el seguimiento de los principios arquitectónicos asumidos desde la concepción del software.

## **B. *Línea Base para la Evaluación Técnica***

Una comparación requiere del establecimiento de un punto de referencia fundamental para el análisis. Por lo general, en términos técnicos, esta línea base se representa por medio del sistema de información actualmente en operaciones. Sin embargo, para que éste sea válido para comparaciones al nivel propuesto por la metodología, debe cumplir con al menos ciertos criterios entre los cuales están:

1. Se debe poder acceder de forma inmediata a la información siguiente:
  - a. Las funcionalidades que ofrece
  - b. Las limitaciones funcionales
  - c. Las limitaciones técnicas
  - d. Las estadísticas de funcionamiento (bitácoras de operación, de mantenimiento etc.)
2. Debe poseer documentación técnica o bien que el costo y tiempo requerido para documentarlo deben ser mínimos\*. Esto último implica la posibilidad de contar con el apoyo de sus desarrolladores y un acceso adecuado al sistema para pruebas en tiempos de ejecución, revisiones de código fuente etc. Sin embargo, se tendrá que tomar en cuenta la calidad y el costo de la documentación generada a partir de las entrevistas con los desarrolladores, el costo de uso de herramientas, etc.
3. Debe contar con un riguroso control de versiones. No es válido realizar la evaluación de un sistema para el cual existen versiones distintas dentro de la institución.

En caso contrario, el establecimiento de una línea base deberá ser postergado hasta que se cuente con una alternativa propuesta que satisfaga lo siguiente:

- ❑ Que tenga cobertura total del alcance del proyecto
- ❑ Que no sea una solución comercial (pues no refleja requerimientos funcionales y tecnológicos a la medida)

---

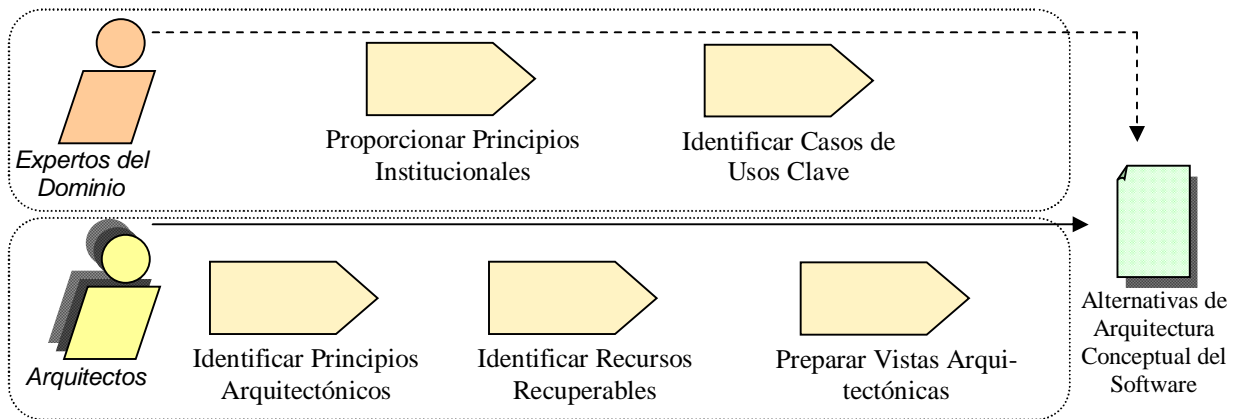
\* La MSPT está orientada hacia sistemas relativamente grandes, y por tanto, la documentación de tales sistemas requiere en general esfuerzos excesivos.

- ❑ Que se cumpla con las restricciones técnicas (como un mínimo el MTR<sup>†</sup>) y económicas (techo de inversión).

Todo esto debe cumplirse a cabalidad pues la línea base debe proveer suficiente información para realizar una evaluación comparativa en los siguientes aspectos abordados por la MSPT:

- ❑ El cumplimiento de funcionalidades prioritarias
- ❑ Los atributos de calidad de su arquitectura
- ❑ Los requerimientos de gestión (requerimientos materiales, tecnológicos, metodológicos)
- ❑ Los requerimientos económicos
- ❑ Los riesgos técnicos, tecnológicos, económicos y financieros

### C. *Arquitectura Conceptual de Software*



**Esquema 6.2.6-1**– Actividades Generales en la elaboración de una Arquitectura Conceptual de Software

El desarrollo temprano de una arquitectura conceptual permite definir los principales componentes arquitectónicos y conexiones arquitectónicas que se necesitan implementar mediante tecnología. La razón de ser de ello consiste en que la construcción de alternativas de plataformas tecnológicas debe estar fundamentada en aspectos más concretos que una visión simplista del software basada en DBMS, software de lógica del negocio, y software de interfaz del usuario final. Aunque tal visión puede ser satisfactoria para pequeños proyectos de software, los sistemas de información del Estado requieren de productos de software cuya plataforma tecnológica corresponda satisfactoriamente con los requerimientos de calidad y funcionalidad y que a la vez satisfaga las restricciones económicas.

<sup>†</sup> Modelo Técnico de Referencia pertinente al proceso de Arquitectura Institucional

No obstante, es evidente que la arquitectura final del software estará necesariamente definida en una etapa posterior del proyecto, y no durante el pre-análisis. Sin embargo, la arquitectura conceptual deberá ser definida de una forma suficientemente flexible para dar lugar a una evolución controlada hacia la arquitectura final.

Las recomendaciones que esta propuesta metodológica hace respecto a la descripción arquitectónica están profundamente ligadas con el modelo que se conoce como Modelo 4+1 Vistas. Este modelo ha sido brevemente explicado en el marco teórico, y es indiscutible su flexibilidad y compatibilidad con estándares como el UML. Inclusive, el Proceso Unificado de Rational (RUP) hace uso extensivo de este modelo para el desarrollo de su arquitectura de software.

Lo importante de ello es que el RUP es un proceso iterativo y concibe la elaboración de la arquitectura de software dentro de un paradigma en espiral. Además, por vincular todas sus fases y flujos a esta arquitectura, el RUP aprovecha esta arquitectura para servir como contrato para garantizar la coherencia de la construcción. Es decir, que el RUP sugiere que es posible concebir una definición iterativa e incremental de la arquitectura del software, y por tanto, valida la posibilidad de crear una arquitectura conceptual con un conocimiento inicial limitado de los requerimientos del software a construir.

Ello implica que temprano en la concepción de un proyecto de software, es necesario identificar requerimientos de forma selectiva y eficiente con el fin de asegurar que durante el ciclo de desarrollo, se pueda proporcionar continuidad a los conceptos plasmados en este primer esfuerzo arquitectural.

En esa dirección, esta metodología indica los siguientes pasos para la construcción de una alternativa de la arquitectura conceptual:

1. Definición de Principios Institucionales de la Arquitectura del Software: Todas las alternativas de arquitectura de software concebidas deberán satisfacer la visión estratégica proporcionada por la Arquitectura Institucional y a la vez, atender las necesidades básicas del dominio del proyecto. Así, los principios institucionales deben proporcionar un enlace en ambas direcciones planteando en general los siguientes aspectos:
  - Las porciones de la arquitectura de datos, de aplicaciones y de tecnología, hacia las cuales se deberá enfocar la arquitectura del software.
  - Las funciones generales que deberá satisfacer el sistema
  - Las restricciones técnicas (implícitas en el MTR y explícitamente declaradas por los interesados institucionales del dominio específico del sistema)
  - Las restricciones de integración impuestas por la arquitectura tecnológica (es decir los tipos de interfaces de integración de deseables)



- Las restricciones económicas, tanto aquellas enfocadas desde el punto de vista del plan de transición, es decir, en un plan estratégico de inversiones en informática a nivel del Estado, como las restricciones específicas impuestas en el marco de desarrollo e implementación de la solución informática (modalidades y condiciones de préstamo, desembolsos, etc.)

La concepción de una alternativa de arquitectura basada fundamentalmente en estos principios institucionales hace que sea posible la persistencia de los conceptos básicos de arquitectura en sus posteriores versiones de mejoras durante el ciclo de desarrollo como tal.

2. Identificación y Documentación de Escenarios de Usos<sup>‡</sup> Claves: Todas las alternativas de arquitectura conceptual deben satisfacer requerimientos funcionales y de calidad prioritarios para los beneficiarios institucionales. Para ello es necesario explicar a los expertos del dominio el propósito fundamental del descubrimiento de escenarios, y los criterios básicos para la selección de estos escenarios de uso.

A continuación se presenta una serie de criterios aplicables para la identificación de escenarios de uso claves para la construcción de arquitecturas:

- ¿El escenario de uso en cuestión es vital para la coherencia global del sistema?
  - ¿El escenario implica el uso de rasgos<sup>§</sup> especiales que tienen un impacto significativo en la arquitectura del software (en aspectos tales como requerimientos de distribución, interfaces con el usuario, interfaces con sistemas especiales etc.)?
  - ¿La posible implementación del escenario implica significativos riesgos tecnológicos?
  - Estos criterios deben ser considerados tanto por los expertos del dominio como por el arquitecto que guía el proceso de constructivo.
3. Identificar Arquitecturas de Referencia y Principios Arquitectónicos: A la luz de las actuales prácticas de arquitectura de software en el Estado, y considerando los principios y estándares establecidos por la arquitectura institucional, se identifican patrones y estilos arquitectónicos reutilizables en congruencia con los escenarios y rasgos presentados.

Tales arquitecturas de referencia deben ser aprobadas por los estándares proporcionados por el Modelo Técnico de Referencia (MTR), y las restricciones identi-

---

<sup>‡</sup> Los cuales son expresados en términos de Casos de Uso (establecido en la selección de instrumentos)

<sup>§</sup> Rasgos (tr. del inglés *features*): Son características de alto nivel con que debe cumplir el sistema para poder proporcionar beneficios a sus usuarios.

ficadas mediante los casos de uso claves. Es decir, que en general existen dos fuentes principales para obtener arquitecturas de referencia:

- Estilos y patrones arquitectónicos de sistemas existentes en el Estado<sup>\*\*</sup>
  - Estilos y patrones arquitectónicos difundidos en la industria
4. Identificar Recursos Recuperables: Considerando la arquitectura resultante, es posible contemplar la reutilización de componentes de hardware y software preexistentes, ya sea a modo de recurso compartido con un sistema heredado, o bien como un recurso transferido al nuevo sistema para el cual se diseña la arquitectura (factible en caso de que el sistema heredado deba ser reemplazado).

Definitivamente, muchos de los patrones arquitectónicos extraídos de arquitecturas de referencias existentes en el Estado, pueden igualmente aprovechar los componentes tecnológicos con que actualmente se implementan dentro de sistemas existentes. Ello conlleva a la definición de una filosofía alrededor de la reutilización de arquitecturas de software, lo cual es sugerido por el modelo TOGAF referido en el marco teórico:

- Primero, es necesario identificar principios arquitectónicos (arquitecturas de referencia, patrones y estilos arquitectónicos)
- Luego, es posible identificar componentes tecnológicos reutilizables, si estos están disponibles para su uso en un nuevo sistema.

Estos componentes tecnológicos deberán luego ser evaluados previos a su asignación definitiva al proyecto de software. No obstante, antes de una evaluación en términos de plataforma tecnológica, deberá realizarse una evaluación preliminar en un contexto meramente arquitectónico, considerando las restricciones en términos de atributos de calidad que impone su uso y tomando en cuenta desde luego si el componente será compartido o solo transferido.

5. Documentar las vistas restantes del modelo arquitectónico: Puesto que ya se cuenta con una definición inicial de casos de uso, es necesario orientarse ahora a derivar las otras vistas arquitecturales, que por supuesto se conciben a partir de los principios arquitectónicos planteados en el paso tres. Tanto los patrones, estilos o arquitecturas de referencia proporcionan los siguientes elementos necesarios para la creación de las subsecuentes vistas:
- **Componentes**: Que representan unidades lógicas que provee distintos servicios conceptuales en el nivel arquitectónico (captura, procesamiento, distribución o almacenamiento de información)

---

<sup>\*\*</sup> Está más allá del alcance de este estudio el proporcionar técnicas para la identificación y documentación de patrones dentro de sistemas existentes.

- **Interconexiones:** Representan los enlaces entre las unidades lógicas descritas anteriormente y describen sus relaciones estructurales y funcionales.
- **Comportamientos:** Reflejan las abstracciones de uso de las estructuras de componentes e interconexiones para responder a necesidades generales bajo condiciones del entorno de ejecución previamente especificadas.

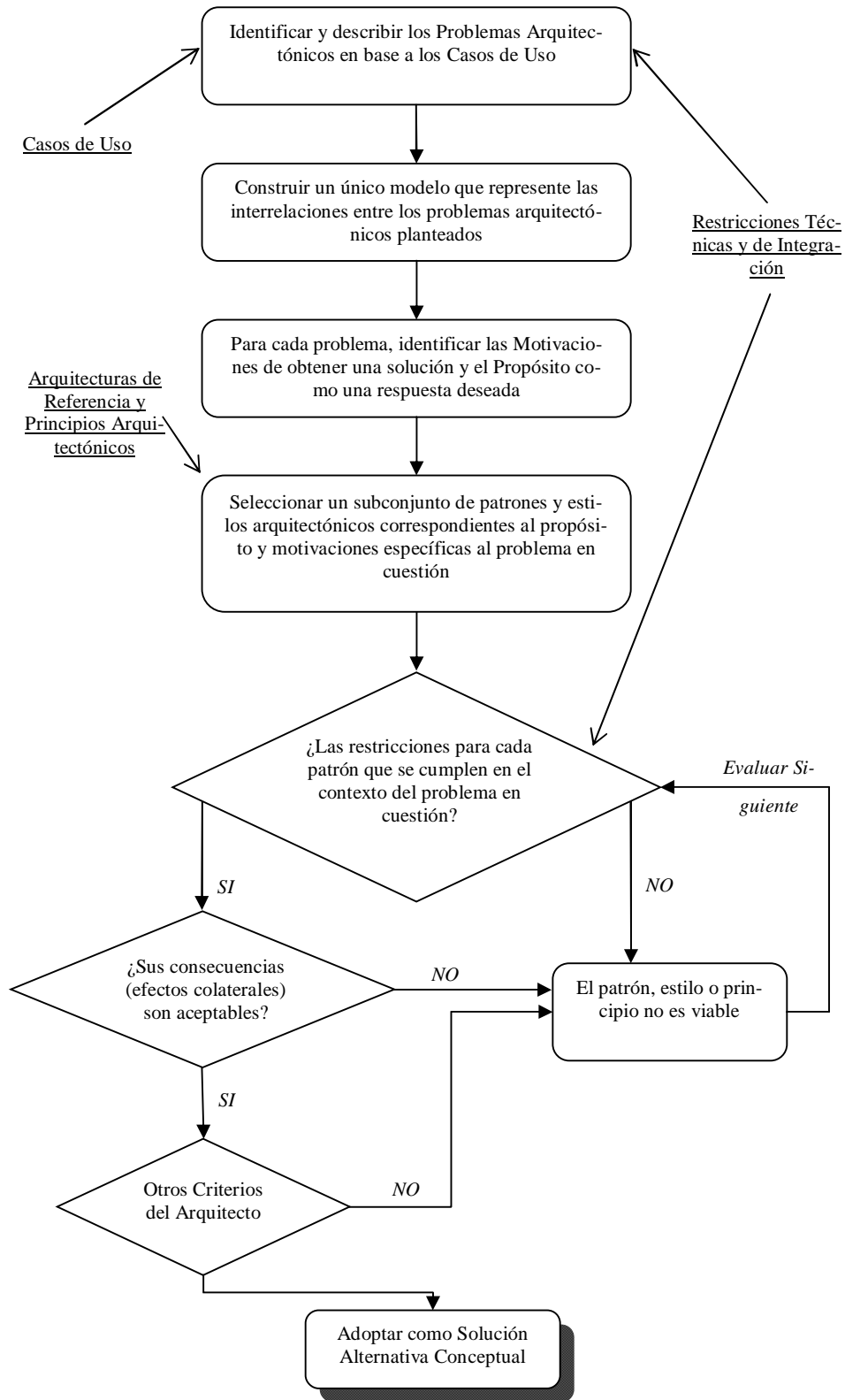
El arquitecto deberá ser capaz de proporcionar su propio criterio, basándose en la experiencia propia y en la documentación adjunta de los patrones, estilos y arquitecturas de referencia, apoyándose fundamentalmente en la siguiente estructura de pensamiento<sup>††</sup> para la selección de patrones:

- **Motivaciones:** Los problemas arquitectónicos que promueven el establecimiento de un subconjunto de patrones y estilos arquitectónicos muy similares en cuanto a su contexto.
- **Propósito:** Una respuesta arquitectónica deseable como solución a los problemas planteados
- **Restricciones:** Características específicas del contexto que son preclusivas en el uso de un patrón o estilo arquitectónico.
- **Consecuencias:** Efectos colaterales resultantes de la adopción de un patrón arquitectónico específico. Estas deben ser traducidas en términos de atributos de calidad mediante una valuación cualitativa.

Tomando como origen esta estructura, esta metodología propone una lógica de construcción representada en el siguiente flujo:

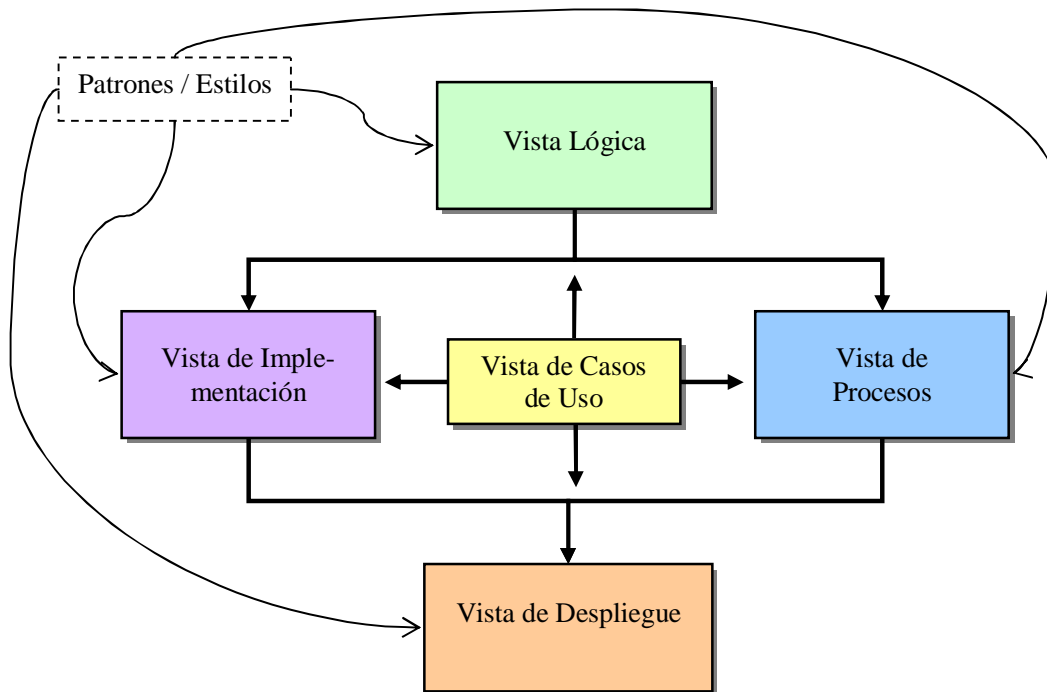
---

<sup>††</sup> Esta estructura se utiliza en mucha de la bibliografía consultada incluyendo [GAMMA94] y [SUN2001], y es recomendada para la documentación de arquitecturas, estilos y patrones arquitectónicos y de diseño en el Estado.



**Figura 6.2-10** – Flujo de Decisiones para la Selección de un Patrón/Estilo Arquitectónico factible

Igualmente, es necesario conocer de qué manera aplicar las soluciones proporcionadas por patrones, estilos arquitectónicos y arquitecturas de referencia a la construcción de las vistas arquitectónicas restantes. La Figura 6.2-11 muestra flujos de información entre los diferentes elementos participantes en la elaboración de las vistas para la arquitectura conceptual.



**Figura 6.2-11** – Relaciones Constructivas para las vistas del Modelo 4+1

Ha de notarse que existen flujos desde los patrones/estilos arquitectónicos hacia las cuatro vistas arquitectónicas principales, lo que implica que todo principio arquitectónico (sea este un patrón, estilo o arquitectura de referencia) debe proporcionar al menos principios técnicos fundamentales para el esbozo de cada vista. También es posible identificar flujos entre las cuatro cinco vistas, tomando en cuenta siempre que la vista de casos de uso es la directriz constructiva principal. Estos flujos implican que las vistas del modelo 4+1 deben construirse en una secuencia lógica considerando los flujos anteriormente representados – primero, la vista lógica, luego la de procesos y de implementación y finalmente la de despliegue –.

Debe de considerarse también que el nivel de detalle al que debe de especificarse cada vista debería de ser limitado pues:

- No se cuentan con casos de uso completamente desarrollados y validados, pues se encuentra apenas en una etapa de pre-análisis y por tanto no se cuenta con la información suficiente para proporcionar detalles arquitectónicos específicos.
- La arquitectura conceptual deberá ser útil, no solo para obtener el principal producto de esta metodología (la plataforma tecnológica del proyecto) sino como ba-

se para la arquitectura de software definitiva, y por tanto no debe sustentarse excesivamente en supuestos que pueden reducir significativamente su validez.

- Aún no se han especificado componentes tecnológicos, lo cual corresponde a otra etapa de esta metodología, y por tanto, las vistas de implementación y de despliegue deberían permanecer como bosquejos conceptuales.

Así, esta metodología formula ciertas recomendaciones en la constitución de cada vista del Modelo 4+1 para la arquitectura conceptual de software:

1. Para la vista lógica se debería representar únicamente la organización de paquetes y las clases y entidades participantes más importantes para la solución de los problemas generales planteados para la arquitectura. Las relaciones entre paquetes y clases, así como la comunicación entre clases (para los diagramas de interacción) deberían reflejarse en este momento únicamente a niveles muy agregados.
2. Para la vista de procesos (la cual sólo se deberá incluir en caso de sistemas que requieran procesos concurrentes y/o procesamiento distribuido) se deberán representar los procesos e hilos a un nivel altamente agregado – a lo que se refiere la metodología RUP como *heavyweight processes*–, es decir únicamente al nivel necesario para su comprensión inicial.
3. Para la vista de implementación se deberá reflejar solamente un refinamiento mínimo de la vista lógica orientado a proponer una visión de los subsistemas (o paquetes) en capas y jerarquías, buscando identificar fuentes de reutilización, y para sistemas muy grandes, módulos funcionales entregables en distintas fases.
4. Para la vista de despliegue se debe proponer un nivel muy abstracto, en donde se resuelvan los problemas de instalación y de operación reflejados en la vista de procesos (conurrencia y distribución) y de implementación (encapsulamiento de funcionalidades y capas lógicas).

#### ***D. Evaluación de las alternativas de Arquitectura Conceptual***

Con la elaboración de la arquitectura conceptual quedan reflejados los requerimientos estructurales de alto nivel que deben plasmarse en el sistema. Sin embargo, su validez no ha sido comprobada, lo cual no se puede realizar sin la participación directa de los interesados institucionales (expertos del dominio, usuarios finales etc., personal ejecutivo a cargo del proyecto). Para ello, esta metodología recurre al método ATAM referido en el marco teórico.

Cabe señalar, que el procedimiento propuesto para la elaboración de la arquitectura conceptual está igualmente ligado al ATAM en varios aspectos tales como:

1. La concepción de una arquitectura que toma en cuenta los principios generales del entorno

2. El uso de escenarios prioritarios como base fundamental de la arquitectura del software
3. La aplicación de enfoques arquitectónicos (patrones, estilos y arquitecturas de referencia) tomando en cuenta sus consecuencias como efectos en los atributos de calidad

Por tanto, es de esperar que el resultado de análisis arquitectónico sea muy positivo y relativamente más fácil de aplicar debido a la coherencia entre la técnica constructiva y evaluativa.

Este análisis, sin embargo, deberá estar sujeto a ciertas restricciones debido a la limitada condición en la que se encontrará la arquitectura de software hasta el momento. Es importante indicar que el ATAM ha sido concebido para tratar esencialmente con arquitecturas de software completas, en contraste al estado parcial de una arquitectura conceptual que aquí se estudia. Así se procurará operar con el ATAM observando las siguientes restricciones:

1. Los casos de uso considerados en la evaluación deberán ser identificados nuevamente por los expertos del dominio, permitiendo considerar algunos casos de uso adicionales que no hayan sido considerados durante la construcción de una alternativa de arquitectura conceptual
2. Las consideraciones de precisión numérica en cuanto al desempeño, confiabilidad o escalabilidad deben ser realizadas en base a estimados del arquitecto, pues aún no se cuenta con una plataforma tecnológica ni con especificaciones precisas de la concurrencia y de la distribución.
3. La orientación del proceso de análisis deberá ser hacia la validación de los supuestos hechos durante la construcción de una arquitectura conceptual, y aunque las salidas del ATAM (puntos de ponderación, puntos de sensibilidad y riesgos) puedan ser valiosas para otros aspectos del proyecto, su significado primordial será el de la validación de los enfoques arquitectónicos, ya sea para la reformulación de la alternativa de arquitectura conceptual o para su adopción definitiva para la siguiente etapa del esfuerzo metodológico.

Con esto se asume que se reanudará el esfuerzo evaluativo del ATAM durante el ciclo de desarrollo del software, cuando ya se cuente con una arquitectura definitiva que posea el nivel suficiente de detalle, pudiendo entonces confirmar el rigor con el que se llevó a cabo esta primer actividad constructiva/evaluativo.

### **6.2.6.3. Alternativas Tecnológicas y Evaluación Técnica**

#### **A. Precalificación Tecnológica**

Durante la evaluación tecnológica se deben considerar distintas familias de tecnologías y estándares tecnológicos. No obstante, también existen otras tecnologías, que debido a su

significativa discordancia con las alternativas de arquitectura conceptual y los requerimientos adjuntos, deberán ser excluidas del conjunto de tecnologías evaluables. Para lograr dar cumplimiento a esta fase de precalificación mediante eliminación se aplican algunos criterios, tal como siguen:

1. En el Conjunto de Tecnologías Evaluables sólo se deben considerar tecnologías o familias de tecnologías que presenten soporte explícito o implícito a los estilos o patrones utilizados por cada alternativa de la Arquitectura Conceptual (se debe crear un conjunto de tecnologías evaluables por separado para cada alternativa de arquitectura conceptual, con el fin de reducir el número de configuraciones no factibles)
2. En el Conjunto de Tecnologías Evaluables sólo se deben considerar tecnologías o familias de tecnologías congruentes con las dimensiones de las aplicaciones o sistemas objetivos. Aquí se deben tomar en cuenta los siguientes elementos entre otros:
  - Congruencia en el Volumen de Datos a Almacenar, Procesar y Transmitir.
  - Congruencia en los Tiempos de Respuesta Requeridos
  - Congruencia con el Número de Usuarios Actuales
  - Congruencia con los requerimientos de distribución física de los recursos (WAN, MAN, LAN)
  - Congruencia con el nivel de escalabilidad esperado
3. En el Conjunto de Tecnologías Evaluables sólo se deben considerar tecnologías o familias de tecnologías que igualen y excedan los requerimientos de confiabilidad, integridad y seguridad de los sistemas para los cuales servirán de soporte. Para ello se deben considerar:
  - Que las tecnologías tengan índices de fiabilidad<sup>††</sup> superiores a los requeridos. Esta evaluación también se logra consistentemente por medio de métricas ampliamente utilizadas como el MTBF<sup>§§</sup>. Sin embargo, cuando esta información no se haya disponible para una tecnología en particular, es posible obtener resultados de estadísticas tecnológicas manejadas por el Modelo Técnico de Referencia.
  - Que las tecnologías satisfagan por si mismas o soporten flexiblemente con el apoyo de otras tecnologías los requerimientos de seguridad correspondientes.
  - Que las tecnologías satisfagan al menos el nivel de integridad requerido por los datos, considerando el volumen de datos, los tiempos de actividad, los mecanismos de transacción, las probables causas de paro y catástrofes, y los mecanismos de recuperación de tales fallos.

---

<sup>††</sup>Índice de Fiabilidad: La probabilidad de que un recurso no falle durante su vida útil

<sup>§§</sup> MTBF: Tiempo Medio Entre Fallos



- Que las tecnologías sean compatibles con los modelos de seguridad, confiabilidad e integridad a nivel macro de la Arquitectura Conceptual. Así pues, si la arquitectura hace uso de estrategias o patrones para el incremento de la seguridad, confiabilidad e integridad, las tecnologías involucradas deberían servir de apoyo a dichos mecanismos arquitectónicos.

La evaluación de estos criterios para la determinación del Conjunto de Tecnologías Evaluables se puede realizar utilizando una herramienta tan simple como una lista de verificación tal como se presenta a continuación:

PRECALIFICACIÓN TECNOLÓGICA – HOJA DE VERIFICACIÓN		
<b>Nombre de la Tecnología o Familia de Tecnologías:</b>		
<b>Fecha de Evaluación:</b>		
CRITERIOS	EVALUACIÓN	
	SATISFACTORIO	INSATISFACTORIO
<b>Soporte a Patrones y Estilos Arquitectónicos</b>		
<i>Modelo Vista Controlador</i>		
<i>Conectores de Middleware</i>		
<i>Balanceo de Carga</i>		
TOTAL.....		
<b>Congruencia con las Dimensiones de la Solución</b>		
<i>Volumen de Datos a Almacenar (~100GB)</i>		
<i>Volumen de Datos a Procesar</i>		
<i>(~0.75 Gb/Día)</i>		
<i>Número de Usuarios (115 Usuarios)</i>		
<i>Tiempos de Respuesta (~212ms)</i>		
<i>Soporte de Distribución (WAN-Internet)</i>		
TOTAL.....		
<b>Soporte de los Requerimientos de Confiabilidad, Seguridad e Integridad</b>		
MTBF		
Probabilidad de Fallos		
Mecanismos de Seguridad Propios		
Soporte de Mecanismos de Seguridad Complementarios		
Soporte del Modelo de Seguridad Arquitectónico		
Soporte del Modelo de Confiabilidad e Integridad Arquitectónico		
TOTAL.....		
<b>RESULTADOS FINALES.....</b>		
<b>Nota:</b> El uso de la hoja de verificación consiste en marcar con una X en la fila del criterio a evaluar, dentro de la casilla correspondiente al nivel de satisfacción que ofrece la tecnología o familia de tecnologías en cuestión a ese criterio. Se deberá de omitir la evaluación de un criterio sólo cuando la tecnología no esté supuesta a considerar ése elemento para su implementación.		

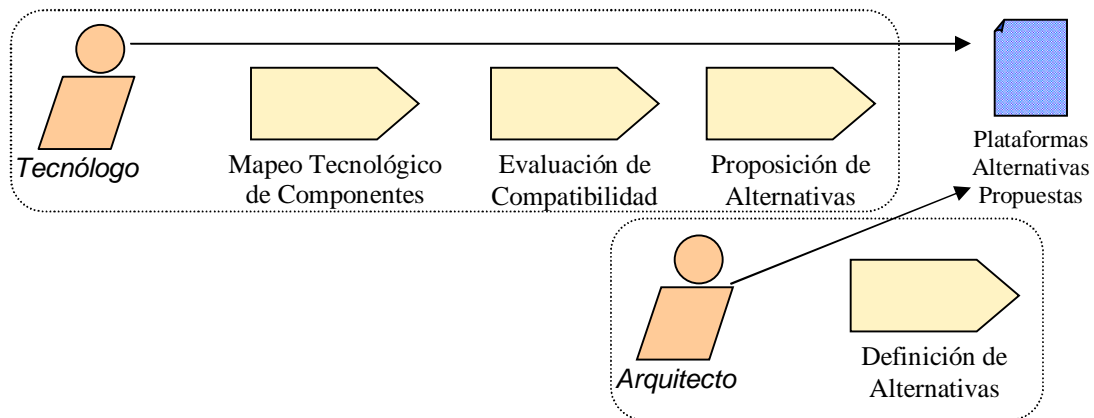
**Tabla 6.2-3** – Ejemplo de una Hoja de Verificación para la precalificación de tecnologías dentro de un conjunto de tecnologías evaluables

De forma pertinente, se habrá de definir con certeza cuáles criterios han de agregarse y cuáles han de excluirse, sin desvirtuar el hecho de que es una tarea de precalificación y no precisará del nivel de detalle al que estará sujeta la evaluación exhaustiva de las alternativas de plataformas. También es importante indicar que dependiendo las dimensiones del proyecto, se podrá complementar la hoja de verificación con documentación de argumentos de soporte, de forma tal que se puedan fundamentar las decisiones pertinentes a ésta actividad.

Cabe señalar que en términos generales, puesto que no es posible el conocimiento detallado sobre los requerimientos de calidad de la solución en el momento de la evaluación metodológica, se necesita que el grupo evaluador tenga experiencia en proyectos similares para la ejecución de ésta tarea. No obstante, las técnicas de construcción y evaluación de la arquitectura conceptual proveen herramientas para determinar la importancia relativa de estos requerimientos mediante:

- Un árbol de utilidad que representa pesos relativos para los atributos de calidad correspondiente a los componentes de la arquitectura conceptual
- Un conjunto de escenarios de uso que son indicativos de los requisitos de calidad prioritarios (mediante la priorización de estos escenarios y de los atributos de calidad asociados)

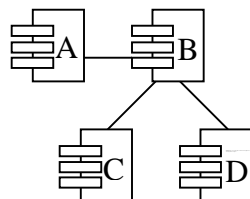
### B. *Conformación de Alternativas Tecnológicas Factibles*



**Esquema 6.2.6-2**– Tareas durante la Conformación de Alternativas Tecnológicas Factibles

Una vez que se ha definido el Conjunto de Tecnologías Evaluables, es necesario especificar las alternativas de plataformas tecnológicas que han de ser evaluadas. Dichas alternativas deberán en primera instancia ser capaces de implementar los componentes estructurales y funcionales de la alternativa de arquitectura conceptual .

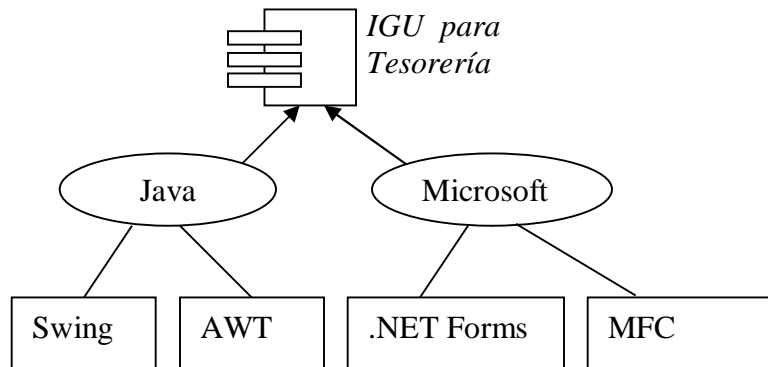
#### PASO I – Mapeo Tecnológico de Componentes:



**Figura 6.2-12** – Ejemplo de la vista de implementación de una Arquitectura Conceptual

Por ello, el primer paso a realizar durante ésta actividad es el mapeo de cada componente arquitectónico \*\*\* a las tecnologías alternativas específicas que pueden implementarle. Dichas tecnologías se extraen del Conjunto de Tecnologías Evaluables. Por ejemplo, en el caso de implementar un componente de Interfaz Gráfica de Usuario de Ventas, se pueden proponer Formularios de Visual Basic, Interfaces con MFC/Visual C++, Ventanas con Swing, y Ventanas con AWT. La representación de ésta tarea puede realizarse mediante listados o árboles, siendo éstos últimos más convenientes en el caso de familias de tecnologías, pues permiten identificar la pertinencia de una tecnología a la familia correspondiente.

También, es importante hace alusión a las situaciones en que se han detectado recursos tecnológicos recuperables. Una vez validados estos recursos a través de Modelo Técnico de Referencia, es importante incorporarlos en los Árboles de Mapeo de los componentes arquitectónicos correspondientes con el propósito de tomarlos en cuenta en la creación de alternativas factibles.



**Figura 6.2-13** – Ejemplo de un Árbol de Mapeo para la asignación Componente -Tecnología

### PASO II – Análisis de Compatibilidad:

El siguiente paso a llevar a cabo es la evaluación de la Compatibilidad entre las tecnologías asignadas a los distintos componentes. Para ello sólo se debe considerar en éste momento la compatibilidad entre componentes adyacentes – aquellos que se comunican directamente – realizando la evaluación entre pares de tecnologías. Durante ésta evaluación se consideran los siguientes criterios:

- Si las tecnologías pertenecen a una misma familia, se deduce que tienen un alto nivel de integración.

---

\*\*\* Los Componentes Arquitectónicos referidos aquí corresponden a todos los elementos estructurales contenidos en las vistas de Implementación (para tecnologías de software) y opcionalmente de Despliegue o Distribución (para tecnologías de Hardware, aunque estas son directamente abordadas en esta metodología) de la Arquitectura Conceptual. No se confunda el término Componente Arquitectónico con el término Componente utilizado en la notación UML.

- Si las tecnologías documentan de forma explícita y detallada la compatibilidad entre ellas, se deberá considerar como compatibilidad moderada.
- Si las tecnologías proveen mínimo soporte para tecnologías estándares o estandarizadas que de alguna forma aseguren cierta compatibilidad, se considerará como compatibilidad mínima.
- De otra manera, si las tecnologías no cumplen con los criterios anteriores, se deberá considerar como compatibilidad nula.

Por lo general, la evaluación de estos criterios puede basarse en la documentación técnica del fabricante u hojas de revisión elaboradas por terceros. Un mecanismo de medición adicional es la ejecución de Pruebas de Compatibilidad, tarea que se realiza para proveer un criterio más confiable y preciso de categorización. Para esto, los tecnólogos pueden hacer uso de listas de verificación, así como de herramientas automatizadas específicas para éste propósito.

Frecuentemente, el análisis de compatibilidad entre tecnologías se vuelve una tarea repetitiva de proyecto a proyecto. Por ello, los tecnólogos se deben valer del Modelo Técnico de Referencia en el cual se compile la documentación del análisis de compatibilidad. Cada vez que se requiera conocer el nivel de compatibilidad entre tecnologías durante la gestión metodológica se puede utilizar la información del MTR, reduciendo el tiempo y costo de ésta tarea.

Para resumir los resultados del análisis de compatibilidad se utilizan matrices de compatibilidad por adyacencia. Para ello se dispone en la cabecera de las columnas las tecnologías que pueden implementar uno de los componentes, y en la cabecera de las filas las tecnologías que pueden implementar el componente adyacente al mismo. En el entrecruce de Columna-Fila (Tecnología vs. Tecnología) se indica el Nivel de Compatibilidad que se ha determinado entre ese par de tecnologías específicas. En la matriz de la Figura 6.2-14 se nota que la compatibilidad entre T01 y T11 es Alta mientras que entre T03 y T12 es nula.

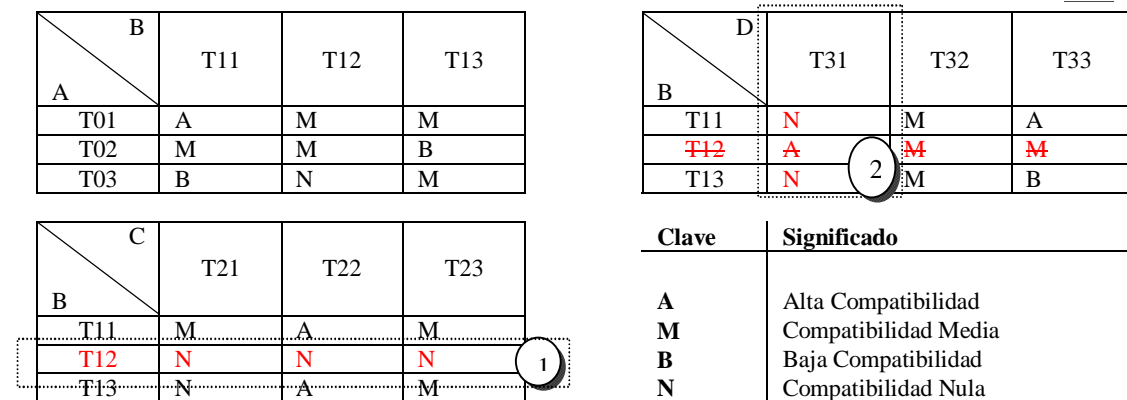


Figura 6.2-14 – Matrices de Adyacencia para la Arquitectura Conceptual de la Figura 6.2-12

### PASO III – Eliminación de Tecnologías No Factibles:

Una vez construida las matrices de Compatibilidad por Adyacencia, es necesario aprovechar los resultados del análisis de compatibilidad, eliminando del Conjunto de Tecnologías Evaluables, cada tecnología incompatible con todas las tecnologías de un componente adyacente. El Algoritmo para el proceso de eliminación es el siguiente:

1. Identificar filas o columnas de cada matriz cuyo nivel de compatibilidad no supera el de incompatibilidad nula. Puesto que ésta tecnología no permite el enlace entre componentes adyacentes, se catalogará como No Factible. Si no se identifica ni una sola tecnología No Factible, se debe concluir el proceso de eliminación.
2. Cada Tecnología No Factible deberá ser eliminada del Conjunto de Tecnologías Evaluables, así como las filas o columnas correspondientes a ella en las matrices de compatibilidad.
3. Una vez que se han eliminado algunas filas o columnas bajo el criterio de No Factibilidad, puede que se revelen otras filas o columnas que determinen que otras tecnologías serán No Factibles. Por ello se deberá retornar al paso (1) de éste algoritmo.

Para ilustrar, al aplicar el paso 1 del algoritmo a las matrices de la Figura 6.2-14, la Tecnología “T12” que puede implementar al componente B, es incompatible totalmente con cualquiera de las tecnologías que pueden implementar al componente C, siendo B adyacente a C. Por tanto, la Tecnología “T12” es No Factible, y deberá ser eliminada del Conjunto de Tecnologías Evaluables (aplicando ahora el paso 2), y deberán ser eliminadas igualmente las filas y columnas que lleven como cabecera a T12 para implementar B.

Pero también, nótese en el ejemplo, que al eliminar la tecnología T12, la tecnología T31 (aplicada al Componente D) es No Factible, pues no es compatible con ninguna de las tecnologías restantes que pueden implementar B(es decir, T11 y T13). Por tanto También se elimina del Conjunto de Tecnologías Evaluables, al hacer una nueva iteración del algoritmo. Y se deberá continuar ejecutando el algoritmo, hasta cumplir con la condición de parada en el Paso 1, es decir, que ya no se puedan identificar más tecnologías No Factibles.

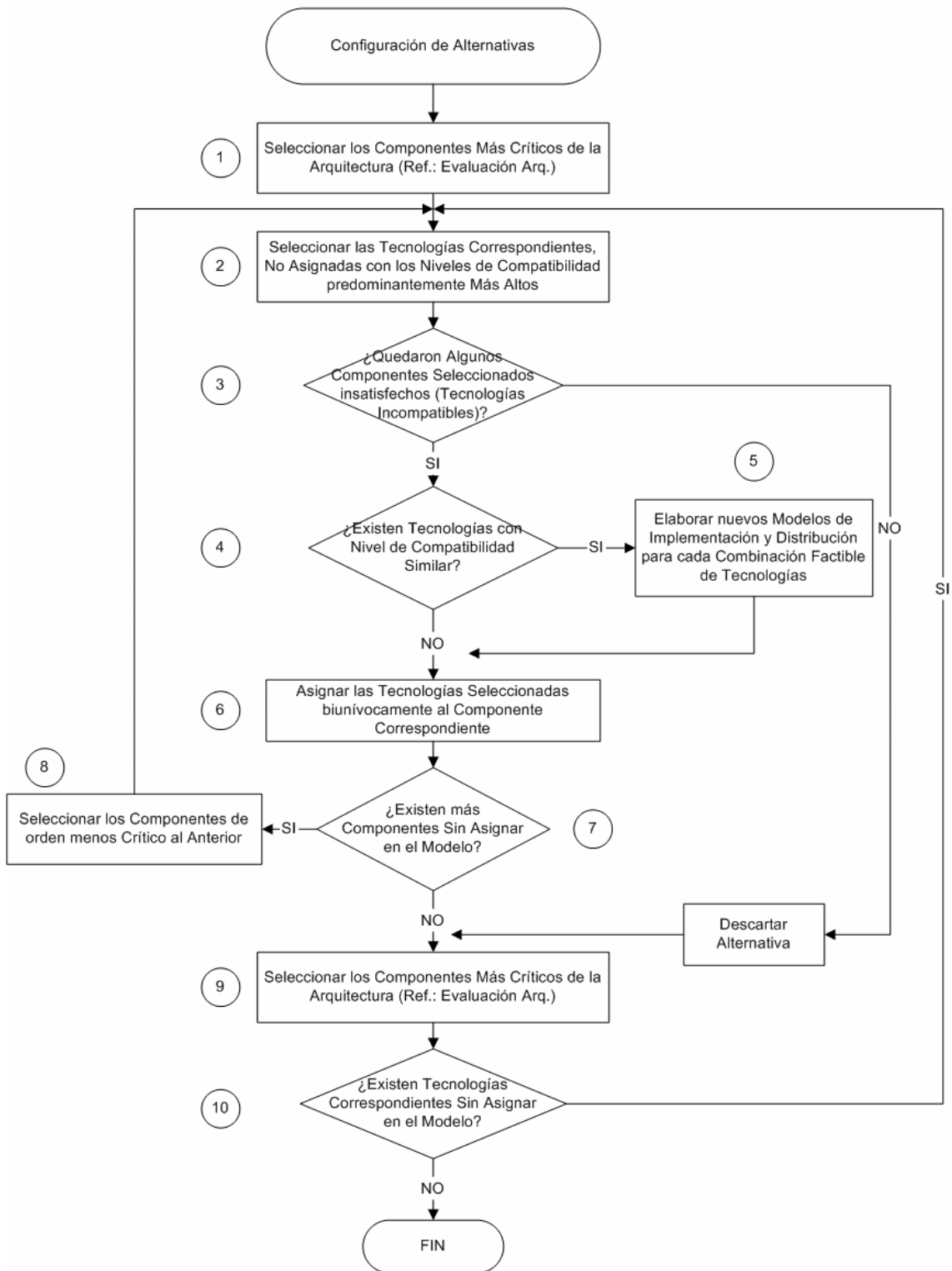


Figura 6.2-15 – Procedimiento para la Configuración de Alternativas

#### PASO IV – Proposición de Alternativas:

Dada la consumación del análisis de compatibilidad entre las distintas tecnologías posibles, se podrá iniciar con la configuración tecnológica de las alternativas. Para ésta tarea los tecnólogos tendrán que realizar la asignación biunívoca de tecnologías a cada componente de la Alternativa de Arquitectura Conceptual en sus Vistas de Implementación (componentes de Software) y Distribución (componentes de Hardware).

Para ello se deberá seguir el procedimiento heurístico mostrado en la Figura 6.2-15, considerando los siguientes aspectos para cada elemento del flujo:

1. Se toman primero los componentes más críticos<sup>†††</sup> de la Arquitectura Conceptual previamente evaluada. Con cierta discrecionalidad, se incluyen dentro de estos componentes prioritarios aquellos a los que pueden asignárseles recursos tecnológicos existentes. También se deben considerar prioritarios aquellos componentes de la arquitectura que representan una interfaz de integración con otras aplicaciones. Estos componentes de integración<sup>‡‡‡</sup> son de suma importancia para conservar la validez de los principios establecidos en la arquitectura meta (institucional). Para facilitar la toma de decisiones, los componentes más críticos deben ser determinantes de los componentes menos críticos y no lo contrario. Así los componentes críticos estarán menos propensos al cambio, siendo ellos los componentes directores del procedimiento de conformación de alternativas.

<b>NOMBRE DEL COMPONENTE:</b>	<i>Objetos de Acceso a Datos</i>	
<b>EFFECTO EN EL ATRIBUTO</b>	<b>Peso Relativo</b>	<b>Valor Numérico</b>
• <b>Seguridad</b>	<i>M</i>	<i>2</i>
• <b>Escalabilidad</b>	<i>L</i>	<i>1</i>
• <b>Adaptabilidad</b>	<i>H</i>	<i>3</i>
• <b>Desempeño</b>	<i>M</i>	<i>2</i>
• <b>Disponibilidad</b>	<i>L</i>	<i>1</i>
<b>PRIORIDAD DEL COMPONENTE</b>	<i>Algo Crítico (10-15)</i>	<i>2x1x3x2x1 = 12</i>

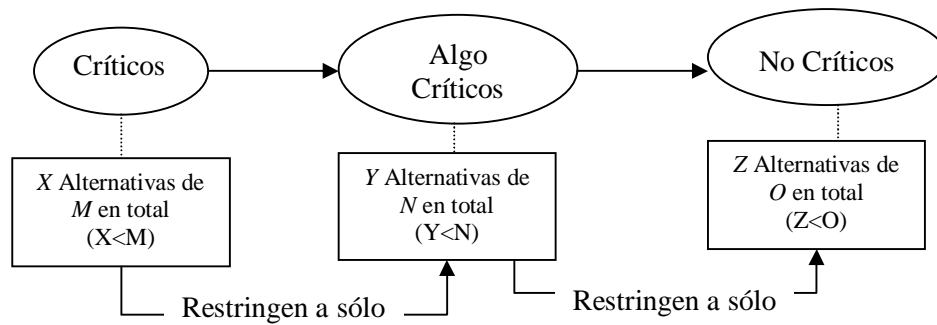
**Tabla 6.2-4**– Ejemplo de una tabla para determinación de componentes críticos

<sup>†††</sup> Para la identificación de componentes críticos es necesario hacer una valuación de cada componente respecto a la cantidad y prioridad de los atributos de calidad asignados.

<sup>‡‡‡</sup> Estos *componentes de integración* tienen la peculiaridad de que sus atributos arquitectónicos de calidad son dependientes de la conjugación de los atributos de calidad prioritarios de los proyectos a los cuales integra.

Definitivamente, para saber si un componente es crítico o no, es necesario estipular los rangos de valores numéricos aceptables. Ello se debe hacer en base al número de atributos a tomar en cuenta y al número de componentes que se evaluarán en la arquitectura conceptual.

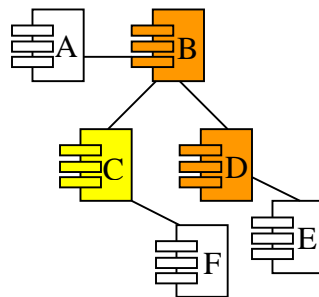
En general, el procedimiento de configuración de alternativas prioriza la definición tecnológica de los componentes más críticos, dejando los menos críticos como dependencias de los primeros.



**Figura 6.2-16** – Proceso de priorización en la asignación de tecnologías

2. Para los componentes seleccionados al dar inicio el segundo paso del procedimiento, se le adjudicarán tecnologías a los componentes seleccionados considerando que han sido escogidos por la prioridad basada en cuán críticos sean.

Para ilustrar, en el ejemplo anterior, a los componentes B y D les deberán ser asignados de manera prioritaria las tecnologías correspondientes de alta correspondencia con los atributos de calidad requeridos. Luego, al componente C le corresponde ser asignado una tecnología compatible con B. Finalmente, le corresponde a A, E y F ser asignados tecnologías compatibles con B, D y C respectivamente.



**Figura 6.2-17** – Arquitectura Conceptual con Componentes Muy Críticos (B,D), Algo Críticos (C) y Poco Críticos (A,E,F)

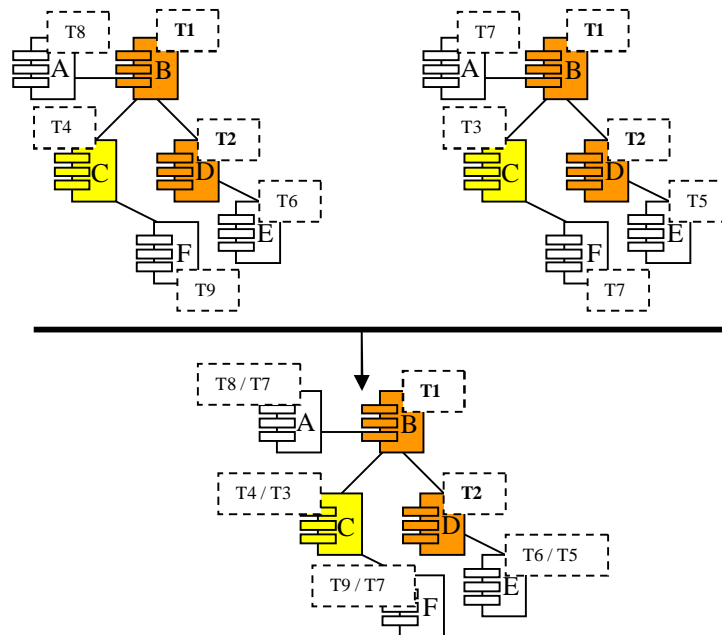
3. Se excluye cualquier tecnología capaz de implementar a un componente arquitectónico seleccionado (con la prioridad asignada en el momento), si al menos posee



una evaluación de compatibilidad para la cual todas las tecnologías que implementan componentes adyacentes no sean al menos moderadamente compatibles.

Para ilustrar, suponga que se selecciona una tecnología para implementar el componente C que sea compatible con las tecnologías de B y D ya asignadas durante la definición de la presente alternativa. No obstante, si la tecnología para C, es incompatible con cualquiera de las tecnologías de F, se deberá de eliminar como alternativa viable para C.

4. Finalmente se consolidan las variantes (combinaciones tecnológicas) bajo el principio de agrupación siguiente: aquellas variantes que comparten la misma combinación tecnológica asignada a los componentes más críticos de la arquitectura son agrupadas en una sola alternativa, quedando las tecnologías de los componentes de niveles menos críticos como sub-alternativas (las cuales serán evaluadas y concretadas hasta la construcción de una arquitectura definitiva, pues ello ya corresponde a decisiones de diseño)

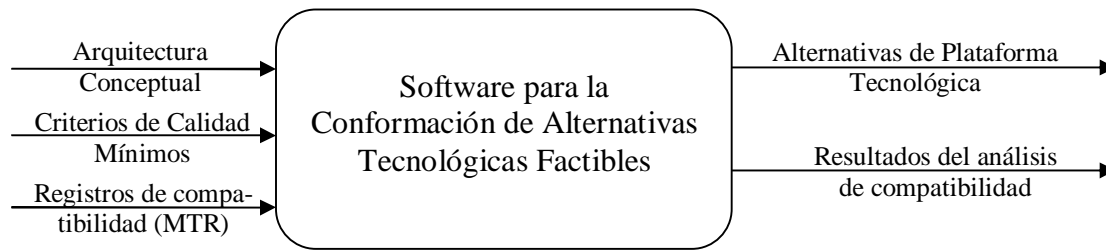


**Figura 6.2-18** – Consolidación en Alternativas con sub-alternativas tecnológicas

5. Bajo el criterio experto del arquitecto, se deberá realizar una pre-eliminación de sub-alternativas tomando en cuenta entre otros los elementos siguientes:
  - Los riesgos de conservar sub-alternativas tecnológicas innecesariamente heterogéneas que puedan afectar las decisiones de diseño proveyendo una gama tecnológica excesivamente variada.
  - El impacto que puede tener el conservar algunas sub-alternativas en la factibilidad global de cada alternativa como consecuencia de la necesidad de considerar múltiples herramientas de desarrollo y expertise en múltiples

tecnologías lo cual puede incrementar innecesariamente los costos estimados y reflejar complejidad excesiva para la administración del proyecto

Evidentemente la aplicación de estas reglas y el algoritmo para un amplio número de tecnologías y familias de tecnologías se vuelve engorrosa, y por tanto esta metodología sugiere el uso de software de apoyo. Este software podrá además recurrir a registros del Modelo Técnico de Referencia para obtener información sobre los niveles de compatibilidad entre tecnologías pudiendo operar con el modelo demostrado en la Figura 6.2-19:



**Figura 6.2-19** – Modelo de contexto del software de apoyo para la construcción de alternativas tecnológicas factibles

Claramente las decisiones auxiliadas con un software de este tipo permiten constituir alternativas factibles basándose en registros estandarizados provenientes del MTR y además permite que las decisiones sean confiables garantizando la rastreabilidad.

### C. *Alternativas de Soluciones Comerciales*\*

Ante el tema de las soluciones comerciales, esta metodología ofrece un enfoque diferente, aunque se fundamenta siempre sobre los mismos principios de escenarios de uso y de arquitectura. No obstante, el hecho de que las soluciones comerciales sean diseñadas con enfoques arquitectónicos particulares, con el fin de proporcionar cobertura a un mayor número de organizaciones, hace que su evaluación en términos de arquitectura esté sujeta a un mayor número de restricciones. Por tanto, esta metodología orienta hacia:

1. Identificar Soluciones Disponibles en el Mercado: Un estudio de las opciones de software prefabricado debe realizarse a la luz de criterios tales como:
  - a. Dominio hacia el cual se orienta la solución, es decir los problemas y necesidades que intenta solucionar
  - b. El segmento de mercado específico al cual se orienta (instituciones gubernamentales, empresa privada, microempresa) siendo este más o menos relevante de acuerdo al dominio de aplicación

\* Es válido aclarar, que si se concibiese actualmente la existencia de soluciones genéricas de software desarrolladas por el Estado, estas también se deberían incluirse dentro de este proceso de pre-factibilidad

- c. Reputación del fabricante
  - d. Determinar usuarios actuales de la solución que puedan dar testimonio de sus beneficios y limitaciones
2. Establecimiento de criterios excluyentes<sup>†</sup>: Con el fin de reducir el número de alternativas evaluables al mínimo, reduciendo igualmente los costos de evaluación a lo largo del proceso (que implica ahorros en el número de personal, reducción de la duración, reducción de los recursos tecnológicos y materiales para el análisis etc.), es importante definir criterios excluyentes o eliminatorios siguiendo las pautas a continuación:
- a. Los criterios deben ser verificables en un corto plazo y con pocos recursos sin requerir una investigación exhaustiva. (Por ejemplo, el uso de “esquemas de licenciamiento basados en número de usuarios” como criterio es válido pues es información generalmente disponible por parte del proveedor)
  - b. Los criterios deberían abstenerse de realizar exclusiones basadas en tecnologías específicas, y cuando se hiciera, deberá justificarse de forma irrefutable en términos de atributos técnicos, operativos y económicos que se vieran gravemente impactados. (Por ejemplo, que cualquier alternativa que implique el uso de tecnologías de bases de datos de archivo sean impugnadas por contar con debilidad en términos de seguridad, control de concurrencia, etc.)
  - c. Debería abstenerse de considerar a un fabricante como criterio excluyente salvo condiciones especiales establecidas previamente por la institución y debidamente justificadas
  - d. Debería abstenerse de considerar a las funcionalidades como criterios excluyentes ya que éstas podrían ser modificadas dentro de los criterios de costos establecidos y volverse aceptables,
  - e. Los criterios deberían poderse expresarse en términos booleanos (cumple / no cumple) pues su propósito es facilitar la decisión
3. Revisar las especificaciones técnicas y funcionales generales del software: Se debe analizar la documentación general provista por el fabricante sobre los requisitos técnicos, las funcionalidades generales y las garantías técnicas considerando:
- a. Que los requisitos técnicos deben ser compatibles con las normas y estándares del MTR
  - b. Que los requisitos de integración sean congruentes con los establecidos en la arquitectura institucional
  - c. Que cubra al menos las funcionalidades indispensable y un porcentaje razonable de las funcionalidades adicionales para el Estado en el dominio y alcance del proyecto

---

<sup>†</sup> Este concepto ha sido tomado del diagnóstico informático del INIFOM [INIFOM03a]

- d. Que las garantías técnicas superen los requisitos mínimos de calidad en los aspectos abordados. Por lo general, se consideran como un aspecto ventajoso el contar con testimonio de otros usuarios, o incluso con estudios comerciales de benchmarking elaborados por consultores independientes
  - e. Aquellos aspectos técnicos y funcionales que no sean comprobados deben ser comprobados en las fases posteriores, y quedar documentado aquí qué es lo que se ha revisado hasta el momento.
4. Evaluar las implicaciones técnicas del licenciamiento de cada solución:
- a. Los requisitos de licenciamiento propios de la solución deben ser compatibles con las normas y estándares del MTR<sup>‡</sup>
  - b. Otros criterios de licenciamiento específicos al proyecto deben cumplirse incluyendo pero no limitándose a:
    - i. El acceso a copias de evaluación y la posibilidad de realizar ingeniería inversa y/o pruebas sobre el software con fines únicamente evaluativos.
    - ii. Las restricciones en el acceso y la posibilidad de alteración del código fuente
    - iii. Las restricciones en la creación de plug-ins y add-ons para complementar la solución
    - iv. Las restricciones en la alteración de otros elementos no codificados tales como bases de datos para su reuso en soluciones de otro fabricante (por ejemplo la inclusión de nuevas tablas en la base de datos)
  - c. Los requisitos de licenciamiento específicos a cada componente de la plataforma tecnológica no considerados como propios de la solución incluyendo:
    - i. Sistemas Operativos
    - ii. Administrador de Base de Datos
    - iii. Software de Servicios de Comunicación (EDI, Mensajería, etc.)
    - iv. Software de Seguridad (Proxy, Firewalling, Encriptación, etc.)
    - v. Otros componentes comerciales
5. Evaluar la viabilidad de realizar pruebas técnicas y funcionales directas a cada solución: Es necesario contar con la autorización del fabricante – o un usuario anuente - para realizar pruebas y por lo tanto se debe especificar el nivel deseado

---

<sup>‡</sup> Por lo general, las soluciones comerciales que no admiten ningún tipo de adaptaciones deben ser rechazadas, no obstante está claro que el realizar adaptaciones de sistemas comerciales tiene un costo significativo e implica muchos riesgos. El propósito de esta técnica es reducir tales riesgos y buscar una alternativa económica y factible. Casos especiales a los que no se aplica este criterio restrictivo son soluciones tales como herramientas genéricas de ofimática, entre otros, en los cuales el MTR debe proveer otros criterios de selección.

de profundidad. Este nivel se debe determinar mediante una ponderación entre la fiabilidad esperada de las pruebas, el costo de realizar las mismas, y los aspectos favorables o desfavorables que pueden concluirse de lo analizado hasta la fecha.

- a. Si los costos son excesivos para el nivel de fiabilidad requerido en las pruebas, se debe descartar la aplicación de pruebas.
  - b. Si en general predominan aspectos desfavorables ya identificados (problemas técnicos, limitaciones funcionales) debe dársele un mayor peso al factor costo. Todo ello debe detallarse documentalmente
  - c. Si en general predominan factores favorables ya identificados debe restarse peso al factor costo.
6. Visitas Técnicas: Si existe una negativa por parte del fabricante de una solución para proporcionar autorización de pruebas al nivel deseado, o si por razones de costo se ha declinado en la realización de pruebas, debe considerarse como una alternativa de análisis la realización de visitas técnicas en puntos de implementación señalados por el fabricante. Estas también pueden contemplarse como un instrumento complementario a la aplicación de pruebas. Para evaluar su viabilidad se deben considerar los siguientes aspectos:
- a. Los costos globales para realizar tales visitas técnicas
  - b. La efectividad esperada de una evaluación de este tipo

Si los costos son relativamente altos en relación a la efectividad esperada para esta alternativa de evaluación, debe descartarse la realización de ulteriores intentos evaluativos.

7. En caso de no ser viable la realización de pruebas o visitas técnicas se debe proceder a elaborar conclusiones definitivas que se especifican en el paso (9).
8. Para la Realización de pruebas y/o visitas técnicas y funcionales: Además de especificar el nivel de profundidad de las pruebas deben de considerarse:
  - a. Obtener documentación operativa (manuales del usuario y manuales de administración técnica)
  - b. Identificar la documentación técnica obtenible del fabricante
    - i. Términos de referencia sobre los cual se sustenta el producto
    - ii. Documentación de Análisis y Diseño
    - iii. Arquitectura del Software
    - iv. Otra documentación de decisiones arquitectónicas
    - v. Pruebas realizadas por el fabricante
  - c. Identificar personal institucional (expertos del dominio) que pueda asesorar en la realización de las pruebas y evaluaciones funcionales para corroborar la validez y fiabilidad de esta labor
  - d. Recoger la opinión del personal institucional en cuanto a los diferentes criterios relevantes

- e. Elaborar instrumentos de evaluación para los aspectos funcionales: listas de verificación, redacción estructurada, etc.
- f. Elaborar especificaciones para las pruebas técnicas comprendiendo:
  - i. Definición de casos de prueba
  - ii. Herramientas de automatización de pruebas
  - iii. Herramientas de reingeniería
- g. Solicitar el apoyo del fabricante para la realización de una prueba arquitectónica empleando ATAM como método evaluativo contemplando la disponibilidad de los analistas y arquitectos de la solución

El objetivo de todo esto es obtener una imagen fiable de los atributos funcionales y arquitecturales con que cuenta cada solución para realizar una evaluación específica en base a las pruebas y observaciones de visita.

9. La evaluación de los resultados del proceso: Con los resultados de un análisis técnico y funcional del sistema es posible realizar una evaluación que debe abordar los siguientes elementos:
- a. La adecuada implementación de funcionalidades prioritarias
  - b. El cumplimiento de los requisitos arquitectónicos de calidad
  - c. La viabilidad de realizar adaptaciones funcionales
  - d. La viabilidad de realizar adaptaciones arquitectónicas, considerando que si la arquitectura no es paramétrica y no está basada en tecnologías de componentes es inaceptable<sup>§</sup>
  - e. Los principales riesgos resultantes de la adquisición del software debido a los errores durante la evaluación o la ausencia de información detallada para el análisis

Esta evaluación puede ser cumplida cotejando los siguientes aspectos que se ajustan a la filosofía de escenarios de uso y evaluación arquitectónica presentados a lo largo de la metodología:

- a. Realizar una comparación entre los casos de uso prioritarios (utilizados para la construcción y evaluación de la arquitectura conceptual) y las funcionalidades implementadas en la solución considerando para ello sus rasgos más significativos
- b. Realizar una comparación entre el árbol de utilidad de la arquitectura conceptual y el correspondiente a cada solución comercial analizada, evitando hacer una evaluación de componente a componente (pues los enfoques arquitectónicos pueden diferir), sino entre los atributos de calidad pertinentes de acuerdo al problema o requisito arquitectónico al que se orientan

---

<sup>§</sup> En general, cualquier intento de modificar una arquitectura de software de una solución prefabricada más allá de sus límites planeados representa riesgos excesivos para cualquier proyecto.

(por ejemplo, al describir facilidad de uso en las utilidades de mantenimiento)

- c. Realizar una comparación de los riesgos inherentes a cada arquitectura de acuerdo a los elementos resultantes del ATAM

10. Documentar los resultados de los procedimientos aplicados durante esta actividad evaluativa.

En el caso de haber determinado alternativas de soluciones comerciales que requieran alguna labor de adaptación \*\*, es importante realizar también una evaluación técnica de las alternativas como si éstas fuesen de desarrollo, siendo la alternativa de adaptación una variante del desarrollo a la medida en que se contemplen tres tipos de elementos arquitectónicos:

- a. Componentes ya desarrollados que no requieren adaptación alguna
- b. Componentes que requieren algún tipo de modificación en términos de configuración y/o código fuente
- c. Componentes totalmente nuevos

De estos, (b) y (c) requieren de un ciclo de desarrollo propio cuya definición está más allá del alcance de este estudio. Sin embargo, la MSPT se provee de un conjunto de lineamientos para la orientación de proyectos de adaptación de soluciones existentes.

#### ***D. Principios Técnicos para la Planeación de Adaptación de Soluciones Existentes***

La adaptación de soluciones existentes puede concebirse como alternativas pre-factibles considerando como fuentes de soluciones los sistemas estatales existentes o bien sistemas comerciales identificados en el mercado. Empero estas adaptaciones, si bien representan proyecto de desarrollo, difieren de un desarrollo desde cero en los siguientes aspectos:

- ❑ Requiere una variación metodológica de los enfoques (procesos de software) con que fueron construidas inicialmente las soluciones. Es necesaria una capacidad de interpretar la documentación y productos existentes y al mismo tiempo guían en la ejecución de adaptaciones dentro de un paradigma de desarrollo distinto.
- ❑ Generalmente están sujetas a condicionante arquitectónicas y de diseño más restrictivas, pues desde el punto de vista tecnológico, la mayoría de estas decisiones ya se han tomado
- ❑ Conllevan a riesgos de violación de la integridad conceptual de la arquitectura o de las decisiones de diseño existentes
- ❑ Requiere de pruebas de regresión e integración más rigurosas

---

\*\* De hecho, este estudio asume que cualquier solución prefabricada debe contar con documentación completa de su arquitectura, análisis y diseño, y manuales técnicos de sus interfaces y API para poder considerarse como adaptable. Por tanto, no deberá imponer ninguna dependencia a largo plazo de consultoría por parte del fabricante o de alguna persona que haya contribuido al desarrollo del producto.

- ❑ Generalmente la flexibilidad de implementación está condicionada a restricciones de licenciamiento más estrictas
- ❑ Las garantías técnicas proporcionadas por el fabricante<sup>††</sup> están limitadas a un conjunto limitado de requerimientos que puede diferir de los requerimientos institucionales reales, haciendo de la figura de garantías un instrumento muy limitado respecto al desarrollo a la medida
- ❑ Los aspectos de derechos del o de los autores de la aplicación y la responsabilidad adquirida hacia los mismos.

Al tomar en cuenta estas consideraciones y muchas otras específicas a la formulación de alternativas de adaptación, es necesario definir los alcances, los niveles de esfuerzos necesarios, y los recursos técnicos y duraciones requeridas a la luz de:

- ❑ Dadas unas condiciones de riesgos en la transición de un producto existente hacia un producto adaptado se deben contemplar paradigmas de desarrollo orientadas a la mitigación de riesgos como las de ciclos iterativos mencionados en el marco teórico
- ❑ Hay que considerar la priorización de algunas actividades de adaptación que pueden representar un alto riesgo para el éxito del proyecto, en especial aquellas que conllevan a la modificación y reemplazo de componentes ya implementados
- ❑ Hay que definir estructuras organizativas que puedan facilitar la comunicación entre el personal de desarrollo y el personal de asesoría (fabricante) procurando que los aspectos administrativos del proyecto sean potestad única del Estado y no del fabricante.
- ❑ Hay que identificar y valorar los riesgos introducidos por la introducción de sistemas comerciales en la administración de la configuración y las responsabilidades del soporte (¿quienes serán responsables de dar soporte y mantenimiento a qué partes del sistema?)
- ❑ Hay que definir una entidad encargada de dirigir el alineamiento de los esfuerzos de proyecto para preservar la integridad de la arquitectura institucional garantizando la integración de los sistemas del Estado.
- ❑ Se debe generar una retroalimentación al plan de transición de la arquitectura con el fin de identificar el impacto potencial en la infraestructura de integración asumida al momento de elaborar la arquitectura.

Una vez definido el alcance de un proceso de adaptación, el nivel de esfuerzo, duración y recursos técnicos requeridos es posible realizar una evaluación técnica y económica similar en muchos aspectos a la de un proyecto de desarrollo desde cero permitiendo realizar comparaciones basadas en similares principios técnicos.

---

<sup>††</sup> Es necesario considerar la posibilidad de que el fabricante proporcione garantías sobre las adaptaciones realizadas y evaluar las condiciones establecidas por este para que ello tenga efecto



## ***E. Selección de la Metodología de Desarrollo***

La arquitectura de software y plataforma tecnológica del software son factores incidentes para la especificación del paradigma y metodología de desarrollo. No obstante, la funcionalidad y tamaño del proyecto también inciden. Por lo tanto se recomienda para cada alternativa establecer procesos de desarrollo en base a:

1. Los alcances del proyecto (comunes a todas las alternativas de desarrollo completo<sup>‡‡</sup>, pero distintos para las alternativas de adaptación al restringirse a modificaciones y adiciones)<sup>§§</sup>
2. La variabilidad estimada en la especificación de requerimientos (comunes a todo desarrollo completo y de adaptación)
3. Los tiempos de entregas requeridos (comunes a todas las alternativas)
4. Los niveles de esfuerzo estimados y duraciones mínimas factibles (específicos a cada alternativa)
5. Las restricciones de proyecto beneficiarios institucionales (comunes a todas las alternativas) las cuales contemplan entre otras cosas:
  - ¿Se esperan prototipos?
  - ¿Se espera la entrega temprana de productos?
  - ¿Se esperan implementaciones en sitios piloto?
  - ¿Se espera algún tipo de participación especial en el proyecto por parte de expertos del dominio?
6. El riesgo tecnológico (específico a cada alternativa)
7. El modo de financiamiento (específico a cada alternativa)

## ***F. Selección de Herramientas***

Un aspecto fundamental para la configuración de cualquier alternativa de plataforma tecnológica es la selección de herramientas de software para:

- ❑ La administración de requerimientos
- ❑ La administración de la configuración
- ❑ La modelación y documentación del sistema
- ❑ Las herramientas de desarrollo

---

<sup>‡‡</sup> Considerando que las arquitecturas y plataformas tecnológicas propuestas para nuevo desarrollo hayan sido definidas para proporcionar soluciones al mismo conjunto de requerimientos, sin restricciones al alcance del marco conceptual

<sup>§§</sup> Esta metodología considera que no es aceptable negociar la calidad para reducir el costo, y que solamente es aceptable reducir el alcance de un proyecto (priorizando algunos requerimientos) ya que reducir la calidad tiene repercusiones permanentes. Además, la calidad es definible a través de los criterios correspondientes y de los valores definidos como aceptables. Si para reducir el costo, se pretende reducir la calidad, deberá procederse a un procedimiento institucional de reevaluación de los valores mínimos de los criterios.

- ❑ Las pruebas automatizadas de los sistemas

A continuación se presentarán criterios básicos para la selección de estas herramientas.

*i. Herramientas de Administración de Requerimientos*

Las herramientas para la administración de requerimientos permiten capturar los requerimientos generales de proyecto y de los interesados institucionales y plantear estos mismos de forma estructurada. Además, estas herramientas permiten trazar los requerimientos desde su origen (o concepción) hasta los rasgos y casos de uso. Con esto la herramienta permite que, a raíz de cambios en los requerimientos de los usuarios, se realice la actualización en cadena de los requerimientos ya elaborados.

Se concibe como criterios pertinentes con que deberían cumplir las herramientas de administración de requerimientos:

- ❑ Adaptable a los principios de administración de requerimientos del proceso específico de desarrollo (ej. RUP)
- ❑ Plataforma de Sistema Operativo acorde a la disponible para el proyecto
- ❑ Herramienta intuitiva y con amplia ayuda en línea
- ❑ Preferible la integración con la herramienta CASE para el análisis y diseño
- ❑ Preferible para el trabajo de múltiples usuarios en modo de repositorio y/o colaborativo
- ❑ Bajo costo de licenciamiento (sin pago por licencias periódicas, u esquemas de licenciamiento por tamaño de proyecto o frecuencia de uso)

*ii. Herramientas de Administración de la Configuración*

Las herramientas para la administración de la configuración y gestión de cambios permiten agilizar las siguientes funciones:

- ❑ Control de versiones del código fuente y binarios
- ❑ Acceso concurrente a los productos administrados para su edición y ejecución de cambios
- ❑ Control de versiones de documentación
- ❑ Control de versiones de modelos
- ❑ Seguimiento de las versiones
- ❑ Administración central de productos entregables

Para ello estas herramientas pueden aprovechar dos mecanismos:

- La integración con el sistema de archivos
- La integración con las herramientas de modelación, documentación y desarrollo.

Para la selección de una herramienta de administración del cambio y la configuración se recomienda considerar los siguientes criterios:

- ❑ Control de Versiones tanto de código fuente, binarios así como documentos

- ❑ Herramienta intuitiva y con amplia ayuda en línea
- ❑ Compatible con el sistema operativo disponible para el proyecto
- ❑ Cumplimiento con el estándar de SCC, *Source Code Control*
- ❑ Integración con la estructura de código del entorno de desarrollo a utilizar
- ❑ Acceso concurrente mediante un servidor central
- ❑ Mecanismos de seguridad con distintos niveles de acceso
- ❑ Bajo costo de licenciamiento

**iii. *Herramientas de Modelación y Documentación (CASE)***

El uso de CASE (para análisis y diseño del producto), es recomendado debido a que hasta la fecha representan el recurso más rápido y flexible para la concepción y documentación de los sistemas de información. Aunque de uso poco generalizado en el Gobierno, estas herramientas garantizan al Estado entre otras cosas:

- ❑ La rápida generación de documentación de los sistemas
- ❑ La fácil edición y actualización de los modelos documentados
- ❑ La reutilización de los modelos entre proyectos
- ❑ La automatización de tareas como Round Trip Engineering (Ingeniería hacia delante y hacia atrás o ingeniería recursiva) y las tareas de testing
- ❑ El trabajo de modelación de colaborativa, reduciendo el esfuerzo de comunicación entre grupos de trabajo
- ❑ La administración de versiones de los modelos
- ❑ El cumplimiento de estándares y normas de diseño de la industria

Sin embargo, para ello es necesario definir los criterios para la selección de herramientas CASE, los cuales pueden en ciertos aspectos llegar a ser muy generales (en cuanto al cumplimiento de estándares) pero en otros son muy específicos (cuando las características del proyecto lo ameritan):

- ❑ El cumplimiento de los estándares de modelación establecidos por el Estado o para la institución o proyecto en particular (UML, OMT, E-R, IDEF0 etc.)
- ❑ El cumplimiento de la metodología de desarrollo establecida por el Estado, la institución o para el proyecto en particular (RUP, Extreme Programming, Ingeniería de Información, Análisis y Diseño Estructurado etc.)
- ❑ Compatibilidad con plataforma(s) de sistema operativo disponible(s) para el proyecto
- ❑ Integración con las herramientas y/o lenguajes de desarrollos a utilizar en el proyecto para facilitar la actualización de los modelos respecto a los cambios en los archivos fuentes
- ❑ Integración con herramientas de diseño de bases de datos, o directamente con el DBMS.

- ❑ La posibilidad de generar documentación legible en formatos estándares dentro del Estado (PDF, DOC, HTML, XML)
- ❑ Disponibilidad de amplia documentación en español o inglés
- ❑ Disponibilidad de soporte del fabricante

#### *iv. Herramientas de Desarrollo*

Las herramientas de desarrollo, conocidas popularmente como IDEs, editores de código y generadores de código, representan un factor importante en la productividad de los equipos de desarrollo y en la calidad de los productos de software. Por ello se proporcionan los siguientes criterios mínimos que permiten asegurar cierto valor técnico y económico que deben proporcionar estas herramientas:

- ❑ La compatibilidad con estándares de control de versiones SCC (Source Code Control)
- ❑ Compatibilidad con el sistema de operativo disponible para el proyecto
- ❑ La incorporación de herramientas de depuración en tiempo de edición, en tiempo de compilación y en tiempo de ejecución
- ❑ Interfaz de usuario intuitiva y uniforme entre las distintas herramientas
- ❑ Documentación abundante y comprensiva en línea o impresa
- ❑ Minimización del uso de componentes propietarios que no cumpla con estándares técnicos de diseño proporcionados por la plataforma (XML, J2EE, .NET etc.)
- ❑ Optimización comprensiva en las opción de compilación (por ejemplo, el tipo de código generado por compiladores C tales como el formato Ritchie & Kernighan o ANSI C)
- ❑ Diseñadores de interfaces de usuario con generación comprensiva de código automático<sup>\*\*\*</sup>
- ❑ Herramientas integradas para la implantación o ‘*deployment*’ de componentes en servidores destinatarios (DBMS, Servidor Web, Servidor de Aplicaciones, etc.)
- ❑ Soporte del fabricante
- ❑ Costos bajos de licenciamiento (pues las herramientas de desarrollo son en general requeridas para el mantenimiento y mejoras posteriores al sistema)

Otras bondades que pueden ser preferencias a considerar para la selección de las herramientas de desarrollo:

- ❑ Apoyo de tutoriales integrados y la disponibilidad de ejemplos de proyectos de código

---

<sup>\*\*\*</sup> Generación controlada por el desarrollador y que el código generado sea documentado apropiadamente para su comprensión

- ❑ Auxiliares de codificación (Diccionario de Variables y de Funciones, *CodeInsight*, Marcadores de Código entre otros)
- ❑ Adaptación del Entorno del Trabajo (Organización automática de Ventanas, Emulación de un entorno muy difundido en la industria, múltiples ventanas para desarrollo con múltiples pantallas, etc.)

v. ***Herramientas de Automatización de Pruebas***

El esfuerzo de prueba del software crece exponencialmente con el tamaño del sistema y con el uso de tecnologías incrementalmente distribuidas. No obstante, el uso de herramientas de prueba automatizadas puede reducir el esfuerzo, principalmente porque los casos de prueba se aplican de forma repetitiva, y las condiciones de éstas pueden ser simuladas repetidamente mediante software.

Por otro lado, existen diversos tipos de prueba para el software (pruebas de unidad, pruebas de componente, pruebas de integración, prueba de sistema) adecuados a los diversos estados que experimenta el software y que siguen una secuencia mediante principios técnicos específicos al proyecto y a la metodología de desarrollo. Por lo general, las herramientas de prueba permiten seleccionar las distintas condiciones con el fin de mostrar flexibilidad para con la diversidad de metodologías de prueba en el mercado. No obstante, otro aspecto crucial que debe considerarse la herramienta de prueba es la plataforma de desarrollo. Puesto que la herramienta de prueba está directamente vinculada con la operación del software en desarrollo, es importante que ambos sean compatibles al menos en términos de lenguaje y sistema operativo.

Para la selección de una herramienta de prueba se recomienda considerar los siguientes criterios:

- ❑ Soporte de los distintos tipos de prueba (de unidad, de componente, de integración, de sistema etc.)
- ❑ Herramienta intuitiva y con amplia ayuda en línea (necesario)
- ❑ Compatible con el sistema operativo disponible para el proyecto
- ❑ Compatible con los lenguajes de programación y gestores de bases de datos
- ❑ Soporte para pruebas en un entorno distribuido, es decir para aplicaciones múltiples capas (necesario en especial para cualquier aplicación orientada a un dominio transversal como la administración-financiera o de características distribuidas en general)
- ❑ Capacidad de generar reportes editables
- ❑ Preferible la integración con el entorno de desarrollo (IDE, editor de código) y con el control de defectos y versiones
- ❑ Incorporación de una metodología recomendada para la gestión de pruebas
- ❑ Preferible la integración con la herramienta de administración de requerimientos

- ❑ Preferible la integración con la herramienta de modelación del análisis y diseño
- ❑ Bajo costo de licenciamiento

### ***G. Identificación de Riesgos***

Un aspecto particular a cada alternativa de plataforma tecnológica propuesta son los riesgos técnicos correspondientes debido principalmente a la presencia de los siguientes factores:

- ❑ La complejidad constructiva y de implementación de la arquitectura
- ❑ El nivel actual de adopción institucional las tecnologías propuestas
- ❑ El nivel actual de adopción institucional de las herramientas de apoyo
- ❑ El nivel actual de adopción institucional de la metodología de desarrollo e implementación
- ❑ El cambio tecnológico relativo a las tecnologías propuestas
- ❑ El grado de integración entre las herramientas, las metodologías y las tecnologías propuestas en cada alternativa
- ❑ Las restricciones de licenciamiento de la tecnología
- ❑ La documentación disponible para las metodologías, tecnologías y herramientas propuestas

Además de estos existen muchos otros factores, que difieren de alternativa a alternativa de plataforma tecnológica. Por ello, la MSPT recomienda la utilización de Cuestionarios Basados en Taxonomía (TBQ) al ofrecer los siguientes beneficios:

- ❑ Ampliamente utilizados en la industria, y existen actualmente herramientas de software de apoyo que utilizan TBQ
- ❑ Permiten sistematizar el conocimiento (al reflejar un proceso intuitivo de enlace causa-efecto) sobre el proceso de identificación de riesgos, proporcionando al analista una guía para describir las características del entorno y de cada propuesta evaluar en base a lo cual orienta en la detección y tratamiento posterior de los riesgos.
- ❑ Representan instrumentos rápidamente actualizables y adaptables a la situación de la informática en la gestión pública nacional, permitiendo mejorar su efectividad para la identificación y valuación cualitativa de riesgos
- ❑ Se integra con otros conceptos de la MSPT al poder insumir información desde:
  - La arquitectura institucional, la cual proporciona una descripción del amplio entorno del Estado
  - El plan de transición como el contexto de modernización del Estado

- El modelo técnico de referencia al registrar información propia sobre enfoques arquitectónicos, ciclos de vida de la tecnología, metodologías y herramientas
- La evaluación de la arquitectura (ATAM) que proporciona puntos de sensibilidad y riesgos arquitectónicos

## **H. *Evaluación de Técnica de las Alternativas (Desarrollo a la Medida)***

Una vez que se han obtenido alternativas tecnológicas factibles de implementar una arquitectura conceptual, satisfaciendo los atributos de calidad en sus condiciones mínimas y pudiendo conformar una plataforma es necesario considerar los aspectos inherentes a los atributos técnicos de las alternativas en cuanto a la factibilidad en un proyecto de desarrollo:

- Tamaño del Proyecto: El incumplimiento de los plazos—y costos- es la principal debilidad de los proyectos informáticos que conduce a la mayoría de los problemas conocidos. Esta situación se origina directamente de la incapacidad de poder estimar con precisión las duraciones de las actividades del proceso de desarrollo. Para determinar si es posible completar el proyecto en el período esperado factible dentro de la institución, se hace uso de métricas de tamaño y esfuerzo mediante técnicas como COCOMO o Puntos de Función o más recientemente de Puntos de Casos de Uso<sup>\*</sup>. Lo que realmente es importante es el factor esfuerzo relativo a la tecnología de desarrollo a utilizar (Tipo de Lenguaje, Versión, Herramientas RAD etc.) Este factor relativo se representa mediante un coeficiente tecnológico característico a cada tipo de lenguaje y/o herramienta. Cada técnica de estimación utiliza diferentes fuentes estadísticas y modelos de conversión siempre orientándose a este principio. Los elementos de decisión que propone la MSPT para este aspecto son los siguientes<sup>†</sup>:
  - i. La cantidad de tiempo ahorrado o excedido respecto a un horizonte de tiempo estimado para cada alternativa
  - ii. La disminución posible en la cantidad de recursos humanos necesarios (basándose en el nivel de esfuerzo) derivándose de allí:
    - El tiempo y efectos organizacionales de la capacitación requerida cuando no existe suficiente personal técnico para ejecutar las actividades constructivas
    - La complejidad de la estructura administrativa (supervisión, mecanismos de coordinación de equipos etc.)

---

<sup>\*</sup> Tr. del Inglés: *Use Case Points*. Esta técnica es relativamente nueva y su ventaja deriva del hecho que su filosofía se integra con el uso de escenarios para la descripción de arquitecturas de software.

<sup>†</sup> No se debe perder de vista que la capacidad de elaborar métricas confiables no se adquiere sin un trabajo de tecnificación de los ambientes de desarrollo, por medio de técnicas como el Modelo de Madurez. Sin embargo, existe una contradicción flagrante entre el trabajo de organización de mediano plazo como lo requieren los niveles 3 o 4 del modelo de madurez, y el carácter totalmente temporal de los proyectos.

- La experiencia existente en el manejo de equipos de desarrollo relativamente grandes
- Los riesgos introducidos por nuevas tecnologías: Incluso si la tecnología cumple con los estándares introducidos mediante el MTR, existe cierta duda sobre el nivel de impacto específico que puede traducirse en riesgo al desarrollo con tecnologías muy especializadas. No obstante una vez determinadas alternativas tecnológicas, existen interrogantes cuyas respuestas deberían ser satisfactorias ante la amenaza de este tipo de riesgos:
  - i. ¿Representa el proyecto en general un reto en términos de sus objetivos, concepción y arquitectura, y por lo tanto los requerimientos tecnológicos son consecuentes a ello?
  - ii. ¿La alternativa en cuestión introduce en muchos casos tecnologías innecesariamente complejas para la función que desempeñan en la arquitectura por ser novedosas o de muy bajo nivel? o bien ¿Son estas tecnologías propuestas las únicas posibles bajo los estándares técnicos existentes y requisitos arquitectónicos formulados?
  - iii. ¿Existen beneficios institucionales de mediano y largo plazo al margen del proyecto que son dependientes de tales decisiones tecnológicas?
- Riesgos de obsolescencia: En general la obsolescencia es un factor pernicioso al contraponer el ciclo de vida (comercial) de las tecnologías propuestas en relación al ciclo de vida del producto. Sin embargo es muy frecuente que se sobrevalúe la importancia de este factor si se consideran las siguientes condiciones básicas:
  - i. La obsolescencia no tiene un impacto cuando esta ocurre una vez que el producto (solución informática) ha madurado<sup>‡</sup> lo suficiente para proporcionar un servicio sostenible mediante el apoyo técnico propio.
  - ii. Los principales factores de obsolescencia en la actualidad se relacionan con el hardware<sup>§</sup>. Puesto que este es el único componente de una solución que sí sufre desgaste, este requiere del reemplazo eventual de partes (las cuales ya pueden no estar disponibles en el mercado) o en su defecto, de la incorporación de tecnologías substitutas. Ante esto se deben considerar los siguientes argumentos:
    - La adopción de normas técnicas y estándares de la industria representa una medida (aunque no infalible) para amortiguar este impacto en los componentes de hardware

---

<sup>‡</sup> Considerando esto como el hecho de que su arquitectura y requerimientos generales se hayan estabilizado, y que se haya realizado una transición tecnológica exitosa, obteniendo probabilidades de fallo mínimas

<sup>§</sup> En la actualidad se ha visto como la tecnología del software se ha estabilizado relativamente (respecto a la década anterior) pero el cambio en tecnologías de hardware se mantiene alto.



- La selección de plataformas tecnológicas de hardware con altos niveles de confiabilidad y el uso de arquitecturas físicas que apoyan este atributo, tales como el uso de clustering y componentes redundantes, representa otra medida para reducir los riesgos de obsolescencia
- Otros riesgos introducidos por proponer plataformas tecnológicas heterogéneas: Aunque por lo general se concibe el uso de tecnologías de un mismo fabricante por múltiples razones (soporte, costos por volúmenes, integración de herramientas, compatibilidad comprobada, entre otros), la metodología que se ha presentado en este capítulo contempla la posibilidad de proponer plataformas heterogéneas factibles tecnológicamente. No obstante en este punto es necesario advertir y documentar apropiadamente los riesgos que ello supone:
  - i. Limitado soporte del fabricante al utilizar tecnologías de distintos fabricantes
  - ii. Poca experiencia transferible en el empleo eficaz de tecnologías heterogéneas (lo cual no es una práctica común en el Estado).
  - iii. La necesidad de utilizar múltiples herramientas de desarrollo con curvas de aprendizaje independientes y con filosofías distintas
  - iv. Problemas en la utilización de métricas de proyecto (en especial para estimar y medir el esfuerzo y medir la calidad) cuando los productos (componentes arquitectónicos) se construyen con enfoques, herramientas e incluso recursos humanos heterogéneos
  - v. Mayor complejidad en la integración y en el despliegue de los productos debido a factores como la ausencia de utilidades de integración universales y de instaladores automáticos para estos casos
  - vi. Complejidad en el mantenimiento y soporte post-implementación, requiriendo personal altamente capacitado en las distintas tecnologías utilizadas
- El proceso de desarrollo recomendado: Este proceso de desarrollo impacta la evaluación de factibilidad técnica de las alternativas en al menos los siguientes aspectos:
  - i. La experiencia existente en el manejo de los procesos de desarrollo propuestos y la capacitación requerida
  - ii. El impacto en algunos atributos de los productos entregados (como por ejemplo la reusabilidad de sus componentes)
  - iii. El impacto en otros proyectos de ejecución simultánea incluyendo retrasos así como conflictos técnicos y de recursos
- Disponibilidad de Herramientas de Desarrollo (Análisis, Diseño, Codificación, Prueba, Ingeniería Inversa): Es necesario conocer las ofertas en el mercado existentes para ese tipo de tecnología considerando si existen actualmente herramientas equivalentes en uso dentro de las instituciones

destinatarias. Además de ello, es necesario que mediante el MTR se realice una validación del uso de estas herramientas para identificar su cumplimiento con los estándares de la arquitectura institucional. En caso de contar con herramientas de desarrollo se deben considerar los siguientes puntos:

- i. La curva de aprendizaje requerida para el personal técnico y el nivel de dominio actual de los técnicos institucionales
- ii. El potencial de reuso de las herramientas para proyectos posteriores
- iii. Las restricciones impuestas por la herramienta en cuanto a los atributos de la calidad:
  - o La optimización vs. la reducción del tiempo desarrollo
  - o La optimización vs. la capacidad de mantenimiento
  - o La especialización vs. las herramientas multiuso integradas
  - o El uso de componentes propietarios vs. El uso de componentes estándares

Existe un factor adicional relacionado con la posibilidad de adquirir herramientas y es que herramientas sofisticadas podrán traducirse en costos de mantenimiento reducidos, si el costo se traduce realmente por una herramienta más potente y eficaz. Ahora bien, el Estado en general prefiere incrementar sus inversiones (compra de herramientas) que sus gastos recurrentes (mantenimiento). Esto favorece la adquisición de tecnologías costosas, para las cuales se requiere enfatizar el retorno esperado en término de mantenimiento reducido. Este argumento ha sido parcialmente abordado en Planeación y Control de Inversión de la sección referente a Arquitectura Institucional de ésta metodología.

Por otro lado, en condiciones de ausencia de herramientas o el incumplimiento de las mismas con los estándares del MTR se deberá evaluar:

- iv. El impacto en la calidad de los productos intermedios (modelos y documentación de análisis y diseño así como código fuente) sin el apoyo de herramientas especializadas
  - v. El impacto en el proceso de desarrollo, incluyendo la posibilidad de realizar mejoras y correcciones al análisis, arquitectura y diseño
  - vi. Los riesgos inherentes al no contar con herramientas para la ejecución automatizada de casos de prueba.
- Herramientas de administración de requerimientos y administración del cambio y la configuración: La selección de herramientas de este tipo no es precisamente dependiente de una alternativa específica de plataforma tecnológica, sino que es más bien dependiente de la metodología a seleccionar y del proceso de desarro-

llo. Aunque en general, todo proyecto de desarrollo o adaptación debería incorporar estas funciones (ref. CMM-Nivel 2), esto es especialmente cierto en proyectos en los cuales existen riesgos e incertidumbre alrededor de la plataforma de desarrollo, o el nivel de estabilidad de los requerimientos de los usuarios.

El impacto a considerar en la factibilidad técnica para la selección de herramientas de este tipo son las siguientes:

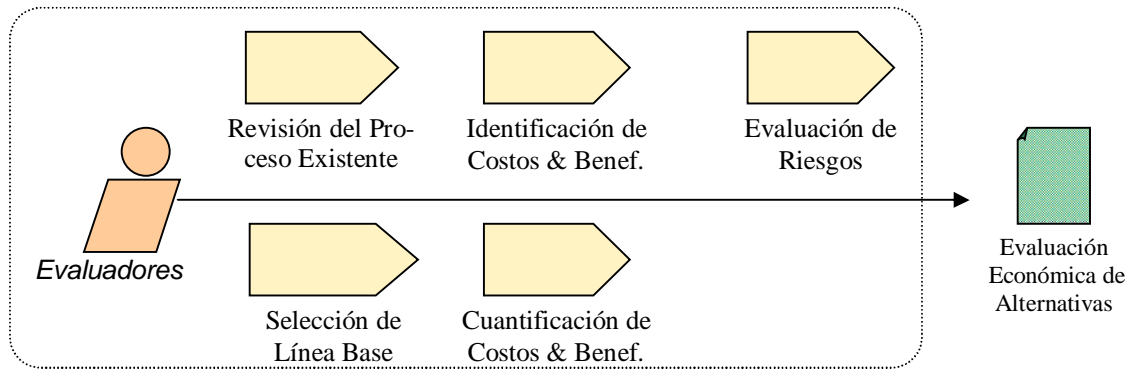
- La integración de estas herramientas con las herramientas de desarrollo y prueba, impactando la productividad de desarrolladores y probadores
- La compatibilidad de estas herramientas con el proceso de desarrollo propuesto (ej. RUP)
- El nivel de capacitación requerido para los usuarios de estas herramientas (analistas, desarrolladores, jefes de equipo)
- Los riesgos de no contar con herramientas automatizadas para el control de cambios de requerimientos y de configuración

Indudablemente la relevancia de muchos de estos aspectos técnicos puede variar con las opciones de desarrollo propio o desarrollo subcontratado sin embargo debe tenerse en mente que siempre estarán presentes los siguientes requerimientos técnicos posteriores al desarrollo:

- Capacidad técnica propia o subcontratable (económicamente viable) para implementar la solución en las áreas destinatarias
- Capacidad técnica institucionalmente sostenible para proporcionar soporte técnico y mantenimiento

Aunque estos elementos de evaluación técnicos pueden ser ampliados, esta metodología ha priorizado su definición siendo los factores de medición técnica de proyecto más significativos. Con la conclusión de esta etapa evaluativo, la metodología apunta al último aspecto de la selección de plataformas tecnológicas: la evaluación económica.

#### 6.2.6.4. Evaluación Económica de las Alternativas



Esquema 6.2.6-3– Tareas durante la Evaluación Económica de Alternativas

El tema de la evaluación económica de la tecnología de la información es muy complejo debido a la gran cantidad de elementos intangibles que entran en juego. Además, tal complejidad se acentúa en el contexto gubernamental. Por otra parte, expertos en el tema han desarrollado una diversidad de modelos habiendo ya refinado otro tanto. Unos cuantos son modelos especializados al área informática\*, pero la mayoría son modelos generales para los cuales se deben hacer consideraciones particulares en el entorno informático.

No obstante, a la luz de la amplia difusión del análisis costo-beneficio en el entorno gubernamental, esta será la técnica a recomendar, a la luz de sus limitaciones y de las adaptaciones requeridas para su integración en esta metodología. Como se habrá mencionado en el marco teórico de este estudio, el análisis costo-beneficio, en su concepción inicial, dista de ser la técnica óptima para la consideración de los intangibles.

Para la incorporación de la técnica dentro de la MSPT, se incorporan las fases evaluativas que han sido extraídas del documento [CIOC99] perteneciente al comité ejecutivo de tecnología de información del gobierno de E.E.U.U. Como un elemento complementario para manejar los intangibles, se ha adoptado la técnica de cuantificación recomendada en [GREMB01] la cual es totalmente validada por [CIOC99]. Esta técnica, tal como se ha referido en el marco teórico, presenta cuatro pasos para la cuantificación de intangibles:

1. Identificar los beneficios
2. Hacer los beneficios medibles
3. Predecir cada beneficio en términos físicos
4. Evaluarlo en términos de flujos de efectivo

Estos pasos, aunque muy genéricos a simple vista, deben considerarse valiosos si se consideran las recomendaciones con que complementa esta metodología la ejecución de los pasos. Es importante recordar también, que esta evaluación está orientada a la compa-

\* Por ejemplo, *Information Economics*

ración de alternativas tecnológicas factibles técnicamente, con fines de determinar su factibilidad económica, y no de analizar la factibilidad del proyecto como tal.

### **A. *Revisión del Proceso Existente***

Un requisito general para cualquier evaluación es la verificación de las fuentes de información existentes. Puesto que la MSPT se desarrolla en un proceso de dos fases con dos perspectivas distintas (una orientada hacia la visión global de la informática del Estado, y la otra hacia la perspectiva de proyectos), se debe restringir el alcance de la revisión. Por tanto, se orienta aquí la revisión al nivel de proyecto, considerando algunas de las recomendaciones de [NIH98] que son discutidas a continuación:

1. Verificar los objetivos del Proyecto: Estos se deben haber establecido en términos generales dentro la arquitectura institucional (ver *arquitectura de aplicaciones y plan de transición*). Además estos objetivos resultan ser parte del Marco Conceptual elaborado para cada proyecto aprobado por el consejo de inversiones.
2. Verificar los productos obtenidos durante el Proceso: El [NIH98] recomienda enfocarse a las siguientes áreas:
  - a. Servicios requeridos por el Cliente: Estos son desarrollados fielmente durante la identificación de escenarios prioritarios para el desarrollo de la arquitectura conceptual.
  - b. Capacidades del Sistema: Estas son derivadas del análisis de la arquitectura conceptual y de la evaluación tecnológica
  - c. Arquitectura del Sistema: Este producto se traduce en la presentación de la arquitectura conceptual del sistema, y luego considerando las diversas alternativas tecnológicas factibles que se generan en la siguiente etapa del proceso.

### **B. *Selección de una Línea Base***

Es importante que para la evaluación de plataformas tecnológicas se seleccione una alternativa de referencia que permita establecer una medida contra la cual realizar comparaciones, en especial ante la presencia de intangibles. Esta línea base generalmente se representa con el status quo, ya sea esté en la ausencia absoluta de un sistema de información, o bien cuando ya se cuenta con alguno. Para poder ser comparable en términos económicos debe establecerse la misma línea base para la evaluación técnica. Igualmente, esta línea base para evaluación económica debe evaluarse considerando los mismos criterios de identificación y cuantificación de costos y beneficios que para las alternativas propuestas.

### **C. *Identificación de Beneficios y Costos***

Aunque puede existir mucho debate alrededor de algunos recursos clave que pueden servir para la identificación, la bibliografía seleccionada recomienda los siguientes:

#### En el caso de los Beneficios:

- Factores Críticos de Éxito (FCE): Estos son derivados del marco conceptual mismo del proyecto, donde se contemplan las metas de la modernización a través de la tecnología de la información. El analista deberá ser capaz de identificar que beneficios son satisfechos por cada alternativa presentada en relación a estos factores mencionados.
- Lista de Verificación: Estas listas pueden ser construidas a partir de tablas o listas como las proporcionadas en el marco teórico referente a la evaluación económica de inversión en IT, resumen de [CIO99], o bien en la tabla tomada de [PRESSMAN97]. Además existen otras fuentes bibliográficas, y estudios de otros proyectos que pueden proporcionar información para detallar tipos de beneficios.

Un aspecto importante en este momento es crear los instrumentos de recopilación de información más adecuados para separar los beneficios tangibles de los intangibles, pues estos últimos requerirán de un procedimiento de cuantificación especial, tal como se menciona al inicio de esta sección.

#### En el caso de los costos:

En general, los costos a considerar ya han sido referidos en el resumen de [CIO99] y en la tabla tomada de [PRESSMAN97]. No obstante, nunca de se deben rechazar las diversas fuentes de información bibliográfica e incluso, referencias a proyectos similares en otras instituciones o en el sector privado donde se haya hecho una estructuración sistemática de los costos. Por lo general los instrumentos más utilizados durante la identificación de las fuentes de costos son las revisiones técnicas de las propuestas, y el uso de listas de verificación.

### **D. *Cuantificación de Costos y Beneficios***

Puesto que en términos de cuantificación, existirá mucha incertidumbre sobre el tratamiento de los intangibles es necesario considerar lo siguiente:

- La técnica de cuantificación de intangibles [GREMB01] proporciona un marco lógico para traducir los beneficios en términos monetarios, considerando criterios institucionales y de la administración
- Incluso si se llega a obtener un resultado cuantitativo con la técnica anteriormente sugerida, es posible que ésta no refleje el verdadero valor que representa el beneficio para el Estado

Por tanto, esta metodología recomienda que se utilicen los siguientes enfoques complementarios:

- ❑ Una evaluación comparativa de los beneficios intangibles llevada a cabo por expertos institucionales, que permita, mediante mecanismos como la votación o técnicas de ponderación, o el método Delphi llegar a resultados concretos sin la introducción de instrumentos de medición artificiales
- ❑ Una evaluación cuantitativa que aplique la técnica de cuantificación de intangibles para realizar una comparación en términos financieros de las alternativas

Esta metodología solo describirá el segundo enfoque, siendo este el más ampliamente ocupado en la industria. No obstante, el valor del primer enfoque es de incalculable importancia para arribar a una decisión comprensiva.

Los costos son directamente cuantificables considerando que se conocen los aspectos particulares de cada alternativa incluyendo su plataforma tecnológica, arquitectura, herramientas constructivas y de proyecto, recursos humanos para su implementación y duración de las tareas constructivas y de implementación. Sin embargo, se deben de considerar otros factores de costos tales como el costo de cambio del recurso humano institucional (costo de capacitación, costos de adaptación), las interrupciones en las operaciones, y los importantes costos de mantenimiento de las operaciones. En este último rubro se tienen:

- ❑ Costos de licenciamiento periódico
- ❑ Costos de mantenimiento técnico (interno y subcontratado)
- ❑ Costos de soporte técnico a los usuarios (interno y subcontrado)
- ❑ Costos de servicios contratados (telecomunicaciones, seguridad física, fuentes de energía)

Entre otros. Por tanto, la lista de principales costos proporcionados en el resumen de [CIOC99] en el marco teórico es útil para incorporar estos aspectos. Además otro factor de importancia en la cuantificación de los costos es la selección de las fuentes de información para la estimación de cada rubro de costo, incluyendo:

- ❑ Vendedores: Los cuales están dispuestos en general a proporcionar esta información al contar con las especificaciones requeridas. Esto es válido principalmente para estimar los costos de software y hardware de plataforma así como los costos de las soluciones comerciales.
- ❑ Investigación de Mercado: Mediante un estudio de proyectos en los que se hayan evaluado y/o implementado arquitecturas, tecnologías, o soluciones comerciales similares, ya sea en el mismo contexto gubernamental (o gobiernos extranjeros), o bien, en el sector privado (cuya disposición a facilitar esa información puede ser menor). Otros criterios para seleccionar proyectos en este estudio, son condiciones de riesgo técnico, la duración del proyecto, o dominios de aplicación similares.

- Publicaciones Especializadas: Donde se provee información sobre precios de los productos, y además proporcionan resultados sobre revisiones comparativas de los distintos productos.

Estas fuentes de información y muchas a las cuales puede recurrirse para derivar los costos de las alternativas técnicas propuestas, deberían de ser validadas para garantizar un mínimo de fiabilidad, pues la información proporcionada es vital para la labor evaluativa.

En el caso de la cuantificación de los beneficios, como se ha indicado anteriormente, es necesario identificar los intangibles. En la realidad los beneficios duros (tangibles y por tanto cuantificables de forma directa) tales como la reducción de papelería son estimados cuya cuantificación estará sujeta a un estudio técnico y operativo de la institución haciendo referencia a variables directas (en este caso, el costo de papelería dentro del dominio del sistema). No obstante, los intangibles requieren del uso de variables medibles que le representan de forma indirecta. Estas variables son por lo general indicadores institucionales del problema o necesidad para cual se pretende obtener un beneficio. Por ejemplo, la reducción del riesgo como beneficio, se puede cuantificar mediante variables indirectas como las probabilidades de pérdida de información, promedio de los volúmenes de información perdidos, el tiempo y esfuerzo requerido para la recuperación de la información, etc.

No obstante, otro elemento de suma importancia en la cuantificación es la selección de la herramienta cuantitativa que permita realizar la evaluación económica. [CIO99] recomienda el uso de diferentes herramientas entre las cuales están: TIR, VPN, CAUE, y Retorno sobre Inversión. La MSPT no tiene preferencia por alguna aunque si elabora ciertas recomendaciones sobre su selección:

- Dar mayor peso a aquella técnica más utilizada en proyectos similares
- Dar mayor peso a aquella técnica con la que se tenga mayor experiencia y éxito
- Dar mayor peso a aquella técnica que proporcione mejor valor comparativo con respecto a una línea base (tasa mínima de retorno para una TIR, o valor presente de una alternativa base, base un VPN etc.)
- Considerar la utilización de múltiples técnicas cuando existe la necesidad de obtener confirmación o mayor soporte para el razonamiento.

### ***E. Evaluación del Riesgo***

Los riesgos de cualquier alternativa de plataforma tecnológica no pueden ser totalmente aislados de los riesgos inherentes del proyecto sin embargo, es útil considerarlos primero de forma separada para propósitos comparativos, pues esencialmente esta metodología ha sido elaborada para evaluar la factibilidad de una alternativa de plataforma tecnológica, y no del proyecto en su globalidad.

Como se habrá mencionado en la sección de alternativas tecnológicas y evaluación técnica, la identificación de riesgos (eminentemente técnicos) es parte de la evaluación técnica. No obstante, existen otros riesgos (de carácter económico), que aunque están ligados a



la plataforma tecnológica no han sido identificados. Estos riesgos se enfocan a los siguientes aspectos:

- ❑ *Riesgos económicos* relacionados con la fiabilidad de la evaluación económica considerando entre otras las siguientes causas de riesgo:
  - La aplicación e interpretación inadecuada de las técnicas de evaluación cuantitativa
  - La selección y uso inadecuado de las fuentes de información para la estimación de costos.
  - La inadecuada interpretación de los estimados de la evaluación técnica (esfuerzo, complejidad, duración etc.)
  - La inadecuada evaluación de los intangibles
  - La omisión de rubros de costos significativos
- ❑ *Riesgos financieros* relacionados con el empleo de fuentes de financieras incompatibles con las características de cada alternativa propuesta, considerando entre otras las siguientes causas potenciales:
  - Inadecuada planificación de los flujos de efectivo requeridos en relación al proceso de desarrollo o proceso de implementación a ejecutar
  - Ignorar la posibilidad de implementaciones piloto, y las restricciones impuestas por la arquitectura ante tal tipo de implementaciones (como el uso de infraestructuras costosas y centralizadas)

Igualmente, la MSPT recomienda en este caso el uso de Preguntas Basadas en Taxonomía (TBQ) como la técnica apropiada para la identificación de riesgos. Una vez considerado estos riesgos de índole ajeno a los aspectos técnicos es necesario llevarles a un grado de cuantificación. Frecuentemente se recurre al uso de probabilidades como es el caso del análisis de valor esperado, o al uso de un análisis de sensibilidad que permite establecer un rango de variabilidad para los valores estimados en los elementos cuantitativos de la relación costo-beneficio. Al igual que con las técnicas de evaluación cuantitativa, esta metodología tampoco hace hincapié en preferencia de una u otra técnica, sino que en el buen uso de éstas basándose:

- ❑ En la fiabilidad de cálculo hecho con la técnica de acuerdo a la cantidad y calidad de información disponible
- ❑ La adecuada interpretación
- ❑ La experiencia en el uso de las técnicas

#### **6.2.6.5. La Selección Definitiva de una Alternativa para el Proyecto**

La selección de una alternativa de plataforma tecnológica implica que se dentro de un conjunto de plataformas tecnológicas factibles, considerando sus implicaciones técnicas, tecnológicas, funcionales, económicas y los riesgos, se compromete la continuación del

proyecto bajo el conjunto de restricciones impuestas por tal decisión. En muchos aspectos la decisión es irreversible pues impacta de manera inmediata:

- ❑ El proceso mismo que deberá seguir el proyecto
- ❑ Los mecanismos para su control y evaluación
- ❑ Las fuentes financieras con que contará el proyecto
- ❑ Los compromisos de compra en el caso de herramientas, materiales, equipos, soluciones comerciales etc.
- ❑ Los compromisos de adquisición de servicios (consultores, capacitadores, etc.)
- ❑ La institución misma, al comprometer posiblemente gran parte de sus recursos técnicos

Todo ello implica que la decisión se ha hecho a la luz de la información proporcionada durante el proceso propuesto por la Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas. En realidad, la decisión es muy compleja, y lejos de basarse en un único criterio para el análisis, o de una orientación hacia la unanimidad, requiere de una ponderación de los factores en los cuales están inmersas las alternativas:

1. Los resultados de evaluación de criterios funcionales (posibilitando la comparación entre alternativas de compra, adaptación y desarrollo a la medida)
2. Los resultados de la evaluación técnica de su arquitectura
3. Los resultados de la evaluación técnica de plataforma (arquitectura y tecnología) que contempla:
  - Variables de Proyecto (proceso, duración, recursos)
  - Soporte Técnico (personal, herramientas)
  - Riesgos Técnicos
4. Los resultados de la evaluación económica incluyendo:
  - Costos de cada alternativa
  - Beneficios tangibles e intangibles
  - Valoración de riesgos

No existe, un verdadero modelo cuantitativo para tal decisión excepto el establecimiento de las restricciones “naturales” que pueden establecerse en el modelo:

- ❑ Máximo (o techo) de la inversión disponible, el cual debe estar acorde a un plan maestro dentro del Plan de Transición de la Arquitectura Institucional
- ❑ Máximo en las condiciones de riesgo aceptables
- ❑ Máximos en la entrega de beneficios prioritarios

- Máximo en la duración de su implementación (restringido en los tiempos de transición de aplicaciones dependientes)
- Mínimos en los requisitos de calidad técnica del software (basándose en su arquitectura y tecnologías propuestas)

Vale aclarar, que actualmente el Estado nicaragüense prácticamente se encuentra con un bagaje mínimo en cuanto a sistemas heredados, por lo cual la migración de tecnologías viejas a nuevas es muy poca o nula, lo cual es una ventaja considerable en relación a otros países. No obstante, en términos económicos el Estado también parece orientarse a la reducción de sus gastos recurrentes, orientándose hacia soluciones de alta calidad con bajos costos de operación y mantenimiento, con lo que quizá lo más importante es lograr transferir los gastos hacia una inversión inicial comprensiva. Ello evidentemente a la luz de las restricciones de los organismos financiadores, y a la luz de la incertidumbre económica mundial.

Claramente, esta tendencia permanecerá por muchos años, por lo cual la MSPT debería, más que especificar modelos excesivamente específicos, proporcionar un marco lógico para la construcción de alternativas, que puedan seleccionarse en base a una estrategia informática Estatal e Institucional.

### **6.3. Evaluación de la metodología a la luz de las prácticas actuales para la selección de plataformas tecnológicas en el Estado**

Esta sección está orientada a dar cumplimiento al tercer objetivo, que corresponde a un análisis de los beneficios económicos, sociales y políticos de la metodología propuesta en relación a la situación actual. De ello se deriva que la estructura de esta se conforme de la siguiente manera:

- Un resumen de los proyectos estudiados con el fin de proporcionar una imagen del objetivo de cada proyecto, las decisiones tecnológicas realizadas, las condiciones de integración operativa (pertinente a los módulos propios) así como inter-institucional (en cuanto a su integración con otros sistemas)
- Un análisis de los proyectos que permitan identificar sus fortalezas y debilidades, así como las condiciones que hasta la fecha permanecen en incertidumbre
- Una argumentación sobre los beneficios económicos, sociales y políticos de la metodología propuesta a la luz de las debilidades y amenazas encontradas actualmente

## **6.3.1. Resumen de los proyectos estudiados**

### **6.3.1.1. Proyecto SIMINSA**

#### **A. Fuentes**

- Karen Ramírez, Directora del SIMINSA
- Alfonso Jiménez, Responsable de Servidores
- Yanett Areas, exconsultora nacional para el proyecto
- Yves Chaix, exconsultor nacional para el proyecto

#### **B. Antecedentes**

Antes del desarrollo del SIMINSA (Sistema Integrado de Información del MINSA), el Ministerio de Salud no contaba con un sistema de información único para su implementación en los hospitales y SILAIS. La mayoría de estas unidades contaban únicamente con pequeñas aplicaciones que servían para registrar ciertas operaciones para la elaboración de informes rudimentarios. En esta situación, era evidente la imposibilidad de estimar las necesidades de abastecimiento de insumos y medicamentos, la imposibilidad de obtener estadísticas oportunas sobre la situación de las unidades de salud en el territorio nacional, ni una capacidad para controlar las finanzas del Ministerio de Salud en todas sus dependencias administrativas.

#### **C. Generalidades**

El proyecto SIMINSA nace de la necesidad del Ministerio de Salud de contar con un sistema de control que facilitara la toma de decisiones a nivel ejecutivo. Desde su concepción en el año 1997, el SIMINSA considera los siguientes módulos:

1. *Sub-Sistema de Administración Financiera* con una visión coherente con el SIG-FA que se enfoca principalmente a Contabilidad Presupuestaria y Patrimonial, así como Tesorería.
2. *Sub-Sistema de Producción de Servicios* (mortalidad y morbilidad) el cual comprende las siguientes funciones:
  - Seguimiento de los pacientes en las Unidades de Salud (hospitales y centros de salud)
  - Consolidación de la información de las Unidades de Salud a los SILAIS, y de allí al Ministerio

- ❑ Administración de Programas de Salud (tales como los programas de vacunación)
  - ❑ Estadísticas Vitales (nacimientos y decesos)
- 3. *Sub-Sistema de Abastecimiento Técnico* que permita administrar:
  - ❑ Registro de Medicamentos Básicos bajo la normación de insumos médicos
  - ❑ Adquisiciones de medicamentos e insumos
  - ❑ Almacenamiento
  - ❑ Cadena de consumo hasta el paciente
- 4. *Sub-Sistema de Regulación Sanitaria*
  - ❑ Acreditaciones
  - ❑ Auditoría Médica
  - ❑ Farmacias
- 5. *Sub-Sistema de Apoyo a la Planificación*
- 6. *Sub-Sistema de Inventario para Desastres*
- 7. *Sub-Sistema de Recursos Humanos*

De los módulos presentados en esta visión, se ha completado el desarrollo de los primeros tres (Administración Financiera, Sistema de Producción de Servicios y Sistema de Abastecimiento Técnico) los cuales fueron desarrollados por la firma consultora extranjera *Clapp & Mayne* en conjunto con informáticos nicaragüenses que fueron capacitados en tecnología y metodología.

Actualmente, se ha realizado la implementación de módulos del SIMINSA en veinte puntos. Los funcionarios del SIMINSA concuerdan que los principales problemas encontrados en la implementación han sido la resistencia al cambio y los bajos niveles de educación informática de los trabajadores de la salud.

#### ***D. Plataforma Tecnológica***

El SIMINSA fue concebido en una arquitectura cliente-servidor, bajo el esquema de cliente pesado. En esa época, esta arquitectura era la dominante del mercado, habiendo un sinnúmero de sistemas desarrollados en Latinoamérica con ese modelo, y habiendo demostrado ventajas en términos de robustez y facilidad de diseño.

La tecnología empleada fundamentalmente para la solución era Oracle 7.3 (Oracle Base de Datos y PL/SQL), con el apoyo de las herramientas propietarias Oracle Developer y Oracle Designer. En términos metodológicos se empleó el Oracle Method.\*

---

\* Estas herramientas de desarrollo están fundamentalmente basadas en la metodología orientada a datos (Information Engineering).

En esa época, Oracle era por mucho, la plataforma de gestión de bases de datos indiscutible en Latinoamérica, aún no superada por productos de bajo costo. Por otra parte, bajo un decreto ministerial de 1994, el entonces titular de hacienda estableció a Oracle como la plataforma *de facto* para las instituciones del Estado.

Desde el inicio hubo cierto debate sobre la plataforma, en especial en lo que concierne a sistema operativo y herramientas de desarrollo. Consultores nacionales propusieron el empleo de Visual Basic en sustitución de las herramientas Oracle debido al predominio de informáticos nacionales con experiencia en esta herramienta. Ello fue pronto descartado aduciendo entre otros los siguientes elementos:

- ❑ Visual Basic es una plataforma muy débil<sup>†</sup>
- ❑ Visual Basic no se desempeña adecuadamente en un ambiente Oracle
- ❑ Oracle no garantiza muchas de las ventajas técnicas de su plataforma si no se utilizan herramientas propietarias.

Además, los consultores nacionales habían solicitado prontamente la decisión sobre el uso del sistema operativo Windows NT en preferencia a UNIX, el cual había sido propuesto por los consultores extranjeros. En este caso, se avaló la postura de los consultores nacionales considerando que:

- ❑ Había un amplio dominio de Windows NT en el mercado laboral de informáticos nacionales
- ❑ Windows NT implicaría bajos costos de administración de servidores, en relación con UNIX que requiere personal muy especializado en la administración de servidores.
- ❑ Oracle mostraba índices técnicos aceptable sobre tecnología Windows NT
- ❑ Los costos de licenciamiento podrían ser menores que los de UNIX

Bajo estas premisas, de una plataforma de desarrollo (Bases de Datos, Herramientas de Desarrollo y Metodología) totalmente propietaria de Oracle, y un sistema operativo Windows NT, se lograron concentrar las principales decisiones de plataforma tecnológica para el SIMINSA.

Actualmente, los funcionarios informáticos del MINSa afirman haber portado exitosamente el SIMINSA a la plataforma Oracle8i y que ya se están realizando pruebas para portarlo a la última versión (Oracle9i). Se menciona que las limitantes principales encontradas hasta el momento habían sido en la infraestructura de hardware, pero que la unidad del SIMINSA ya ha adquirido nuevos servidores para la prueba e implementación definitiva del sistema en su nueva plataforma.

También se afirma, que entre los logros del área informática del ministerio, está el establecimiento de un nodo propio para Internet, que permite que se administren a nivel interno las cuentas de correo de los empleados públicos, se facilita el acceso al Internet, y se aloja el sitio Web del MINSa. Todo esto se ha logrado hasta el momento con una frá-

---

<sup>†</sup> Esta percepción se maneja hasta la fecha por los funcionarios informáticos del MINSa

gil infraestructura que cuenta con un pequeño servidor basado en Linux. No obstante, la visión es de lograr implementar un portal de acceso a información estadística general extraída directamente del SIMINSA.

Por otra parte, también se afirma que se está desarrollando una nueva versión del SIMINSA, llamada “*lite*” por estar orientada a su implementación en centros de salud. La plataforma de desarrollo empleada es Visual Basic y Microsoft Access.

### ***E. Integración del Sistema***

Dada la concepción arquitectural del SIMINSA, existen muchas limitaciones tecnológicas a vencer. Entre ellas está la ausencia de una infraestructura de comunicaciones que permita la consolidación de información transparente al usuario. Por otra parte, existen limitaciones en la factibilidad de implementación del SIMINSA en algunas áreas, dando lugar a la concepción del SIMINSA *Lite*. Ello acarrea entre otras las siguientes repercusiones importantes:

- ❑ La poca fiabilidad de los mecanismos de integración
- ❑ La necesidad de contar con utilidades de intercambio de datos utilizando archivos
- ❑ La necesidad de utilizar herramientas de conversión en el caso de la integración SIMINSA – SIMINSA *Lite*.

En la actualidad, se indica que la integración se realiza mediante el transporte de dispositivos físicos de almacenamiento, o bien, cuando existen condiciones idóneas, se utiliza el correo electrónico.

### ***F. Integración Inter-Institucional***

El E-SIGFA, como un sistema bajo la rectoría del Ministerio de Hacienda requiere ser provisto con información actualizada sobre las finanzas de cada institución del Estado, incluyendo al MINSa. Siendo el SIMINSA el sistema que administra los aspectos financieros del MINSa en detalle en varios niveles operativos (desde el Ministerial hasta el de Unidad de Salud) es evidente que la necesidad de lograr una integración entre ambos sistemas es imperativa, aunque solamente en el ámbito del SIMINSA central ya que el mismo consolida la información de los niveles inferiores.

Como se ha indicado, el Sub-Sistema Administrativo-Financiero del SIMINSA ha sido concebido con una visión del SIGFA (no E-SIGFA) del Ministerio de Hacienda. Por tanto gran parte de los principios de éste, en marco conceptual, así como elementos específicos tales como clasificadores presupuestarios, son equivalentes haciendo posible el intercambio de información sin necesidad de un tratamiento complejo de los datos.

No obstante, quedan muchos aspectos entredichos en cuanto a la concretización de la integración de sistemas. Fuentes documentales [INIFOM03c] hacen alusión a la posibilidad de crear un data warehouse como un repositorio central de información de gobierno, propuesto por algunos funcionarios del proyecto SIGFA como una alternativa.

Desde la perspectiva de los informáticos del MINSA, la factibilidad de lograr la integración deseada entre los dos sistemas financieros ha variado, lo cual es comprobable en las entrevistas realizadas durante ésta investigación:

- ❑ Inicialmente, la percepción de la directora del SIMINSA era que existía una postura de rechazo por parte de personal del proyecto SIGFA a lograr un consenso sobre la integración directa entre los dos sistemas
- ❑ Posteriormente, su percepción es distinta, y afirma que ahora los funcionarios del SIGFA están dispuestos a identificar una solución conjunta para lograr la integración.

Finalmente, se ha dejado entrever que la postura actual de solución por parte del personal del SIMINSA es proporcionar intercambio de archivos digitales entre los sistemas, como una solución económica a la necesidad actual de requerir operadores humanos directos que duplican la digitación de los datos para alimentar al *E-SIGFA*.

No obstante, también se observan cierta inconformidad remanente entre personal técnico del SIMINSA con respecto a la infraestructura del SIGFA, principalmente en cuanto a la presencia de la Intranet de Gobierno, cuya jurisdicción actual es atribuida al proyecto SIGFA. El personal del SIMINSA menciona que los funcionarios del SIGFA se responsabilizan muy poco de la administración del nodo de acceso a la Intranet con que se ha provisto al MINSA.

El personal del SIMINSA menciona que no existe hasta la fecha interés alguno por parte del SIGFA en hablar de la comunicación entre la LAN interna del MINSA y la LAN instalada para el nodo de Intranet de Gobierno sobre la que opera el *E-SIGFA*.

Sin embargo, técnicos del SIMINSA han logrado realizar un “puente” temporal entre ambas LANs, con la expectativa de empezar a aprovechar esta infraestructura para la transferencia de archivos digitales entre el SIMINSA y el *E-SIGFA*. Las observaciones del personal técnico del SIMINSA indican que los problemas son principalmente administrativos y políticos en relación al uso del anillo de fibra, descalificando el factor técnico.

### ***G. Temas de Debate***

- ❑ Algunos de los consultores señalan que no se continuaron utilizando las herramientas de modelación durante el resto del proyecto, una vez que Clapp & Mayne hubo entregado sus productos, es decir una vez que el ciclo principal de desarrollo de los tres primeros módulos concluyó,
- ❑ Algunos de los consultores señalan que en las decisiones tecnológicas existió injerencia de funcionarios de alto nivel del ministerio que a su vez confiaron en las recomendaciones informales realizadas por dos distribuidores de la tecnología Oracle en Centroamérica,
- ❑ Durante la primera entrevista la directora del proyecto demuestra cierto rechazo a tratar el tema del aprovechamiento de la Intranet de Gobierno como una solución a los requerimientos de comunicación entre el MINSA, los SILAIS y



hospitales. En contraste, refleja ahora una cierta preferencia por contar con una infraestructura de comunicaciones propia del SIMINSA

- De acuerdo a lo señalado por la directora del SIMINSA, la actualización de las versiones de Oracle en un período de dos años para el SIMINSA, sin haber completado la implementación *in situ*, no está fundamentada en otro criterio más que el de contar con una plataforma “más avanzada” que pueda exportar información al Web<sup>‡</sup> y que quizá, pueda también integrarse así con el E-SIGFA<sup>§</sup>, además de mantener al sistema con tecnología de punta. Entre muchas preguntas surge la interrogante: ¿Dan uso a las nuevas características de las nuevas versiones? ¿Cual es el costo de pedir nuevas versiones, quien decide sobre esto y sobre que base?
- La decisión de desarrollar una versión del SIMINSA con una tecnología previamente considerada “débil”, tomando en cuenta que:
  - Nunca se habría previsto (hasta ahora) la necesidad de desarrollar una versión o un conjunto de módulos del sistema más adecuados a las condiciones técnicas de unidades de salud con pocos de recursos
  - No se realizó una evaluación formal de los atributos técnicos de la plataforma excepto considerar que Access es una base de datos “liviana” (de bajos requerimientos de procesador y requiere poco espacio) en comparación con Oracle y que Visual Basic es compatible con este y más difundido a nivel nacional que PL/SQL.
- No parece haberse considerado incorporar la nueva tecnología XML, que solucionarían de manera mucho más eficiente el tema de la conexión con el E-SIGFA, al igual que mejoraría los mecanismos de integración vertical dentro del SIMINSA mismo.

---

<sup>‡</sup> Es válido mencionar que existen otras estrategias para poder exportar los datos de un sistema en Oracle hacia el Web tales como ASP (el cual es gratuito en la plataforma Windows NT sobre la cual opera el SIMINSA)

<sup>§</sup> Una actualización con fines de que ambos sistemas compartan la misma versión del mismo producto tecnológico (Oracle9i en este caso) no es garantía de integración, ni tampoco representa en la mayoría de los casos la solución más económica.

### **6.3.1.2. Proyecto SIGFA**

#### **A. Fuentes**

- ❑ Guillermo Jacoby, Director de Reforma Interinstitucional - SIGFA
- ❑ Sergio Cardoza, Exfuncionario del SIGFA
- ❑ Marisol Canales, Exfuncionario del SIGFA
- ❑ Raquel Rodríguez, Coordinadora para el desarrollo del SIGFA-PRO

#### **B. Antecedentes**

El proyecto informático del SIGFA nace en el seno del Proyecto de Reforma a la Administración Financiera. Su visión inicial, concretada en 1995, logró un breve período de estabilidad cuando se realizó la adopción del sistema de administración financiera donado por Argentina el cual utilizaba Oracle versión cinco en una plataforma cliente-servidor e interfaz de modo carácter. El sistema nunca fue implementado en otro sitio más que en el Ministerio de Hacienda, aunque sí operó satisfactoriamente para registrar operaciones de las finanzas públicas antes de ser descartado y retirado definitivamente al concluir el año 2001.

#### **C. Generalidades**

El objetivo general del SIGFA [UCRESEP01] es: *“Un sistema financiero funcionando en todas las entidades del gobierno central”*. Sus objetivos específicos son:

- ❑ Programar, organizar, ejecutar y controlar la captación y uso de los recursos públicos para el cumplimiento y ajuste oportuno de las políticas, planes, programas y proyectos del sector público.
- ❑ Disponer de información útil, oportuna y confiable que permita valorar diferentes opciones en la toma de decisiones.
- ❑ Tener un mecanismo de control eficiente, eficaz y efectivo.
- ❑ Motivar a los funcionarios públicos, sin distinción de jerarquía, a asumir plena responsabilidad por sus actos rindiendo cuenta no sólo del destino de los recursos públicos sino también de la forma y resultado de su aplicación.
- ❑ Desarrollar la capacidad administrativa para el manejo correcto de los recursos del Estado.
- ❑ Realizar las gestiones de los recursos públicos con mayor transparencia y agilidad.
- ❑ Interrelacionar los sistemas operacionales y administrativos.
- ❑ Facilitar a la Asamblea Nacional, la Contraloría General de la República, y otras instituciones competentes la vigilancia de la gestión pública.

El SIGFA constituye un sistema que dará amplia cobertura al registro y control de las operaciones del Estado, ya que es de aplicación obligatoria para toda la administración pública (sin incluir municipios y universidades), por lo cual dentro de la estrategia de desarrollo del Estado, el programa de implantación del SIGFA es de largo plazo. Esto ha inducido a darle prioridad al Sector Público no financiero así como al fortalecimiento y desarrollo de los siguientes sistemas:

- a. Presupuesto
- b. Contabilidad
- c. Tesorería
- d. Crédito Público
- e. Contrataciones de bienes y servicios
- f. Administración de bienes
- g. Control Interno

El desarrollo integral del SIGFA, obliga a vincularse con otros sistemas cuya ejecución corresponde a distintos programas de fortalecimiento del Estado, para lo cual se realizarán los desarrollos metodológicos necesarios para crear nexos que garanticen la adecuada alimentación del sistema financiero. Tal es el caso del sistema de personal y de los sistemas de recaudación de ingresos tributarios y de administración de la deuda pública. Asimismo, no se puede plantear cambios sustantivos en los sistemas de administración financiera y control, sin que ello se vea asociado a cambios estructurales en la organización, las funciones y en los procedimientos administrativos del sector público.

#### ***D. Plataforma Tecnológica***

La arquitectura del E-SIGFA y SIGFA-FOR se considera de tres capas. Las tecnologías de software utilizadas para su desarrollo son fundamentalmente propietarias de Oracle (Oracle9i e IAS) contemplando en general el siguiente esquema:

- ❑ Base de Datos Oracle9i
- ❑ Servidor de Aplicaciones Oracle9i IAS donde reside la aplicación escrita en PL/SQL y los adaptadores para su acceso a través del Web, incluyendo el Web Server.
- ❑ Web Browser que permite descargar y operar el software, que consiste básicamente en HTML y Java Applets incrustados que permiten acceso a las aplicaciones residentes en el IAS.

Los objetivos principales de adopción de esta arquitectura han sido:

- ❑ La reducción de los costos de implementación al no requerir un servidor para cada punto de implementación
- ❑ La reducción de los costos de mantenimiento, proporcionando un único punto de mantenimiento y actualización

- La integración efectiva de la información al establecer un punto único para la administración de los datos

Por otra parte, tanto el SIGFA-PRO como el SIGFITA (versión limitada del E-SIGFA) operan en dos capas. El SIGFA-PRO ha sido desarrollado con las tecnologías y herramientas de Oracle mientras que el SIGFITA utiliza SYSBASE. Con tal plataforma, el SIGFITA está orientado a responder a los requerimientos de administración financiera en entidades que no cuenten con una infraestructura adecuada para acceder al E-SIGFA.

La metodología de desarrollo corresponde al análisis y diseño estructurado y se afirma utilizar en el caso del E-SIGFA, SIGFA-FOR y SIGFA-PRO las herramientas de desarrollo propietarias Oracle Designer (para la modelación) y Oracle Developer (como IDE).

### ***E. Integración del Sistema***

El E-SIGFA y el SIGFA-FOR están concebidos como sistemas de ejecución centralizada (en las instalaciones del SIGFA) con un acceso distribuido por su arquitectura orientada al Web, lo que hace innecesario el requerimiento de integración de las instancias de cada sistema. Una excepción es el SIGFITA, el cual debido a su arquitectura cliente-servidor, no es capaz de lograr una integración directa (automática) con estos sistemas, sino que adopta un esquema de bandejas de entradas y de salidas que utiliza el concepto de archivos planos.

Por otra parte, el SIGFA-PRO, que también tiene una arquitectura cliente-servidor (dos capas) no es capaz de realizar una integración directa entre instancias del mismo ejecutándose en instituciones diferentes. Para solucionarlo, utiliza el mismo esquema de bandejas de entradas y de salidas, opción que también es utilizada para su integración con el E-SIGFA.

### ***F. Integración Inter-Institucional***

La gestión de integración con otros sistema, incluyendo los proyectos estudiados (SIAF y SIMINSA) todavía no ha proporcionado resultados concretos. Aunque se ha identificado la anuencia de lograr una integración entre éstos sistemas\*\*, no se han definido claramente soluciones específicas. Aparentemente se han propuesto hasta la fecha dos alternativas de integración:

- El intercambio de archivos planos entre los sistemas utilizando el esquema de bandejas de salida y entrada
- La creación de un datawarehouse de gobierno

Aunque la selección de una solución definitiva es por el momento remota, se vislumbra la necesidad de realizar negociaciones para llegar a un consenso sobre ello. La opción de usar XML hasta la fecha no parece haberse concretizado.

---

\*\* Incluso, de acuerdo a uno de los entrevistados que participa en un proyecto del MECD, se está considerando la integración del E-SIGFA con el nuevo sistema propietario del MECD adquirido recientemente

## G. *Temas de Debate*

- El SIGFA-PRO no aprovecha la infraestructura existente de Intranet de gobierno para compartir información con las diversas instancias del sistema que han de instalarse en las instituciones del Estado, siendo su principal limitante el hecho de que se haya desarrollado en dos capas, a diferencia del E-SIGFA
- Algunos de los entrevistados<sup>††</sup> indican que las decisiones de diseño alrededor del E-SIGFA son dejadas en manos de los ingenieros de desarrollo, sin asegurar una visión unificada del sistema y simplemente documentando a medida que se codifica. Señalan incluso que no existe una metodología formal de desarrollo.
- Algunos entrevistados argumentan que el sistema E-SIGFA ha sido una adaptación de un sistema administrativo financiero de Guatemala que operaba inicialmente en arquitectura cliente-servidor, y el que utilizando ahora herramientas de Oracle ha sido adaptado para operar en tres capas. Sin embargo, oficialmente se afirma que el sistema no fue traído de Guatemala y fue desarrollando enteramente localmente.
- A pesar de ofrecer en concepto una visión de sistema integrado, los distintos productos E-SIGFA, SIGFA-PRO, SIGFA-FOR y SIGFITA utilizan mecanismos de intercambio de datos arcaicos respecto a la plataforma tecnológica que emplean, obligando a una baja calidad de integración<sup>‡‡</sup>
- Se aduce que las decisiones arquitectónicas y tecnológicas de alto nivel no requieren ser comprobadas mediante una evaluación exhaustiva de costes y de técnicas formales de evaluación, pues se considera válido y suficiente las recomendaciones y estimaciones generales de expertos consultores y la documentación de revisiones técnicas (publicaciones de fabricantes y consultores independientes) disponibles comercialmente
- Se aduce que el análisis de riesgos es un factor de poca importancia en la planeación de los sistemas debido al alto nivel técnico y experiencia de los consultores, quienes han sido seleccionados bajo criterios estrictos. Además, la alta calidad de las tecnologías y herramientas son factores que minimizan significativamente los riesgos.
- Varios funcionarios de otras instituciones donde se ha implementado el acceso al SIGFA han señalado que consideran al sistema como excesivamente centralizado y orientado a proporcionar beneficios únicamente al MHCP sin tomar en cuenta las características particulares de la gestión en estas otras instituciones.

---

<sup>††</sup> Estas afirmaciones han sido registradas en la evaluación del SIGFA para el proyecto INIFOM-SIAF y son resultado de las investigaciones de los consultores entrevistados

<sup>‡‡</sup> La calidad de integración se entiende como el intercambio oportuno, seguro y eficiente de los datos.

- Debido a la agenda limitada del SIGFA en cuanto a aplicaciones específicas para las instituciones, es evidente que cada ministerio tendrá que hacer desarrollo propio para sus aplicaciones internas. Sin embargo, la arquitectura seleccionada no permite la integración localmente de ninguna aplicación propia de las instituciones con el SIGFA. Esto ratifica el carácter esencialmente centralizado del SIGFA y afecta significativamente su potencial de adopción y sostenibilidad.

### **6.3.1.3. Proyecto INIFOM-SIAF**

#### **A. Fuentes**

- Sergio Cardoza, Consultor EuroConsult para el proyecto SIAF-INIFOM
- Marisol Canales, Consultor EuroConsult para el proyecto SIAF-INIFOM

#### **B. Antecedentes**

Hasta la fecha el INIFOM no cuenta con un instrumento informático de apoyo integral de administración y finanzas para las alcaldías municipales. En general, las herramientas informáticas con que cuentan las alcaldías son muy pobres como demuestra el diagnóstico de los mismos [INIFOM03a].

Estas herramientas en su concepción han sido desarrolladas por diversos equipos informáticos ajenos en su mayoría a la rectoría del INIFOM, en su papel de apoyo a los municipios. Estas herramientas, como demuestra el documento [INIFOM03a], son en general insatisfactorias en términos funcionales, pues no proporcionan un verdadero apoyo a las necesidades administrativas de las alcaldías, obligando a sus usuarios a adaptarse al precario manejo de información permisible. Además, estas herramientas informáticas adolecen en su mayoría de los criterios técnicos básicos necesarios para la gestión administrativa-financiera, tales como seguridad y fiabilidad en el manejo de los datos.

Por otra parte, se ha demostrado que el mantenimiento de estas aplicaciones tiene un alto costo, y lo que es más, las aplicaciones no se ajustan a los requisitos del marco legal para la administración financiera de los municipios. El diagnóstico realizado por consultores nacionales indica que en su mayoría estas aplicaciones son inadecuadas para cualquier tipo de adaptación que les permita cumplir con los requisitos funcionales y técnicos mínimos.

Debido a esto, el INIFOM apuesta la solución de estos problemas a un sistema de información único, capaz de responder a los requerimientos de las municipalidades, sustentándose en el cumplimiento de un marco legal, y que cumpla satisfactoriamente con requisitos técnicos que garanticen una extendida vida útil.

#### **C. Generalidades**

El proyecto SIAF (Sistema Integrado de Administración-Financiera) pretende transformarse en la piedra angular de apoyo al marco legal de las municipalidades, promoviendo la transparencia de las operaciones, estableciendo procedimientos amparados en principios institucionales, facilitando el monitoreo y la capacidad de auditoría, y mejorando la eficacia de la gestión municipal.

El SIAF contempla en los siguientes módulos:

- ❑ Administración Presupuestaria
- ❑ Contabilidad
- ❑ Tesorería
- ❑ Administración de Personal y Nómina
- ❑ Administración de Bienes
- ❑ Compras y Contrataciones de Bienes y Servicios
- ❑ Control de Proyectos
- ❑ Información Gerencial

El documento del Marco Conceptual del SIAF [INIFOM03b] considera al SIAF en el contexto de un Sistema Total de Información Municipal (STIM) el cual proporciona funciones adicionales para la administración de la información referentes a los servicios municipales para la población, recaudación, catastro fiscal entre otras.

El desarrollo del SIAF se pretende iniciar este año, y su implementación se proyecta iniciar con el despliegue del sistema en municipios pilotos seleccionados antes de la elaboración de su marco conceptual, y si criterios de asignación claramente definidos<sup>§§</sup>.

Además, se ha elaborado una Política Informática Institucional en curso de aprobación que pretende proyectarse como instrumento piloto de apoyo al desarrollo informático en el INIFOM y los municipios. Esta política plantea recomendaciones estratégicas para el desarrollo coherente de la informática municipal e institucional, haciendo hincapié en las áreas críticas para el éxito del SIAF. También, esta Política Informática pretende ser formadora de un repositorio de experiencias institucionales, a manera de aprender de las experiencias propias del INIFOM así como de otras instituciones de gobierno con el fin de impulsar mejoras en las prácticas de modernización informática.

#### ***D. Plataforma Tecnológica***

El Marco Conceptual también elabora recomendaciones sobre la arquitectura conceptual en términos de los componentes de software de alto nivel, indicando que se debería utilizar una distribución de tres niveles (3-tier), utilizando un framework de componentes compartidos entre los cuales cabe destacar:

- ❑ Un motor de flujo de trabajo, para la coordinación de las tareas administrativas
- ❑ Un motor de reglas para la aplicación de reglas del negocio unificadas y con una capacidad de adaptación mediante la escritura de guiones (scripts)
- ❑ Componentes de acceso a datos que permiten la abstracción del acceso de las aplicaciones a los datos

---

<sup>§§</sup> Ya se han firmado acuerdos entre las agencias financiadoras y los gobiernos municipales designados pilotos, y no se ha publicado ningún estudio que haya determinado los criterios bajo los cuales fueron seleccionados



- ❑ Un componente de seguridad para administrar la validación de usuarios, contraseñas y niveles de acceso
- ❑ Un mecanismo de correeduría de datos para la integración intermunicipal e interinstitucional en condiciones asíncronas
- ❑ Un componente de distribución de documentos electrónicos (para la administración de versiones digitales de documentos legales tales como balances, presupuestos, etc., para facilitar su transporte y almacenamiento temporal).
- ❑ Estructura Organizativa y Registro de Empleados para proporcionar un control consciente de los usuarios, sus roles, permisos y restricciones.

Las recomendaciones realizadas por la firma consultora que ha elaborado los documentos base del SIAF (Diagnóstico de sistemas, Marco Conceptual, Plan de Implementación, Política Informática, Términos de Referencia) referentes a esta arquitectura se basan en la experiencia de sus expertos en proyectos anteriores, especialmente en el SIFISE, el cual ya incorporaba gran parte de estos componentes en su arquitectura. Las recomendaciones hechas en cuanto a las tecnologías para implementar esta arquitectura abordan el espectro de las tecnologías actualmente en boga para arquitecturas distribuidas:

- ❑ Microsoft DCOM/COM+
- ❑ Microsoft .NET
- ❑ Java

De hecho, en cuanto a tecnología, el INIFOM ha señalado su preferencia por tecnologías Microsoft, en especial SQL Server, Access y Visual Basic para el desarrollo del SIAF. El documento de diagnóstico y el marco conceptual, sin embargo, rechazan el uso de Access como una alternativa para la gestión de bases de datos, por considerarlo incompatible con respecto a los estándares técnicos propuestos.

Cabe señalar, que durante el diagnóstico de sistemas se realizó una evaluación técnica de las aplicaciones existentes, aplicando criterios específicos a aspectos tales como el tipo de gestor de bases de datos, las características de la arquitectura del software, el tipo de lenguaje de programación, y la calidad de interfaz gráfica. De esos mismos principios parten las recomendaciones técnicas en torno al uso preferente de .NET y SQL Server, dejando como una alternativa de menor criterios técnico Visual Basic 6.0 (COM/COM+) ante el señalamiento del fabricante de estos productos (Microsoft) de haber abandonado el soporte para esta última tecnología.

En cuanto a Java, los consultores han rechazado su uso como alternativa de plataforma para el SIAF a la luz de:

- ❑ Que Java no es una plataforma muy conocida entre los informáticos nicaragüenses
- ❑ Que Java no ofrece soporte comprensivo para las tecnologías de Microsoft SQL Server
- ❑ Que Java ofrece menores índices de desempeño según estudios comparativos con la plataforma .NET

Evidentemente, también ello responde a la solicitud inicial de INIFOM de incorporar sus recomendaciones sobre tecnologías Microsoft, en las cuales su personal informático de línea si tiene experiencia. Incluso, se ha definido como sistema operativo *de facto* Windows 2000 o superior, debido a que representa la plataforma que cuenta con mayor soporte del fabricante en la actualidad y requiere un mínimo de conocimientos para la administración de servidores (siendo de valor significativo para las municipalidades donde se asume baja capacidad técnica y se priorizan bajos costos de operación y de mantenimiento).

El marco conceptual [INIFOM03b], también explica la necesidad de definir como parte esencial del proyecto un proceso de desarrollo coherente basado en la mitigación de riesgos y en principios iterativos que permitan la recopilación de requerimientos en un lapso discrecional. Además, se proporcionan allí las recomendaciones básicas y criterios para la selección de herramientas de desarrollo y de apoyo incluyendo: herramientas de análisis y diseño, editores de código, herramientas de prueba, herramientas de control de versiones, herramientas de control de cambios etc.

### ***E. Integración del Sistema***

Al igual que la mayoría de los sistemas de alcance nacional (véase el proyecto SIMINSA) existe una preocupación alrededor del tema de la infraestructura como factor limitante de la posibilidad de construir sistemas integrados pero distribuidos geográficamente. No obstante, los consultores que elaboraron el marco conceptual del SIAF consideraron que este factor no debería tener repercusiones serias en una arquitectura suficientemente flexible para operar con o sin una infraestructura de comunicaciones económica y fiable.

Es necesario aseverar, que la principal función requerida para la integración de las instancias municipales del SIAF es la consolidación de información municipal para la toma de decisiones a nivel ejecutivo en el INIFOM, así como el intercambio de experiencias entre los municipios.

Con ese propósito, se recomendó el uso de un mecanismo de mensajería asincrónica, basado en el modelo solicitud-respuesta que pudiese realizar la persistencia y lectura de mensajes en dispositivos portátiles de almacenamiento físico en caso de no contar con infraestructura de comunicaciones, o bien que en caso de contar con tal infraestructura, que se realizara el enrutamiento directo de los mensajes. Ello ante la expectativa de que el INIFOM pudiese aprovechar en algún momento las extensiones departamentales de la red de gobierno, de las cuales se espera estén operativas al menos cinco este año.

### ***F. Integración Inter-Institucional***

Incorporando el mismo principio de mensajería asincrónica, el INIFOM espera hacer posible la integración del SIAF con otros sistemas de información del gobierno central como el E-SIGFA, actuando a nivel central como un órgano de correduría de datos. Ello permitiría que el INIFOM juegue un importante papel en el enlace entre los gobiernos locales y el gobierno central.

Es válido aclarar, que se ha planeado completar la implementación del E-SIGFA en el INIFOM este año 2003, significando que el INIFOM dispondrá de acceso a la Intranet de Gobierno haciendo posible proponer el funcionamiento de la correduría de datos como una función de integración.

Evidentemente, ello requerirá mucho esfuerzo para el establecimiento de protocolos estándares para mensajería asincrónica y el desarrollo de mecanismos de comunicación, pero este es un reto que puede traer consigo soluciones de largo plazo para los sistemas existentes y aquello que están por venir.

### **G. *Temas de Debate***

- ❑ El rechazo inicial de la contraparte perteneciente a INIFOM ante la propuesta de un suprasistema (SIIM o Sistema Integrado de Información Municipal) hecha por los consultores, sugiere que existen problemas institucionales para concebir una visión global y sistémica de los requerimientos de información para la gestión municipal
- ❑ El INIFOM demuestra en el ámbito informático una orientación hacia los problemas internos en su relación con las alcaldías, dejando como un aspecto secundario la integración de sus sistemas con otros entes de gobierno, incluyendo al SIGFA. Aunque nace de ellos la sugerencia de considerar los requerimientos de información para el SIGFA y SNIP, entre otros, evidencian cierta reticencia ante la propuesta de actuar como ente de gestión de la información entre las alcaldías y el gobierno una vez completado el Marco Conceptual del SIAF.
- ❑ Existe un rechazo de INIFOM ante la propuesta de jugar un papel de fomento para el desarrollo de la informática gubernamental. Aunque hasta la fecha, el proyecto SIGFA represente la máxima inversión y compromiso del Gobierno a la informatización con tecnologías de punta, no significa que otra institución no pueda realizar esfuerzos para promover el desarrollo tecnológico en este sentido.
- ❑ El INIFOM rechaza cualquier vínculo de colaboración para el intercambio tecnológico con el FISE a fin de aprovechar componentes tecnológicos ya desarrollados para el SIFISE (como el motor de reglas y el motor de flujo de trabajo o el componente de estructura organizativa y registro de empleados), siendo el SIFISE patrimonio del Estado, y no de una institución en particular
- ❑ El INIFOM no parece prestarle mucha importancia a las recomendaciones metodológicas realizadas por la firma consultora que elabora el marco conceptual y términos de referencia del SIAF, omitiendo en muchos casos la importancia de la evaluación continua del riesgo, y de la captura continua de requerimientos en un proyecto con usuarios y condiciones de trabajo muy heterogéneos (dada la situación de los 154 municipios)
- ❑ La ausencia actual de una Dirección General de Informática (propuesta) en la institución, hace que no haya contraparte que pueda evaluar técnicamente las propuestas de los consultores, con lo cual los debates se han centrado en la

parte procedimental y operativa, sin ninguna discusión alrededor de la arquitectura propuesta. Esto tiene que ver también con que las contrapartes no han asimilado la importancia de la definición temprana de la arquitectura y solamente ven en las aplicaciones informáticas la automatización de la ejecución de los procedimientos.

### 6.3.2. Análisis de la situación actual en base a los proyectos seleccionados

Una vez descritos los proyectos seleccionados, e identificados algunos de los aspectos existentes que tienen relevancia para las plataformas tecnológicas del Estado, es necesario realizar un análisis a la luz de sus Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas.

Para ello se hará uso de la siguiente matriz que facilita la comprensión del análisis:

Fortalezas y Debilidades	
Planteamiento*	Análisis
1. <i>Existe un intento de proporcionar una visión sistémica de las necesidades informáticas del gobierno</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <i>SIGFA</i>: Ha existido un intento por proporcionar una solución integral al menos a su área de competencia (finanzas públicas) sin embargo su perspectiva es altamente centralizada y poco flexible hacia otras necesidades informáticas</li> <li>❑ <i>SIMINSA</i>: La visión del proyecto es para el dominio específico del sector salud sin embargo no se ha hecho ninguna consideración sobre su relación con otros dominios de información (<i>SIGFA</i><sup>†</sup>, registro civil de las personas, para mencionar algunos)</li> <li>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: No es un buen indicativo de ello la actitud hacia el SIIM. Existe reticencia en aceptar otras necesidades del gobierno que ya están empezando a caldearse<sup>‡</sup> y de colocar al INIFOM en el contexto del gobierno central desde el punto de vista de la información.</li> </ul>
2. <i>Existe una actitud proactiva a las necesidades de integración de los sistemas dentro de la institución</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <i>SIGFA</i>: Aunque si existe cierta visión en cuanto el E-SIGFA <i>per sé</i>, la llana integración entre el E-SIGFA, SIGFITA y SIGFA-PRO es índice de que existen deficiencias al respecto. En particular, la arquitectura seleccionada proscribió cualquier posibilidad de integración del ESIGFA con otras aplicaciones propias para los ministerios.</li> <li>❑ <i>SIMINSA</i>: La deficiente integración entre los módulos instalados en los distintos puntos de implementación y la expectativa de una nueva versión con iguales deficiencias indica que no se</li> </ul>

\* Toda fortaleza o debilidad se deriva de un mismo planteamiento el cual al cumplirse o incumplirse se traduce en una debilidad o en una fortaleza

<sup>†</sup> Su perspectiva inicial sobre su relación sobre el SIGFA no estaba muy clara, aunque si se habían incorporado conceptos como el uso de clasificadores presupuestarios y catálogos de cuentas similares pero no desde una perspectiva de necesidad de integración de gobierno

<sup>‡</sup> Tales como el proyecto PRODEP orientado hacia la informatización del catastro físico, permitiendo crear un registro único de la propiedad que podría hasta la fecha de concepción del SIAF tener algún conflicto con el sistema de catastro fiscal cuyo fin último es proporcionar una fuente para la gestión de recaudación

<b>Fortalezas y Debilidades</b>	
<b>Planteamiento*</b>	<b>Análisis</b>
	<p>cumple la integración vertical. La integración entre módulos locales, por diseño, está garantizada.</p> <p>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: La concepción del SIAF como sustituto de los sistemas existentes es un buen indicativo de ello, aunque el rechazo del concepto de un sistema integrado para todas la gestión municipal SIIM, aunque sea por razones económicas, deja lugar a cierta duda</p>
3. <i>Existe una actitud proactiva a las necesidades de integración de sistemas a nivel interinstitucional</i>	<p>❑ <i>SIGFA</i>: La ausencia de una criterio definitivo sobre la alternativa de integración con otros sistemas (e.g. SIMINSA) indica cierta deficiencia</p> <p>❑ <i>SIMINSA</i>: La ausencia de un criterio propio para la integración con el SIGFA demuestra cierta deficiencia en este sentido</p> <p>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: Con el concepto de Correduría de datos, ha presentado hasta la fecha una solución temprana para las necesidades de integración, previendo la existencia de problemas complejos si no se considera ello desde el principio</p>
4. <i>Existe una verdadera visión que promueva la reutilización de recursos tecnológicos y arquitectónicos</i>	<p>❑ <i>SIGFA</i>: El hecho de que se hayan externado problemas con el SIMINSA en cuanto al uso de la Intranet de gobierno es un mal indicativo. No obstante, las propuestas sobre el SIGFA como un Proveedor de Servicios de Aplicación (compartiendo servidores, red etc.) parece algo contradictorio.</p> <p>❑ <i>SIMINSA</i>: La postura inicial de emplear una red propia para las comunicaciones señala deficiencias a la luz del desconocimiento sobre el planteamiento de un proyecto del MECD con similar objetivo.</p> <p>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: El rechazo ante la posibilidad de transferir componentes ya desarrollados desde el SIFISE no es un buen indicador de esto</p>
5. <i>Existe un consenso sobre la focalización del desarrollo informático para reducir inversión en productos duplicados</i>	<p>❑ <i>SIGFA</i>: La existencia del E-SIGFA como sistema único administrativo-financiero para los ministerios es un buen indicativo, pero existen otros elementos contradictorios que causan cierta duda<sup>§</sup></p> <p>❑ <i>SIMINSA</i>: El mismo hecho de duplicar una propuesta hecha por el MECD de crear una red inalámbrica para áreas rurales indica deficiencias</p> <p>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: Existe la expectativa de adherirse a un plan consensuado promovido por la CONYCIT (Plan ALFA) lo cual es algo positivo. No obstante, la duplicación de tecnologías existentes en el FISE es un mal indicativo.</p>
6. <i>La definición de la arqui-</i>	<p>❑ <i>SIGFA</i>: Aunque se han demostrado los beneficios arquitectó-</p>

<sup>§</sup> El hecho de que el MECD haya adquirido un sistema administrativo-financiero propio, y que PAININ y FISE se encuentren en busca de uno (transferido de otra institución) o de licitar para la adquisición de uno

<b>Fortalezas y Debilidades</b>	
<b>Planteamiento*</b>	<b>Análisis</b>
<i>itectura se basa en criterios demostrados de los beneficios de la arquitectura</i>	<p>nicos (3 capas) para el E-SIGFA y SIGFA-FOR, el SIGFA-PRO y el SIGFITA no demuestran a la fecha alguna clara fortaleza en la decisión arquitectural. Más bien, las dos arquitecturas son fundamentalmente contradictorias, y no se entiende esta contradicción, cuando supuestamente el desarrollo fue hecho bajo una misma dirección.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <i>SIMINSA</i>: La arquitectura del sistema era tradicional para la época**, y aunque demuestra ciertos beneficios, apunta hacia otros temas sin resolver, como la incapacidad de lograr un nivel de consolidación de datos distribuidos satisfactorio.</li> <li>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: Para la propuesta arquitectónica del marco conceptual se aplicaron criterios de calidad, mismos que fueron utilizados para la evaluación de las aplicaciones existentes. Se proporciona documentación adicional donde se indican las alternativas de arquitectura y los beneficios asociados con cada una</li> </ul>
7. <i>La selección de la tecnología se basa en criterios institucionales y de calidad técnica así como criterios económicos definidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <i>SIGFA</i>: Aunque si existen criterios técnicos para la selección de tecnología, parece ser que las decisiones se fundamentan principalmente en los instrumentos brindados por el BM, los cuales no apuntan al fortalecimiento de la práctica metodológica en el Estado</li> <li>❑ <i>SIMINSA</i>: La selección tecnológica se basa en recomendaciones del distribuidor de Oracle, y en el criterio de funcionarios no informáticos. Actualmente, la decisión sobre el <i>SIMINSA lite</i> no parece haber contemplado criterios (como la integración) ni alternativas de adopción de estándares (como el uso del XML para la integración vertical).</li> <li>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: Aunque si se han aplicado criterios de calidad y economía para la selección de tecnología, existe una tendencia hacia satisfacer las “preferencias institucionales”</li> </ul>
8. <i>Se han proporcionado instrumentos institucionales†† para garantizar la rastreabilidad de las decisiones dentro de los proyectos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <i>SIGFA</i>: Se demuestra que el proyecto no cuenta con instrumentos para la documentación de las decisiones ni principios técnicos para validar las mismas, y que existe ciega confianza en el criterio de los expertos. Los instrumentos existentes son del BM.</li> <li>❑ <i>SIMINSA</i>: Los instrumentos institucionales (brindados por la consultoría a cargo del proyecto y otros cuantos del BM) son muy pocos y parecen no ser suficientes para garantizar la rastreabilidad de responsabilidad</li> <li>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: No se cuentan con instrumentos institucionales para garantizar las decisiones de proyecto, sin embargo existe</li> </ul>

\*\* En cuanto a la organización cliente-servidor y la distribución de la carga, interfaz de usuario etc.

†† Los que incluyen técnicas de evaluación, mecanismos de registro de las decisiones y de las operaciones, documentación de procedimientos informáticos y administrativos etc.

<b>Fortalezas y Debilidades</b>	
<b>Planteamiento*</b>	<b>Análisis</b>
	una anuencia hacia el establecimiento de normas y estándares tales como criterios para el diagnóstico de arquitecturas lo cual se incorpora en la Política Informática
9. <i>Se aplica de forma sistemática el análisis de riesgo en los proyectos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <i>SIGFA</i>: Se aduce que no es requerido pues existe una metodología bien aplicada, y un grupo de consultores con vasta experiencia en proyectos similares.<sup>‡‡</sup> La ausencia de la obligación de rendir cuentas sobre riesgos tomados facilita esta situación.</li> <li>❑ <i>SIMINSA</i>: La gestión de riesgos se considera innecesaria evidenciando el éxito rotundo en el desarrollo del <i>SIMINSA</i><sup>§§</sup>, La ausencia de la obligación de rendir cuentas sobre riesgos tomados facilita esta situación.</li> <li>❑ <i>INIFOM-SIAF</i>: Tanto el plan de implementación como el marco conceptual proporcionan un análisis preliminar de los riesgos que podría enfrentar el proyecto y recomiendan la aplicación de una metodología de gestión de riesgos, lo cual ha sido aceptado con ciertas reservas por INIFOM.</li> </ul>
<b>Oportunidades y Amenazas</b>	
<b>Planteamiento</b>	<b>Análisis</b>
10. <i>Existe al menos una iniciativa a nivel general que permita resolver las necesidades de integración de los sistemas del Estado</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Se han identificado recomendaciones hechas en la propuesta de política informática de INIFOM tales como el establecimiento de estándares, y la aplicación de ingeniería de dominios con un estudio de alto nivel sobre la estructura, funciones y requerimientos de información del Estado, sin embargo hay renuencia de parte de muchos actores en el gobierno<sup>***</sup></li> <li>❑ La CONICYT ha elaborado el Plan Alfa donde propone un estudio de las estructuras de datos para establecer normas técnicas y estándares para lograr compatibilizar los sistemas, sin embargo, hasta la fecha la propuesta no ha sido compartida con muchos sectores de la informática estatal.</li> <li>❑ Se continuarán desarrollando e implementando nuevos sistemas, tales como el nuevo sistema del FISE y el sistema administrativo-financiero del MECD que demuestran la fragilidad de la informática gubernamental si no se proporciona pronto una visión sistémica.</li> </ul>

<sup>‡‡</sup> Ante esta postura es necesario señalar, que durante una entrevista del autor de este estudio con una consultora argentina (Ing. Ethel Falcoff – LIVEWARE S.A.) con experiencia de más de diez años en gestión de calidad del software, y quien ha laborado en diversos proyectos de gran escala para gobierno, confirma que la gestión de riesgos es una responsabilidad ineludible en todo proyecto informático de desarrollo.

<sup>§§</sup> Omitiendo, sin embargo, el hecho de que no se ha logrado una implementación exitosa del sistema y de que se han requerido adaptaciones continuas a los productos.

<sup>\*\*\*</sup> Se promovió el establecimiento de una comisión independiente para el tema de política informática conformada por funcionarios del SNIP, de ALMA y de los consultores para el SIAF-INIFOM, sin embargo las reuniones se interrumpieron sin obtener resultados ni reacción de ninguno de los interesados institucionales.



<b>Oportunidades y Amenazas</b>	
<b>Planteamiento</b>	<b>Análisis</b>
<i>11. Existe una buena actitud de parte de la sociedad civil y otros entes ante el desarrollo informático llevado a cabo hasta la fecha en el Gobierno</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Existe una actitud abrumadora contra las prácticas informáticas actuales en el gobierno por parte de los medios de comunicación y de algunos funcionarios y exfuncionarios públicos (véanse los ataques en artículos periodísticos contra el proyecto SIGFA)</li> <li>❑ El personal de las alcaldías entrevistadas durante la consultoría INIFOM-SIAF se muestran insatisfechos con el papel informático del INIFOM hasta la fecha y muestran cierta desconfianza al respecto del nuevo proyecto</li> <li>❑ Existe una resistencia al cambio inestimable por parte del personal de Hospitales y SILAIS en el caso del SIMINSA, que puede tener resultados adversos en el cumplimiento de las metas del proyecto</li> </ul>
<i>12. Existe alguna tendencia hacia la observancia permanente de técnicas y metodologías de trabajo como parte de la cultura de los informáticos nacionales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ El rechazo al uso continuado de las herramientas de modelación en el SIMINSA por parte del personal técnico de soporte indica un gran riesgo de hacer insostenible los requerimientos mínimos de metodología y documentación para el mantenimiento.</li> <li>❑ La fuente que indica malpráctica en la gestión de modelación y documentación del SIGFA puede ser un indicador de riesgos en el éxito del proyecto una vez que se transfiera a la fase de mantenimiento</li> <li>❑ El hecho de que consultores internacionales hayan dejado el proyecto, llevándose consigo muchos de los criterios técnicos es indicador de una amenaza en cuanto a la posibilidad de tomar decisiones con una visión integral del sistema sin tener repercusiones económicas excesivas</li> </ul>
<i>13. Existe una postura de respaldo integral para el éxito de estos proyectos informáticos en el Estado de parte de los organismos financiadores</i>	<p>Hasta la fecha continúa el apoyo económico, sin embargo no parece existir una conciencia verdadera del problema. Ello indica que probablemente se seguirán invirtiendo grandes sumas de dinero en proyectos con una visión reactiva y no pro-activa hacia las necesidades de normación de la informatización.</p>

### **6.3.3. Beneficios proporcionados por la metodología**

A la luz del enfoque utilizado para el análisis de los proyectos estatales seleccionados, es posible identificar los beneficios que proporciona la metodología en la dirección de transformar las debilidades y amenazas identificadas en fortalezas y oportunidades. Como se ha hecho referencia en los objetivos, los beneficios que se pueden derivar de la metodología son de los siguientes tipos:

- ⊕ Beneficios Económicos
- ⊕ Beneficios Políticos
- ⊕ Beneficios Sociales

Esta clasificación se utilizará en las secciones siguientes para presentar los resultados de la identificación de beneficios.

#### **6.3.3.1. Beneficios Económicos**

Los principales beneficios económicos que proporciona la metodología son los siguientes:

- ⊕ Se maximizan los beneficios económicos tangibles e intangibles de la inversión al adquirir una visión global que permite:
  - Establecer prioridades para obtener beneficios realizables en corto plazo
  - Definir grupos de proyectos cuyo éxito (realización de sus beneficios) es interdependiente
  - Definir una secuencia de cambio tecnológico (modernización informática) acorde a una visión estratégica única del Estado, evitando costos correctivos requeridos para lograr el alineamiento de estrategias
- ⊕ Con la visión sistémica del Estado se permite reducir las inversiones duplicadas en proyectos similares, pudiendo:
  - Procurar economías de escala mediante la reutilización de componentes arquitectónicos y tecnológicos
  - Compartir infraestructura tecnológica (redes de comunicación, centros de cómputo, etc.)
  - Reducir los costos de capacitación técnica y metodológica de los recursos humanos mediante la adopción de prácticas uniformes, tecnologías estandarizadas y normativas de aplicabilidad universal
- ⊕ El uso de una arquitectura institucional del Estado, permite identificar los grandes sistemas de información y los requerimientos de integración con lo que:

- Es posible desarrollar sistemas que desde su concepción identifiquen sus requerimientos y opciones de integración, lo cual significa que se reducen los costos correctivos para la integración de procesos y de datos
  - Es posible optimizar la integración de sistemas mediante la reducción de interfaces de integración y la adherencia temprana a normas y estándares de la industria
  - Se obtiene una mayor calidad en los servicios de integración, pues han sido concebidos de forma pro-activa a los requerimientos de los sistemas que enlazan garantizando entre otras cosas la reducción de las interrupciones de los servicios (baja confiabilidad) y mejoran el desempeño, proporcionando mecanismos de entrega oportuna de la información compartida.
- ⊕ Se procura incorporar mecanismos de administración de riesgos con lo que se logra obtener:
- Reducción de los costos de absorción de riesgos en los proyectos mediante planes de mitigación y de contingencias
  - Reducción de las probabilidades de fracasos en los proyectos, lo cual implica reducir los costos por productos inutilizables
  - Un registro de soluciones garantizadas que permitirá la mitigación de riesgos en otros proyectos
  - Permite obtener el apoyo de individuos, unidades y entidades claves con el fin de mejorar las probabilidades de éxito del proyecto
- ⊕ La selección de plataformas tecnológicas incluyendo metodologías de proyecto y herramientas apunta hacia principios para mejorar la calidad y reducir los costos de implementación, de labor de mantenimiento y costos de operación (considerado un gasto recurrente) mediante:
- La medición de la calidad técnica se realiza acorde a las necesidades reales de los beneficiarios institucionales (funcionarios públicos, inversionistas, y la población)
  - Se utiliza una misma base de evaluación de la calidad a lo largo de todo el proyecto, lo cual garantiza la coherencia entre la visión, requerimientos y productos finales, evitando la necesidad de realizar modificaciones continuas para obtener el producto inicialmente esperado
  - La selección tecnológica se realiza en base a un conocimiento amplio y analítico de lo que se ofrece en el mercado considerando reducir los costos procurando advertir la obsolescencia, los costos de cambio tecnológico, el impacto institucional, y las lecciones aprendidas en proyectos anteriores

### **6.3.3.2. Beneficios Políticos**

Los beneficios políticos aquí planteados se refieren a aquellos aspectos asociados con la opinión pública de la gestión de gobierno. Estos beneficios políticos son analizados a la luz de los objetivos que deben establecerse en la administración pública de:

- Procurar la eficiencia de la gestión lo que implica garantizar el mejor uso de los recursos
- Lograr la eficacia de su función, proporcionando servicios económicos, rápidos y seguros para la población
- Garantizar la transparencia, mediante la rendición de cuentas y la alta disponibilidad de la información sobre las decisiones y las operaciones a cualquier sector de la población que lo requiera

Los beneficios políticos de mayor relevancia a la luz de la situación actual son los siguientes:

- ⊕ Existe una percepción de transparencia de la administración pública en las decisiones informáticas al:
  - Garantizar que las iniciativas de proyecto se fundamentan en una estrategia coherente y que sus resultados se alinean a esta estrategia
  - Sustentar las decisiones en criterios técnicos claramente normados que son aplicados uniformemente a todos los proyectos
  - Establecer una distinción entre la función normadora (arquitectura institucional y comités técnicos y de inversión) y la función ejecutora (desarrollo de proyectos informáticos e implementación)
  - Garantizar la rastreabilidad de las decisiones mediante la utilización de instrumentos documentales de dominio público basados en prácticas metodológicas que se enlazan para proporcionar una apreciación clara y lógica de la gestión
  - Motivar a los funcionarios públicos a responsabilizarse y rendir cuentas de sus decisiones y de los resultados de las mismas sustentándose en prácticas metodológicas debidamente normadas
- ⊕ Se garantiza a la población un proceso de modernización más eficiente, reduciendo la duplicación de la inversión, y el manejo riesgoso del tesoro público al:
  - Fundamentar las decisiones de inversión en tecnología de un plan unificado ligado a una visión estratégica, evitando la ejecución de proyectos con objetivos duplicados y sin un norte en el contexto mayor del Estado.
  - Seleccionar las alternativas tecnológicas con los niveles de calidad requerida y coherente a las necesidades de la población, evitando la inversión en soluciones tecnológicas innecesarias

- Identificar y administrar tempranamente los riesgos de los proyectos de informatización
  - Proporcionar la mejora continua de las decisiones al permitir incorporar normas y estándares técnicos y metodológicos y registrar experiencias en la generación de soluciones
  - Ofrecer soluciones informáticas orientadas a proporcionar beneficios duraderos sustentados en principios institucionales y técnicos
- ⊕ Se proporcionan instrumentos que mejoran la percepción eficacia de los proyectos informáticos:
- Al evaluar las decisiones en base a métricas institucionales existentes, para lograr incluso la cuantificación y evaluación de los beneficios intangibles (que luego se transforman en metas)
  - Al perseguir la coherencia entre la visión de gobierno, las funciones y objetivos organizacionales y los proyectos de modernización a través de un ciclo completo planeación
  - Al realizar una entrega de beneficios a la población basada en una evaluación de las prioridades de gobierno

En general, estos beneficios políticos permiten que el Estado pueda:

- Adquirir una postura ventajosa para negociar con una estrategia sólida la modernización institucional ante los organismos financiadores
- Identificar fuentes de recursos de apoyo técnico y metodológico a nivel internacional, haciendo posible concertar la cooperación mutua entre países con objetivos de modernización en común
- Procurar la confianza de legisladores y de los gobiernos locales para obtener el apoyo político requerido para llevar los beneficios de la tecnología de la información a las áreas rurales, encauzándose hacia los objetivos de desconcentración y descentralización, y al mismo tiempo facilitar el acceso a la información destinada a expeditar las funciones de control
- Demostrar un compromiso con los objetivos de gobierno para obtener el apoyo del sector privado y del sector educativo como bases fundamentales para el desarrollo y sostenimiento tecnológico del país

### **6.3.3.3. Beneficios Sociales**

Los beneficios sociales se refieren al progreso económico y mejora en la calidad de vida de la población directamente, mediante los servicios que proporciona el Estado, e indirectamente con la eficiencia y eficacia con que opera. En esta línea, la metodología ofrece los siguientes beneficios:

- ⊕ Permite la concepción e implementación de soluciones informáticas que proporcionan un retorno (mediante su funcionamiento) en los plazos requeridos por la estrategia de gobierno:
  - Permitiendo alcanzar metas de modernización dentro de una planificación maestra de la entrega de servicios mejorados
  - Permitiendo identificar las interdependencias entre los factores que afectan la calidad de servicio entregado a la población. Por ejemplo, el éxito de un sistema de información (tal como la toma de decisiones a nivel ejecutivo) es dependiente del éxito previo de otros sistemas (de registro de las operaciones).
  - Garantizando que los proyectos sean concluidos cumpliendo con los objetivos establecidos, y mitigando riesgos que atenten con su interrupción
- ⊕ Reducir los costos del proceso de informatización del Estado y optimizar el uso de los escasos recursos, permitiendo reorientar la inversión en áreas sustantivas (servicios directos a la población como salud y educación):
  - Evitando la duplicidad de proyectos
  - Reduciendo los riesgos de proyectos que puedan incrementar significativamente los costos de ejecución
  - Estableciendo un mecanismo de administración de la inversión en tecnología de información, identificando prioridades y oportunidades
- ⊕ Se promueve la erradicación de la cultura de la corrupción en el sector público:
  - Proveyendo mejores garantías de la responsabilidad y rendición de cuentas por parte de los funcionarios públicos al hacer más rastreables las decisiones
  - Proveyendo una base conceptual para la toma de decisiones en el sector público en lo que respecta a la implementación de tecnología de información
- ⊕ Se promueve la formalización de la gestión pública con la instrumentación de la toma de decisiones y de la aplicación tecnológica pues:
  - La metodología representa un paso en la dirección del cumplimiento de modelos de madurez aceptados en la gestión pública extranjera (CMM, Modelo de Madurez de la Inversión)
  - La metodología contempla la posibilidad de crear instrumentos más elaborados a medida que el Estado incorpore la visión de mejora continua a nivel técnico y de toma de decisiones con el beneficio de una memoria institucional (a través del Modelo Técnico de Referencia así como de la Planeación y Control de la Inversión)

## 7. Análisis de Resultados

Los resultados de este estudio, inherentemente teórico, son analizables con base en los siguientes criterios proporcionados por su marco teórico:

- Los modelos de madurez (CMM) para la evaluación de los procesos de desarrollo del software
- El modelo de madurez para la inversión

Estos dos modelos son fundamentalmente evaluativos, y ampliamente aceptados en la industria del software para identificar el nivel formal establecido en la gestión de implementación de tecnología de la información.

Por otra parte, es necesario definir los principales elementos que abordará este análisis:

- La construcción de la metodología.
- Los beneficios proporcionados por la metodología y su relación con los resultados obtenidos del análisis de los proyectos seleccionados.

### 7.1. Construcción de la Metodología

Puesto que los objetivos (1) y (2) se referían a la selección de herramientas y el diseño de la metodología, la construcción de la misma se basó en:

- La selección de fuentes documentales (técnicas y modelos) que en general :
  - Representan prácticas ampliamente difundidas en la industria (estándares, normas, técnicas tradicionales y nuevas técnicas),
  - Proporcionan enlaces lógicos en la elaboración de insumos que son necesarios en la selección de tecnología: Requerimientos, Arquitectura de Software, Tecnologías, Herramientas, Metodología de Desarrollo, Costos y Riesgos y,
  - Ofrecen una guía sobre herramientas alternativas.
- La incorporación de estas fuentes documentales en un modelo con una estructura (Top-Down) es decir, de lo general a lo específico, se sustenta en lo siguiente:
  - La metodología busca proporcionar una visión de conjunto del problema de la informatización, lo cual se logra al incorporar el concepto de Arquitectura Institucional,
  - La metodología busca como elaborar un enlace entre el concepto de Arquitectura Institucional y la realidad nacional (la existencia de la Ley 290: una ley de competencias que describe a grandes rasgos la estructura funcional del Estado, la cual es totalmente congruente con un modelo organizacional sugerido por la Arquitectura Institucional),





- Incorporación del concepto de patrones arquitectónicos (y los conceptos asociados de arquitectura de referencia y de estilos arquitectónicos) como principio para la construcción de arquitecturas conceptuales, recomendado también por TOGAF, permitiendo la creación de arquitecturas basadas en la reutilización y en la aplicación racional de criterios de calidad y restricciones técnicas.
- Incorporación del modelo Vista 4+1 para la representación de las alternativas de arquitectura conceptual como un medio para el fácil intercambio de conocimientos sobre la arquitectura, ya que proporciona vistas estándares en la industria y es totalmente congruente con los modelos de UML.
- Incorporación de la técnica ATAM para la validación de la arquitectura respecto a escenarios de uso y atributos de calidad.
- Incorporación de criterios para la selección de herramientas para:
  - La administración de configuración.
  - La administración del cambio.
  - La modelación del sistema.
  - El desarrollo del software.
  - La automatización de pruebas.
- Incorporación de la técnica TBQ (Cuestionarios Basados en Taxonomía) para la identificación de riesgos técnicos y económicos.
- Incorporación de técnicas de estimación de duración y esfuerzo (CO-COMO o Puntos de Función) para estimar el impacto del coeficiente tecnológico en la factibilidad técnica de cada plataforma alternativa.
- Incorporación del Análisis Costo-Beneficio para la evaluación económica de los proyectos, con el fin de facilitar el análisis de los tomadores de decisiones al emplear una herramienta muy difundida en el sector público.
- Incorporación de la técnica “Bridging the Gap” para la cuantificación de intangibles.
- Recomendación de criterios para la selección de los métodos de cuantificación financiera.
- Recomendación del uso de herramientas para la evaluación económica de los riesgos (incluyendo uso del Valor Esperado o del Análisis de Sensibilidad).

Como se podrá observar, la metodología proporciona diversos puntos de vista:

- Un enlace completo de la gestión informática, desde la adopción de una visión institucional del Estado, la elaboración de planes de implementación de tecnología de información y finalmente la evaluación de la factibilidad de las distintas plataformas tecnológicas para proyectos específicos.
- Una recomendación sobre las estrategias técnicas en general, que debería adoptar el Estado:
  - La estandarización y la normación tecnológica y metodológica.
  - El establecimiento de criterios racionales para las decisiones de cambio tecnológico que tomen en cuenta:
    - Costos de mantenimiento actuales vs. costos de cambio y de operaciones para un nuevo sistema.
    - El valor que representa para las instituciones el sistema actual.
    - La obsolescencia tecnológica vs. los costos de capacitación y reclutamiento de personal técnico para nueva plataforma.
  - La definición de estrategias de integración recomendadas antes de continuar con el desarrollo de nuevos sistemas de información.
  - La identificación de recursos tecnológicos (componentes e infraestructura) y conceptuales (metodologías, arquitecturas, patrones) reutilizables de proyecto a proyecto a fin de reducir costos y mejorar la calidad.
  - La selección tecnológica basada en especificaciones arquitectónicas y no únicamente en marcas de fabricante u otros criterios que pueden afectar negativamente la calidad y economía de los productos finales.
  - La evaluación del riesgo como un requisito ineludible para la aprobación de toda decisión de proyecto.
- Un modelo para la conformación de plataformas tecnológicas en los proyectos utilizando como punto de partida escenarios de uso y los atributos de calidad asociados a cada escenario, para luego llevar a cabo la verificación de una arquitectura conceptual y luego la evaluación de factibilidad de un conjunto de tecnologías al intentar implementar esta arquitectura.

En muchos casos ya se observan muchas coincidencias entre algunos de los aspectos propuestos en esta metodología y nuevas iniciativas de entes del Estado que entre otros:

- Proponen la definición de estándares y normas técnicas (*Programa ALFA – CONICYT, Política Informática del INIFOM*)
- Proponen la integración de los sistemas de información del Estado (*Programa ALFA – CONICYT, Política Informática del INIFOM*)
- Proponen la transferencia tecnológica como un factor de desarrollo (*Programa ALFA – CONICYT, Política Informática del INIFOM*)
- Proponen la definición de procedimientos informáticos institucionalizados (*Política Informática del INIFOM*)

De igual manera, resulta interesante que la Estrategia ALFA argumente que:

“Al definir estándares y normas muchos de los responsables del desarrollo de sistemas en las diferentes instituciones sienten que se les está limitando su campo de acción y que no tienen libertad para seleccionar los sistemas operativos, programas de desarrollo e inclusive el tipo de red que mejor se ajuste a sus necesidades” [CONICYT02].

De ello, esta estrategia propone que se establezcan normas con definiciones lo suficientemente amplias para dar libertad de acción a los responsables del área. Precisamente, esta es la orientación de la MSPT, y propone un marco de referencia que permitiría implementar ello, considerando aprovechar prácticas de la industria, siendo esto una tendencia global.

## **7.2. Beneficios de la Metodología de Selección de Plataformas Tecnológicas vs. la situación de los proyectos seleccionados**

La evaluación de fortalezas y debilidades de los proyectos analizados, así como la identificación de los beneficios de la metodología se han llevado sin considerar hasta el momento los criterios proporcionados por el marco teórico en cuanto a los modelos de madurez.

No obstante, al considerar los resultados de la evaluación, es posible avalar la aplicabilidad práctica de estos criterios teóricos en los siguientes puntos:

### Sobre el SA-CMM y SW-CMM:

- El hecho de que no se brindan instrumentos a nivel de organización, sino que se ha concebido únicamente un proceso específico para cada proyecto (SIGFA y SIMINSA) sin tomar en cuenta que el éxito depende principalmente de individuos clave (consultores expertos) representa un gran riesgo, en especial en condiciones de crisis cuando los procedimientos tienden a ser abandonados (SW-CMM: Nivel 2). En contraposición, el establecimiento de una metodología como MSPT, y la continuación de su filosofía a nivel institucional representa una gran ventaja. El hecho de que se utilicen instrumentos establecidos por organismos financiadores no representa ninguna garantía para la madurez de los procesos del software.
- El hecho de que se responde a las necesidades de adquisición en los proyectos actuales hasta que las circunstancias aparecen y que no existan institucionalizados criterios para la selección e implementación de soluciones comerciales (los criterios del BM no aplican para esto) implica que solamente se encuentra en una postura reactiva y dependiente en gran manera de las condiciones del entorno sin poder proporcionar soluciones con un alto nivel de planeación. El hecho de que no se considere a la administración de riesgos como un proceso importante, implica

que solo es posible absorber los riesgos<sup>\*</sup>, pero nunca anticiparlos, evitarlos y buscar soluciones alternativas de manera preventiva (SA-CMM: Nivel 2). En contraposición, la MSPT pretende proporcionar criterios para la selección de soluciones comerciales tomando en consideración requerimientos funcionales y de calidad desde el punto de vista arquitectónico, así como el cumplimiento de estándares debidamente institucionalizados. Además la MSPT elabora recomendaciones alrededor de la necesidad de establecer instrumentos de comunicación (Acuerdo del Nivel de Servicio, Arquitectura Institucional, Criterios de Calidad) entre los distintos proyectos de desarrollo e implementación

- El hecho de que no se utilicen métricas cuantitativas (SA-CMM: Nivel 2), en los proyectos informáticos estudiados para sustentar las decisiones, es un indicativo de un nivel de madurez muy bajo lo cual puede conllevar a resultados altamente riesgosos y sin poder garantizar el nivel de responsabilidad requerido por parte de los participantes de los proyecto.

### Sobre el Modelo de Madurez para la Inversión

- Las entrevistas demuestran que no se encuentran prácticas institucionalizadas para la administración de la inversión, sino que tal función se ejerce de forma *ad hoc* de proyecto a proyecto. No existe, hasta la fecha, un estudio de los requerimientos institucionales de tecnologías de información. Ejemplo de ello es el desarrollo con requerimientos cada vez crecientes (caso del SIMINSA en el cual ahora surge la necesidad de desarrollar una nueva versión del sistema no contemplado durante la concepción inicial). Además, es evidente que no se proporciona una visión de seguimiento de los recursos de tecnología de información, al no contar con una normativa clara de reutilización y cambio tecnológico.
- Las entrevistas demuestran que algunos funcionarios y consultores no consideran necesario aplicar técnicas para la administración del riesgo, en contraposición a la necesidad fundamental de realizar un análisis de la inversión, como es referido en el nivel 3 del modelo de madurez.
- El Estado, no cuenta con una visión clara de la secuencia necesaria para realizar la modernización informática requerida, pues no cuenta con un instrumento útil para la elaboración de un plan maestro.
- Hasta la fecha, y de acuerdo a la visión restringida de proyecto, el Estado no cuenta con un mecanismo de sincronización entre sus estrategias institucionales y sus estrategias de cambio tecnológico (nivel 5 de madurez).
- En contraste a lo anteriormente mencionado en cuanto a los proyectos del Estado bajo estudio, la MSPT proporciona:
  - La utilización del proceso de Arquitectura Institucional como el modelo base para documentar los requerimientos institucionales, en términos de

---

\* Generalmente, a costa del contribuyente, sin rendición de cuenta por los responsables.

datos, aplicaciones y tecnologías vinculados directamente a las estrategias del Estado.

- La descripción de una arquitectura base que representa un mecanismo para el seguimiento de los recursos tecnológicos de información, en cumplimiento del aspecto clave correspondiente al nivel 2 del modelo de madurez.
- Criterios para la selección de la inversión, así como para la definición y evaluación de carteras de proyectos (Un aspecto clave para alcanzar el nivel 3 de madurez).
- Un proceso claro de administración de la secuencia de implementación de sistemas y tecnología al proporcionar el Plan de Transición de la Arquitectura Institucional (Un aspecto clave para alcanzar el nivel 4 de madurez).
- La clara recomendación a lo largo de la metodología, que las decisiones de inversión deben incorporar siempre un proceso de identificación, cuantificación y administración de riesgos, en cumplimiento del nivel 3 sobre el área clave de análisis de inversiones.
- El cambio institucional basado en el uso estratégico de las TIC (aspecto clave para alcanzar el nivel 5 de madurez) al utilizar la Arquitectura Institucional como un instrumento de enlace entre las estrategias institucionales y las estrategias tecnológicas, y el uso de modelos de cambio tecnológico basados en el “valor institucional” de las tecnologías de información.

En resumen, el MSPT representa una mejor alternativa al status quo, al considerar su superioridad en el cumplimiento de los principios técnicos y administrativos de los modelos de madurez. Cabe reafirmar que estos modelos de madurez no representan simplemente una base teórica, sino que registran la experiencia acumulada por expertos en procesos de cambio tecnológico, desarrollo informático y gestión de calidad.

Por ello, es posible evidenciar el sinnúmero de debilidades reflejadas en los resultados en conjunción con los temas de debate presentado en el resumen de cada proyecto estudiado. Ignorar las recomendaciones de estos modelos, representa rechazar recomendaciones técnicas y administrativas que han sido elaboradas en base a la experiencia, lo cual significa en el contexto del Estado nicaragüense:

- Altos costos por errores recurrentes y altas probabilidades de fracaso en los proyectos sin rendición de cuentas ni responsabilización.
- Baja calidad de las soluciones de software resultantes al ignorar o incumplir con los requerimientos de sus usuarios.
- Baja efectividad de la inversión al priorizar soluciones sin tomar en consideración las interdependencias de los sistemas en el contexto del Estado.
- La poca capacidad de lograr la sostenibilidad del proceso de informatización del Estado al no contar con una capacidad técnica (principalmente en aspectos metodológicos) permanente, pues su “éxito” está ligado únicamente a individuos claves (consultores que generalmente implican altos costos al Estado cuando son

contratados por el largo plazo). De hecho la transferencia tecnológica, lo cual es lo que se ha priorizado hasta la fecha, no basta. Es necesario una transferencia metodológica que promueva los conceptos de ingeniería total, como los expuestos en el marco teórico de este estudio.

## 8. Conclusiones

- Es factible – más nada trivial - diseñar un modelo metodológico que facilite la selección de plataformas tecnológicas para el Estado. La ingeniería de software, las ciencias administrativas, y la filosofía sistémica proporcionan herramientas y modelos comprobados que, aplicados dentro de un marco lógico coherente, permiten obtener resultados de mayor calidad que la simple incorporación de las mismas bajo esquemas particulares a cada proyecto. En cual caso, calidad se definiría en sus diferentes facetas de valor de retorno a la gestión pública:
  - De cumplimiento de los objetivos de transparencia, eficiencia y eficacia.
  - De reducción de los costos de modernización.
  - De mayor sostenibilidad de las soluciones tecnológicas.
  - De mejora continua de los procesos institucionales.
  - De sincronía con las estrategias del Estado
- Al orientarse un modelo metodológico, como el aportado en la metodología propuesta, hacia metas de calidad fundadas en modelos de madurez, es posible incorporar en la gestión del Estado las lecciones aprendidas a lo largo de los años de desarrollo de la informática a nivel mundial, evitando los altos costos y riesgos a los que el Estado no debería estar expuesto

En definitiva estos modelos de madurez y recomendaciones técnicas presentadas en esta investigación son de aplicación general para todo esfuerzo de desarrollo informático, demostrando su validez cuando, al ignorar su aplicación en los proyectos actuales del Estado, se evidencian cada vez más las consecuencias adversas.

Por ello el Estado debe acoger las recomendaciones técnicas proporcionadas por la industria y el sector académico, considerando que los beneficios de la reglamentación metodológica son indiscutibles.

- De continuarse el desarrollo informático en las condiciones actuales, sin normatividad y sin metodología, la credibilidad en la función informática recibiría un agudo desgaste ante los sectores sociales y políticos, llevando además hacia el posible detrimento de las oportunidades de financiamiento para la modernización del Estado, al no poder cumplir a través de los procesos actual con los objetivos estratégicos del gobierno.
- Las herramientas técnicas aquí presentadas no sólo son útiles como instrumentos de apoyo a las decisiones, sino también como instrumentos de registro de las mismas, en pro del fortalecimiento de la confianza de la ciudadanía en las instituciones del Estado.

La institucionalización de una metodología basada en buenas prácticas de la industria es un claro indicador ante la ciudadanía y ante los mismos organismos financiadores del compromiso del Estado por proporcionar servicios eficaces y transparentes.

- ❑ La estandarización y la normación tecnológica y metodológica son los instrumentos más eficaces que permitirán el establecimiento de plataformas tecnológicas más coherentes, fortaleciendo la capacidad de integración de los datos y los procesos en el Estado.
- ❑ La visión institucional del Estado, expresada mediante la aplicación de conceptos de arquitectura institucional, representa un mecanismo efectivo para el cambio tecnológico con una perspectiva de largo plazo y economías de escala. No obstante, la efectividad de esta visión, tal como lo propone el estudio, sólo es posible con el consenso de todas las instituciones, las cuales se deben adherir a estas prácticas.



## 9.Recomendaciones

- Los esfuerzos del Estado para desarrollar metodologías deben continuar para ofrecer normatividad amplia en otros ámbitos importantes de la función informática tales como:
  - La administración de la inversión durante la ejecución de proyectos de desarrollo e implementación.
  - La normación en el ámbito del desarrollo integral de una infraestructura de telecomunicaciones para interconectar al Estado y a los gobiernos municipales.
  - La administración del conocimiento, la creación de una memoria institucional para la mejora continua de las práctica metodológicas, y la institución de prácticas específicas para la transferencia tecnológica.
- Esta metodología debe ser considerada como una propuesta que lejos de estar finalizada, requerirá de muchos refinamientos para su incorporación normativa en el Estado, principalmente en lo que respecta a:
  - La definición de los productos concretos que se utilizarán en el Estado para registrar las decisiones.
  - El marco normativo de aplicabilidad de la metodología para la toma de decisiones, y las excepciones en su uso.
  - La ampliación de los aspectos referentes al hardware y telecomunicaciones, al enfocarse fundamentalmente al software.
  - La ampliación conceptual para la incorporación de la gestión de adquisiciones y la definición de criterios adicionales para la creación de términos de referencia de la gestión de compra, alquiler, leasing y otras modalidades que convenientemente podrá aprovechar el Estado para reducir sus costos y mejorar la calidad de sus operaciones

Debe tomarse en cuenta que el inicio de un proceso de formalización de la labor constructiva y aplicativa de la metodología debe mantenerse congruente con los lineamientos de la función pública de garantizar la transparencia, la eficiencia y eficacia de la gestión,

- Que la implementación de ésta y cualquier otra metodología se realice de forma planeada a fin de reducir impactos adversos sobre la gestión de gobierno:
  - Instituyendo métricas\* de adopción que permitan cuantificar los beneficios y verificar el impacto.
  - Planificando la incorporación gradual de los principios metodológicos dentro de dominios limitados de acción, hasta lograr su difusión generalizada.

---

\* Similares a las métricas consideradas en el Marco Teórico: Métricas Cuantitativas para la Transición

- Procurando procesos de mejora continua de la metodología a la luz de los resultados de las métricas.
- Estableciendo la administración del riesgo como parte del proceso de adopción metodológica.
- La adopción de cualquier propuesta metodológica debe realizarse considerando los instrumentos de fomento hacia una cultura de control en la gestión institucional:
  - Desarrollando una conciencia entre los funcionarios públicos, tanto tomadores de decisiones como técnicos sobre la obligación de garantizar la transparencia mediante la aplicación normada de metodologías.
  - Promoviendo la participación de todos los funcionarios públicos en grupos interdisciplinarios para la creación de instrumentos normativos ajustados a la visión del Estado.
- El mejoramiento de la capacidad técnica de la función informática del Estado debe procurar coherencia en el desarrollo institucional y la colaboración de los diversos agentes de progreso en la gestión pública:
  - Promoviendo la participación de los diferentes sectores de la sociedad civil (sector académico, sector servicios, sector industrial) en el fortalecimiento institucional mediante el intercambio de conocimiento y experiencias.
  - Mediante la coordinación de las iniciativas generadas por los distintos actores en la gestión pública tomando en cuenta que existen actualmente algunos instrumentos de fomento (Estrategia ALFA, Política Informática de INIFOM, UCRESEP) cuyos esfuerzos serán menos efectivos si no existe la coordinación de los mismos dentro de una visión participativa.

## 10. Bibliografía

- ◆ [AMBLER2000] Ambler, Scott. *Patrones de la Ingeniería de Requisitos*. Revista de Desarrollo de Software Online: Mayo del 2000; (<http://www.sdmagazine.com>)
- ◆ [ACCENT2000] Goodyear, Mark (Ed). *Enterprise System Architectures: Building Client-Server and Web Based Systems*. USA: Accenture Consulting Group, 2000
- ◆ [ARRINGTON01] Arrington C.T. *Enterprise Java with UML*. USA: OMG Press – John Wiley and Sons Inc., 2001.
- ◆ [BURGELMAN00] Burgelman, Robert et al. *Strategic Management of Technology and Innovation*. USA: McGraw Hill 2001
- ◆ [CIOC99] Chief Information Officers Council (CIOC). *ROI and The Value Puzzle*. USA: CIOC, 1999 (<http://www.cio.gov>)
- ◆ [CIOC01] Chief Information Officers Council (CIOC). *A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture version 1.0*. USA: CIOC, 2001 (<http://www.cio.gov>)
- ◆ [CIOC01a] Chief Information Officers Council (CIOC). *Evaluating Information Technology Investments*. USA: CIOC, 2001 (<http://www.cio.gov>)
- ◆ [COCOMO] Barry Boehm. *Constructive Cost Model*. USA: University of Southern California, Department of Software Engineering (<http://sunset.usc.edu>)
- ◆ [COMP2001] Compuware Corporation. *White Paper: Requirements Traceability*. USA: (<http://www.compuware.com>) 20001
- ◆ [CONICYT02] Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. *Estrategia Nacional ALFA: Desarrollo Social y Económico, Basado en Ciencia y Tecnología*. Nicaragua: República de Nicaragua. 2002-2006
- ◆ [EIA632] Electronic Industry Association (EIA), *Interim Standard 632 – Systems Engineering*; USA: EIA. Sept. 20, 1994
- ◆ [FEABRM02] Federal Enterprise Architecture – Program Management Office. *The Business Reference Model version 1.0*. USA: FEAPMO, 2002 (<http://www.feapmo.gov>)
- ◆ [FEAF11V99] Chief Information Officers Council (CIOC). *Federal Enterprise Architecture Framework version 1.1*. USA: CIOC, 1999 (<http://www.cio.gov>)
- ◆ [FIPS93] Federal Information Processing Standards Publications. *Standard for IDEF0*. USA: FIPS PUBS 1993
- ◆ [GAMMA94] Gamma, Erich et al. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, USA: Addison Wesley, 1994
- ◆ [GAO2000] General Accounting Office. *Information Technology Investment Management: A Framework for Assessing and Improving Process Maturity*. USA: GAO/AIMD-10.1.23. May 2000

- ◆ [GREMB01] Van Grembergen, Wim. *Information Techonology Evaluation Methods & Management*, Philadelphia: Idea Group Publishing, 2001
- ◆ [HOHPE02] Hohpe, Gregor. *Enterprise Integration Patterns*. July, 2002 (mailto:gregor@hohpe.com)
- ◆ [HUNT00] Hunt, John. *The Unified Process for Practitioners, Object-Oriented Design, UML and Java*. London.: Springer-Verlag, 2000
- ◆ [IMHOFF01] Imhoff, Claudia et al. *Building the Customer-Centric Enterprise*. USA: Wiley and Sons Inc., 2001.
- ◆ [INIFOM03a] Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. *Diagnóstico Informático de las Nueve Alcaldías Visitadas (SIAF)*. Apoyo al Programa de Fortalecimiento Municipal. Enero 2003.
- ◆ [INIFOM03b] Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. *Marco Conceptual del SIAF*. Apoyo al Programa de Fortalecimiento Municipal. Enero 2003.
- ◆ [INIFOM03c] Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. *Resultados de la evaluación de los diferentes productos del SIGFA:e-SIGFA, SIGFA-PRO, SIGFA-FOR*. Enero 2003.
- ◆ [JAZAYERI00] Jazayeri, Mehi et al. *Software Architecture for Product Families: Principles and Practice*. USA.: Addison Wesley Longman, 2000.
- ◆ [MARTIN90] Martin, James. *Information Engineering – Planning and Analysis (Book II)*. USA: Prentice Hall, 1990
- ◆ [MTRLA98] Motorola Inc. *Métricas para una Exitosa Transición Tecnológica*. USA.:SEIR/Tech. Transition. 1998 (<http://www.seir.cmu.edu>)
- ◆ [NIC290L98] Asamblea Nacional. *Ley 290 - Ley De Organización, Competencia Y Procedimientos Del Poder Ejecutivo*. Nicaragua: Gobierno de Nicaragua. 1998
- ◆ [NICR290D98] Presidencia de Nicaragua. *Decreto 118-2001 – Reformas e Incorporaciones al Reglamento de la Ley 290*. Nicaragua: Gobierno de Nicaragua. 2001
- ◆ [NIH98] National Institutes of Health. *Cost-Benefit Analysis Guide for NIH IT Projects*. USA: US Department of Health and Human Services. October 1998 (<http://wwwoirm.nih.gov/itmra/cbaguide.html>)
- ◆ [OMG] Object Management Group Web Site: (<http://www.omg.org>)
- ◆ [PRESSMAN97] Pressman, Roger. *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico (4ed)*. Madrid.: Prentice Hall 1997.
- ◆ [RUP2001] Rational Corporation. *Rational Unified Process 2001*. Web Enabled Trial Version Online (<http://www.rational.com>)
- ◆ [SCH&MAC99] Schulmeyer, G.; McManus, J. (ed) *Handbook of Software Quality Assurance (3ed.)*. USA: Prentice Hall. 1993
- ◆ [SEI1993a] Fowler, P. et al. *A Conceptual Framework for Software Technology*

- Transition*. USA.: SEI (Tech. Reports), 1993 (<http://www.sei.cmu.edu>)
- ◆ [SEI1997a] Gallagher, B. et al. *Software Acquisition Risk Management*. USA.: SEI (Tech. Reports), 1993 (<http://www.sei.cmu.edu>)
  - ◆ [SEI2000a] Cooper, Jack et al (ed) *Software Acquisition Capability Maturity Model version 1.03*. USA.: SEI (Tech. Reports), 2000. (<http://www.sei.cmu.edu>)
  - ◆ [SEI2000b] Kazman, Rick et al. *ATAM: Method for Architecture Evaluation*. USA.: SEI (Tech. Reports), 2000. (<http://www.sei.cmu.edu>)
  - ◆ [SPEWAK92] Spewak, Steven et al. *Enterprise Architecture Planning*. USA: Wiley QED, 1992
  - ◆ [SUN2001] Alur, Deepak. Crupi, John. Malks, Dan. *Core J2EE Patterns Best Practices and Design Strategies*. USA: Prentice Hall, 2001
  - ◆ [TOGAF700] The Open Group. *The Open Group Architectural Framework version 7*. USA: The Open Group, 2001. (<http://www.opengroup.org>)
  - ◆ [UCRESEP01] Proyecto SIGFA. *Sistema Integrado de Administración Financiera, Administrativa y de Auditoría*. Nicaragua: Vicepresidencia de la República, Diciembre del 2001
  - ◆ [SIGFA2002] Proyecto SIGFA. *Proyecto de Reforma a la Administración Financiera*. Nicaragua: Proyecto SIGFA. 2002
  - ◆ [USAF2000] Departamento de la USAF. *Guía para la Adquisición y Administración de Sistemas Intensivos de Software (Tr)*. USA: Centro de Soporte de Tecnologías de Software. 2000

## **Anexos**

## A. Usos de la Matriz de Rastreo

<i>Uso</i>	<i>Incremento de Calidad</i>	<i>Reducción de Costos</i>	<i>Administración de Proyecto</i>	<i>Reducción de Riesgos</i>
<b>Verificar que los Requerimientos sean Implementados</b>	X		X	X
<b>Verificar que los Requerimientos sean Probados</b>	X		X	X
<b>Minimizar el Desbordamiento de Alcance</b>	X	X	X	X
<b>Calendarización Basada en Prioridades de Requerimientos</b>			X	
<b>Seguimiento del Estado del Proyecto</b> (Por Requerimiento, Prioridad, etc)			X	
<b>Soporte de Análisis de Impacto y Administración de Solicitud de Cambios</b>	X	X	X	X
<b>Identificar Áreas Potenciales de Reuso</b> (Planes de Diseño, Código y Prueba, Casos de Prueba reusable dentro del proyecto o en otros proyectos)	X	X		X
<b>Comunicación y Entendimiento</b> (Provee Información contextual apoyando las decisiones de diseño, codificación y prueba)	X	X		X
<b>Identificar Áreas de Aprendizaje</b> (Generar reporte de asociación de defectos y retrasos a requerimientos, y mejoramiento para futuros proyectos)			X	X

*REF: Tomada de [COMP2001]*

## **B. Tabla de Ponderaciones de Factores Más Típicas**

<b>Factores de Calidad en Ponderación</b>	<b>Descripción de la Ponderación</b>
<i>Integridad vs. Eficiencia</i>	El código adicional y el procesamiento requerido para controlar el acceso al software o los datos generalmente incrementan el tiempo de ejecución y la cantidad de almacenamiento necesaria
<i>Usabilidad vs. Eficiencia</i>	El código adicional y el procesamiento requerido para facilitar las tareas del operador o proveer salidas más utilizables generalmente incrementan el tiempo de ejecución y la cantidad de almacenamiento necesaria
<i>Capacidad de Soporte vs. Eficiencia</i>	El Código Optimizado, incorporando técnicas sofisticadas de codificación y codificación directa, siempre causa problemas al encargado de mantenimiento. El uso de modularidad, instrumentación y código de alto nivel bien detallado para incrementar la capacidad de soporte de un sistema usualmente aumenta la demanda de recursos, resultando en un funcionamiento menos eficiente
<i>Capacidad de Prueba vs. Eficiencia</i>	El mismo razonamiento anterior aplica para la Capacidad de Prueba
<i>Portabilidad vs. Eficiencia</i>	El uso de codificación directa o la utilización de software y herramientas optimizados decrementa la portabilidad del sistema
<i>Flexibilidad vs. Eficiencia</i>	El nivel de generalidad requerido para un sistema flexible incrementa la demanda de recursos, reduciendo la eficiencia del sistema.
<i>Reuso vs. Eficiencia</i>	El mismo razonamiento anterior aplica para el Reuso
<i>Interoperatividad vs. Eficiencia</i>	La sobrecarga de recursos debido a la conversión a formatos de datos estandarizados y el uso de rutinas de interfaz entre sistemas reduce la eficiencia operativa del sistema
<i>Flexibilidad vs. Integridad</i>	La flexibilidad requiere estructuras de datos muy genéricas y flexibles. Esto puede incrementar los problemas de seguridad de los datos.
<i>Reuso vs. Integridad</i>	El nivel de generalidad requerido por software reutilizable causa severos problemas de protección.
<i>Interoperatividad vs. Integridad</i>	Los sistemas acoplados permiten la existencia de más vías de acceso, y más usuarios con capacidad de acceso. El potencial de acceso accidental a datos delicados se incrementa a medida que las oportunidades de acceso deliberado incrementan. Frecuentemente, los sistemas acoplados comparten datos o software, incrementando la complejidad de los problemas de seguridad.
<i>Reuso vs. Confiabilidad</i>	El nivel de generalidad requerido por software reutilizable causa que la tolerancia de errores y la precisión sea más difícil de implementar

*REF: Tomada de [SCH&MAC99]*



## **C. Marco Lógico de la Preparación del Protocolo**

**Tema:** Selección de Plataforma Tecnológicas del Estado de Nicaragua

**Título:** Propuesta Metodológica para la Selección de Plataformas Tecnológicas del Estado de Nicaragua

**Objetivo General:** Desarrollar una metodología para la selección de plataformas tecnológicas basada en mejores prácticas de ingeniería de software a fin de incrementar la calidad de los proyectos informáticos actuales dentro de las instituciones del Estado.

<b>No.</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>Hito</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fecha de Realización</b>	<b>Recursos</b>
1	Evaluar los conceptos y herramientas de ingeniería total importantes para la selección objetiva de plataformas tecnológicas informáticas con consideraciones propias sobre las instituciones del Estado, con el fin de establecer el marco de referencia para la construcción metodológica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingeniería de Requisitos</li> <li>- ATAM</li> <li>- Matriz de Rastreabilidad</li> <li>- Modelos de Calidad en los Procesos Informáticos</li> <li>- Modelación de Procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingeniería Total</li> <li>- Arquitectura de Software</li> <li>- Atributos de Calidad del Software</li> <li>- CMM y SA-CMM</li> <li>- Diagramas de Casos de Uso: Herramientas de Modelación en Ingeniería</li> </ul>	Identificación y Selección de las Herramientas más importantes de ingeniería para la selección de plataformas tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Seleccionar los Tipos de Herramientas</li> <li>-Buscar Documentación</li> <li>-Clasificar y Filtrar la Documentación</li> <li>-Entrevistar a Funcionarios del Estado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estilos Arquitectónicos</li> <li>Tipos de Requerimientos</li> <li>Políticas Tecnológicas</li> <li>Herramientas de Evaluación Tecnológica</li> </ul>	Marzo 25, de 2002  A  13 de Sept, de 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bibliografía</li> <li>- Entrevistas</li> </ul>
2	Diseñar un método que incorpore conceptos y mejores prácticas en la selección de plataformas tecnológicas, para así estructurar de forma lógica y metódica el aprovechamiento de las herramientas ingenieriles en los procesos de selección de plataformas tecnológicas del Estado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelación de Procesos</li> <li>- Lluvia de Ideas Estructurada</li> <li>- Análisis Inductivo-Deductivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingeniería de Software (Procesos)</li> <li>- Marco Teórico Recopilado en el Hito Anterior</li> </ul>	Diseño de la Metodología para la Selección de Plataformas Tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificar escenarios de selección de Plataformas</li> <li>-Identificar Flujos de Operación para cada Escenario.</li> <li>-Seleccionar Herramientas para cada Actividad del Flujo</li> <li>-Integrar los Flujos en un Solo Modelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujos de Procesos de Selección</li> <li>Herramientas de Evaluación Tecnológica</li> <li>Plataformas Tecnológicas</li> </ul>	16 de Sept, de 2002  A  15 de Nov. del 2002	-Documentación Obtenida Anteriormente

No.	Objetivos Específicos	Herramientas	Marco Teórico	Hito	Actividades	Indicadores	Fecha de Realización	Recursos
3	Analizar los Beneficios económicos, sociales y políticos resultantes de la implementación de la metodología presentada, en contraste con el estado actual de los procesos de selección tecnológica en instituciones estatales, con el fin de demostrar las ventajas de su aplicación.	-Análisis Costo-Beneficio - Métricas de Proceso. - Métricas de Calidad -Análisis Inductivo-Deductivo	Administración de Cambios Tecnológicos  Métricas Cuantitativas para la Transición Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA)	Análisis de los Beneficios de la aplicación de la Metodología	-Identificar las Debilidades del proceso Actual de Selección -Identificar el Beneficio Potencial en dichas áreas. -Identificar los Costos de Implementación de la Metodología.	Auditabilidad del Proceso  Tiempo  Costo  Calidad de la Selección Resultante	18 de Nov del 2002  A  10 de Enero del 2003	- Entrevistas - Metodología Propuesta.

## D. Costes y Beneficios posibles de un Sistema de Información [PRESSMAN97]

### *Beneficios en las tareas de cálculo e impresión.*

- Reducción en los Costes por unidad de cálculo e impresión (CR).
- Mayor precisión en las tareas de cálculo.
- Capacidad de cambiar rápidamente las variables y valores en los programas de cálculo (IF).
- Mayor velocidad de cálculo e impresión.

### *Beneficios en las tareas de mantenimiento del almacenamiento de la información.*

- Capacidad de recoger y almacenar automáticamente datos de los registros (CR, IS, ER).
- Mantenimiento más completo y sistemático de los registros (CR, ER).
- Capacidad mejorada de registro en términos de espacio y costes (CR).
- Estandarización del mantenimiento de registros (CR, IS).
- Aumento de la cantidad de datos que se pueden almacenar por registro (CR, IS).
- Aumento en la seguridad en el almacenamiento de registros (ER, CR, MC).
- Mejora en la portabilidad de los registros (IF, CR, IS).

### *Beneficios en las tareas de búsqueda de registros.*

- Recogida más rápida de los registros (CR, ER).
- Capacidad mejorada de acceso a registros en bases de datos grandes (IF).
- Capacidad mejorada de cambiar registros en bases de datos (IF, CR).
- Capacidad de enlazar emplazamientos que necesitan capacidad de búsqueda a través de telecomunicaciones (IF, IS).
- Capacidad mejorada de crear registros de accesos a registros y por quién (ER, MC).
- Capacidad de hacer auditoría y analizar las actividades de búsqueda de registros (MC, ER).

### *Beneficios en la capacidad de reestructuración del sistema.*

- Capacidad de cambiar simultáneamente clases enteras de registros (IS, IF, CR).
- Capacidad de mover grandes archivos de datos (IS,IF)..
- Capacidad de crear nuevos archivos incorporando aspectos de otros archivos (IS, IF).

### *Beneficios en la capacidad de análisis y simulación.*

- Capacidad de realizar simultánea y rápidamente cálculos complejos
- Capacidad de crear simulaciones de fenómenos complejos para responder a preguntas del tipo "¿Qué pasaría si?".
- Capacidad de agregar grandes cantidades de datos útiles para la planificación y toma de decisiones (MC, IF).

### *Beneficios en el control del proceso y los recursos.*

- Reducción de la necesidad de fuerza de trabajo y control de recursos (CR)

- Capacidad mejorada de sintonía fina del proceso, como el de las líneas de montaje (CR, MC, IS, ER).
- Capacidad mejorada de mantener una supervisión continua de los recursos (MC, ER, IF).

### *Costes de elaboración.*

- Costes de consulta.
- Costes de alquiler o de compra de los equipos.
- Costes de instalación de los equipos.
- Costes de modificación del emplazamiento de los equipos (aire acondicionado, seguridad, etc.).
- Costes del capital.
- Costes de gestión y de personal.

### *Costes de puesta en marcha.*

- Costes del software del sistema operativo.
- Costes de la instalación de equipos de comunicaciones (líneas telefónicas y de datos).
- Costes del personal para la puesta en marcha.
- Costes de contratación de personal y alquileres.
- Costes de interrupción en el resto de la organización.
- Costes de gestión necesarios para dirigir la actividad inicial.

### *Costes relacionados con el proyecto.*

- Costes de adquisición del software de aplicación.
- Costes de las modificaciones del software para que encajen con los sistemas locales.
- Costes de personal, gastos generales, etc., del desarrollo de aplicaciones internas.
- Costes de entrenamiento del personal en el uso de las aplicaciones.
- Costes de recogida de información y procedimientos de instalación.
- Costes de preparación de la documentación.
- Costes de la supervisión del desarrollo.

### *Costes del proceso.*

- Costes de mantenimiento del sistema (hardware, software, e instalaciones).
- Costes de suministros (electricidad, teléfono, etc.).
- Costes de depreciación del hardware.
- Costes del personal involucrado en la gestión de los sistemas de información, operación y actividades de planificación.

## **E. *Formato de Entrevista***

















## F. Arquitecturas de Integración de Sistemas de Información: Un Resumen

Recientes estudios demuestran que uno de los mayores retos de la informática actual es la integración de los sistemas de información. Este reto se ha tornado una necesidad imperativa a medida que la calidad y cantidad de la información requerida por las organizaciones se vuelve más importante, y es por ello que se han ideado numerosas alternativas de solución. De ellas, este artículo pretende puntualizar en tres soluciones conceptuales, desde la perspectiva de ventajas, desventajas y características tecnológicas para su implementación. Estas han sido escogidas de acuerdo a su alto nivel de difusión en la industria y su perspectiva estratégica.

### Centros de Datos

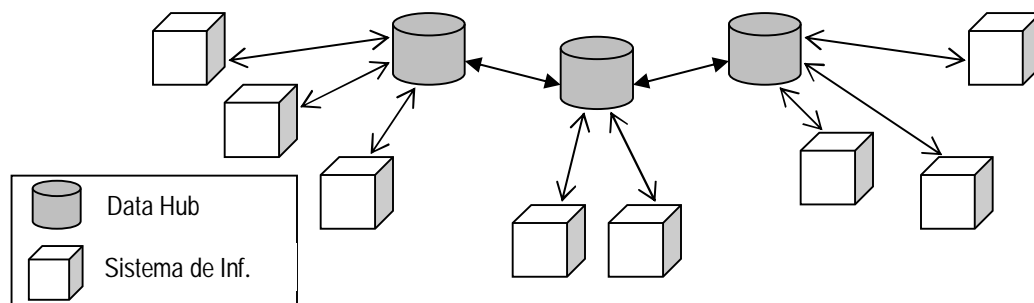


Figura 7.2-1 – Data Hubs

La primera alternativa ha estado en el mercado por mucho tiempo, y proviene de los conceptos de la ingeniería de la información. Esta consiste en la creación de centros de datos (“data hubs”) que coordinados mediante mecanismos de replicación permiten alimentar a los sistemas de información físicamente distantes. La base de esta estrategia es integrar los sistemas de información mediante una infraestructura de bases de datos ubicua. Existen diversas alternativas y variantes para aplicar esta estrategia, entre las que se incluyen:

Replicación Parcial (Segmentación Horizontal, Vertical y Cruzada)

Batch Processing vs. Actualización justo a tiempo etc.

Actualizaciones Centralizadas

Opciones de Uso Concurrente

Replicación Dirigida vs. Replicación Bidireccional

Ventajas y Desventajas de esta Estrategia: Es bastante simple de implementar a nivel conceptual y la tecnología para implementarla ha estado presente por bastante tiempo en el mercado. Dentro de condiciones controladas de aplicaciones

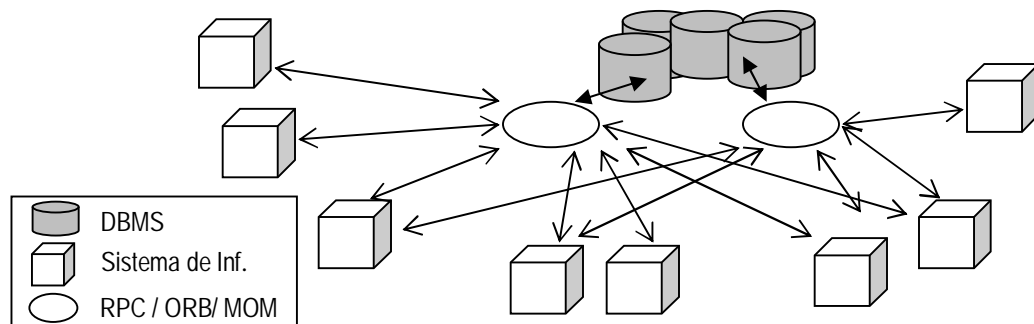
ideadas bajo este principio, y con requerimientos estables de distribución e intercambio de datos esta estrategia es muy práctica (para productos desarrollados a la medida). Sin embargo, en condiciones de poco control sobre los cambios en las estructuras de datos, de excesivo uso de información concurrente para procesos de escritura y lecturas continuas, entre otras razones, puede tener efectos desastrosos en los siguientes sentidos:

- Potencial corrupción de Datos
- Altas cargas de transferencia para los procesos de replicación
- Poca flexibilidad para el cambio arquitectónico y de la estructura de datos
- Estructuras de Datos Conflictivas (“No existe una estructura universal”)
- Poca flexibilidad en la selección tecnológica (existen pocos estándares para compatibilizar soluciones de distintos fabricantes) tanto para las aplicaciones cliente como para el almacenamiento y transferencia de datos.
- Poco soporte para la comunicación con sistemas heredados

Una desventaja adicional en cuanto al costo, es el hecho de que muchos de los fabricantes del DBMS utilizan licenciamiento por usuarios conectados, lo cual hace implica que el crecimiento sea costoso.

Tecnologías para Su Implementación: Utilerías de Replicación de Datos (Funcionalidades que por lo general son parte del DBMS), así como DB Gateways en el caso de utilizar bases de datos heterogéneas.

### **Servicios de Componentes Distribuidos**



**Figura 7.2-2** – Orientación a Servicios

La segunda alternativa, es una alternativa más reciente, y se basa en el concepto de servicios distribuidos, utilizando un conjunto de interfaces de invocación de métodos remotos sincrónicos (RPC o RMI) y asincrónicos (MOM). Ello permite que los sistemas puedan realizar solicitudes de datos preprocesados y listos para el consumo de aplicaciones más especializadas. Esto conlleva al concepto de acceso transparente a servicios de procesamiento de datos, pues se concibe una capa de abstracción entre los datos y el consumidor.

Existen diversas variantes entre las que se encuentran:

- Localización automática de servicios
- Redundancia de los puntos de Servicio
- Comunicación sincrónica e asincrónica
- Stateful vs. Stateless
- Servicios Genéricos vs. Diseño por Capas de Especialización

Ventajas y Desventajas de esta Estrategia: Esta estrategia es mucho más flexible que la anterior, pues permite reducir la transferencia de datos entre clientes y servidores, reduce el efecto de onda expansiva al realizar cambios arquitectónicos a nivel de datos, permite unificar las reglas institucionales (a nivel de servicios distribuidos), permite optimizar el uso de los recursos al permitir operaciones asincrónicas e incrementa la flexibilidad en la selección de plataformas tecnológicas (CORBA, Web Services, y otros estándares etc.). Además, esta estrategia ha sido concebida como la de mayor peso en la actualidad para la integración de sistemas heredados.

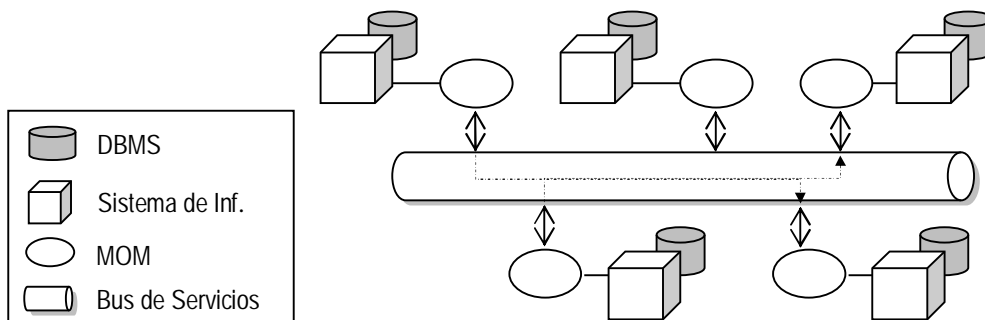
Por otra parte esta alternativa presenta una ventaja en cuanto a los costos de licenciamiento pues por lo general el licenciamiento de ORBs para la integración de aplicaciones no utiliza esquemas de número de usuarios conectados.

Entre las desventajas que presenta esta alternativa están:

- La complejidad del diseño
- El problema del “punto único de fallo”
- El conflicto potencial entre servicios si ocurre un crecimiento descontrolado de las aplicaciones disponibles.

Tecnologías para su Implementación: Web Services, COM+, MSMQ, .NET Remoting, EJB, JMS, CORBA.

### **Corredor de Mensajes**



**Figura 7.2-3** – Bus de Servicios Empresariales

La tercera estrategia, recientemente documentada por el Gartner Group, contempla una “mejora significativa” sobre el esquema anterior, pues aunque también incorpora servicios, estos son de naturaleza esencialmente asincrónica y basada en

el enrutamiento. La diferencia principal, no obstante, es el uso de los conceptos de esquemas de colas de mensajería, descubrimiento de servicios y flujos de trabajo.

En esta arquitectura se consideran dos componentes principales:

#### Los servicios de información a nivel de los Sistemas de Información

- a. Aprovechan la lógica interna de las aplicaciones que operan dentro del dominio específico
- b. Proporcionan métodos accesibles en toda la empresa
- c. Los proveedores de servicios están muy desligados de los consumidores de servicios.

#### Los servicios del corredor de mensajes

- d. Proporcionan una infraestructura de entrega de mensajes punto a punto, con entregas garantizadas y recuperación de fallas
- e. Servicios de Nombre
- f. Provee funciones de enrutamiento de mensajes aprovechando la existencia de servicios de descubrimiento de proveedores de servicios y de mecanismos de autorización para el transporte
- g. Provee funciones de organización, priorización, notificación, fragmentación y reconstrucción de mensajes.
- h. Provee mecanismos de conversión de formatos de mensajes para arquitecturas heterogéneas.

Ventajas y Desventajas de esta Estrategia: Esta arquitectura es característica de las estrategias de integración de gran escala, y es mucho más confiable que las arquitecturas anteriores pues permite que los sistemas de información muy heterogéneos estén interconectados a través de una infraestructura poco intrusiva, con mecanismos de comunicación adaptado a las limitaciones tecnológicas de las arquitecturas de software, y con una alta capacidad para la recuperación de fallos y de máximo aprovechamiento de los recursos de información. Además esta estrategia permite reducir a un mínimo la redundancia tanto de los datos como de la lógica de aplicación.

- Entre las desventajas que presenta esta estrategia están:
- Existen pocos proveedores de soluciones de este tipo, pues es un concepto relativamente nuevo
- Es una tecnología relativamente cara, pues su orientación principal es la integración de empresas con un gran número de sistemas de información
- Requiere de un conocimiento amplio sobre las diversas implicaciones arquitectónicas de una infraestructura de servicios de mensajería y de flujo de trabajo.

Tecnologías para su Implementación: Web Services, JMS

## **G. Taxonomía del TOGAF-TRM**

The major categories of services defined for the application platform are listed below.

Note that *Object services* does not appear as a category in the Technical Reference Model taxonomy. This is because all the individual object services are incorporated into the relevant main service categories. However, the various descriptions are also collected into a single subsection Object-Oriented Provision of Services, in order to provide a single point of reference which shows how object services relate to the main service categories.

### **Data Interchange Services**

Data interchange services provide specialized support for the interchange of information between applications and the external environment. These services are designed to handle data interchange between applications on the same platform and applications on different (heterogeneous) platforms.

- Document generic data typing and conversion services are supported by specifications for encoding the data (e.g., text, pictures, numerics, special characters) and both the logical and visual structures of electronic documents, including compound documents.
- Graphics data interchange services are supported by device-independent descriptions of picture elements for vector-based graphics and descriptions for raster-based graphics.
- Specialized data interchange services are supported by specifications that describe data used by specific vertical markets. Markets where such specifications exist include the medical, library, dental, assurance and oil industries.
- Electronic data interchange services are used to create an electronic (paperless) environment for conducting commerce and achieving significant gains in quality, responsiveness, and savings afforded by such an environment. Examples of applications that use electronic commerce services include vendor search and selection; contract award; product data; shipping, forwarding, and receiving; customs; payment information; inventory control; maintenance; tax-related data; and insurance-related data.
- Fax services are used to create, examine, transmit and/or receive fax images.

The following functional areas are currently supported mainly by application software, but are progressing towards migration into the Application Platform:

- Raw graphics interface functions support graphics data file formats such as TIFF, JPEG, GIF and CGM.
- Text processing functions, including the capability to create, edit, merge, and format text.
- Document processing functions, including the capability to create, edit, merge, and format documents. These functions enable the composition of documents that incorporate graphics, images, and even voice annotation, along with stylized text. Included are advanced formatting and editing functions such as style guides, spell checking, use of multiple columns, table of contents generation, headers and footers, outlining tools, and support for scanning images into bit-mapped formats. Other capabilities include compression and decompression of images or whole documents.
- Publishing functions, including incorporation of photographic quality images and color graphics, and advanced formatting and style features such as wrapping text around



- graphic objects or pictures and kerning (i.e., changing the spacing between text characters). These functions also interface with sophisticated printing and production equipment. Other capabilities include color rendering and compression and decompression of images or whole documents.
- Video processing functions, including the capability to capture, compose, edit, compress and decompress video information using formats such as MPEG. Still graphics and title generation functions are also provided.
  - Audio processing functions, including the capability to capture, compose, edit compress and decompress audio information.
  - Multimedia processing functions, including the capability to store, retrieve, modify, sort, search, and print all or any combination of the above-mentioned media. This includes support for microfilm media, optical storage technology that allows for storage of scanned or computer produced documents using digital storage techniques, a scanning capability, and data compression and decompression.
  - Media synchronization functions allow the synchronization of streams of data such as audio and video for presentation purposes.
  - Information presentation and distribution functions are used to manage the distribution and presentation of information from batch and interactive applications. These functions are used to shield business area applications from how information is used. They allow business area applications to create generic pools of information without embedding controls that dictate the use of that information. Information distribution and presentation functions include the selection of the appropriate formatting functions required to accomplish the distribution and presentation of information to a variety of business area applications and users. Information presentation and distribution functions also include the capability to store, archive, prioritize, restrict, and recreate information.
  - Hypertext functions support the generation, distribution, location, search and display of text and images either locally or globally. These functions include searching and browsing, hypertext linking and the presentation of multimedia information.

### ***Data Management Services***

Central to most systems is the management of data that can be defined independently of the processes that create or use it, maintained indefinitely, and shared among many processes. Data management services include:

- Data dictionary/repository services allow data administrators and information engineers to access and modify data about data (i.e., metadata). Such data may include internal and external formats, integrity and security rules, and location within a distributed system. Data dictionary and repository services also allow end users and applications to define and obtain data that are available in the database. Data administration defines the standardization and registration of individual data element types to meet the requirements for data sharing and interoperability among information systems throughout the enterprise. Data administration functions include procedures, guidelines, and methods for effective data planning, analysis, standards, modeling, configuration management, storage, retrieval, protection, validation and documentation. Data dictionaries are sometimes tied to a single database management system, but heterogeneous data dictionaries will support access to different DBMSs. Repositories can contain a wide variety of information including Management Information Bases or CASE-related information. Object oriented systems may provide repositories for objects and interfaces.
- Database management system (DBMS) services provide controlled access to structured data. To manage the data, the DBMS provides concurrency control and facilities to combine data from different schemas. Different types of DBMS support different data models, including relational, hierarchical, network, object-oriented and flat-file models. Some DBMSs are designed for special functions such as the storage of

large objects or multimedia data. DBMS services are accessible through a programming language interface, an interactive data manipulation language interface such as SQL, or an interactive / fourth-generation language interface. For efficiency, database management systems often provide specific services to create, populate, move, backup, restore, recover and archive databases, although some of these services could be provided by the general file management capabilities described in the section on Operating System Services or a specific backup service. Some database management systems support distribution of the database, including facilities for remotely updating records, data replication, locating and caching data, and remote management.

- Object Oriented Database Management System services provide storage for objects and interfaces to those objects. These services may support the implementation repository.
- File management services provide data management through file access methods including indexed sequential (ISAM) and hashed random access.

The following functional areas are currently supported mainly by applications, but are progressing towards migration into the Application Platform:

- Query processing functions that provide for interactive selection, extraction, and formatting of stored information from files and databases. Query processing functions are invoked via user-oriented languages and tools (often referred to as fourth generation languages), which simplify the definition of searching criteria and aid in creating effective presentation of the retrieved information (including use of graphics).
- Screen generation functions that provide the capability to define and generate screens that support the retrieval, presentation, and update of data.
- Report generation functions that provide the capability to define and generate hard copy reports composed of data extracted from a database.
- Networking/concurrent access functions that manage concurrent user access to Database Management System (DBMS) functions.
- Warehousing functions provide the capability to store very large amounts of data, usually captured from other database systems and to perform on-line analytical processing on it in support of ad-hoc queries.

### ***Graphics and Imaging Services***

Graphics services provide functions required for creating, storing, retrieving and manipulating images. These services include:

- Graphical object management services, including defining multi-dimensional graphic objects in a form that is independent of output devices, and managing hierarchical structures containing graphics data. Graphical data formats include two- and three-dimensional geometric drawings as well as images.
- Drawing services support the creation and manipulation of images with software such as GKS, PEX, PHIGS or OpenGL.

The following functional areas are currently supported mainly by applications, but are progressing towards migration into the Application Platform:

- Imaging functions providing for the scan, creation, edit, compression and decompression of images in accordance with recognized image formatting standards. For example: PIKS/IPI, OpenXIL or XIE.

## ***International Operation Services***

As a practice, information system developers have generally designed and developed systems to meet the requirements of a specific geographic or linguistic market segment, which may be a nation or a particular cultural market. To make that information system viable, or marketable, to a different segment of the market, a full re-engineering process was usually required. Users or organizations that needed to operate in a multinational or multicultural environment typically did so with multiple, generally incompatible information processing systems.

International operation provides a set of services and interfaces that allow a user to define, select, and change between different culturally related application environments supported by the particular implementation. In general these services should be provided in such a way that internationalization issues are transparent to the application logic.

- Character sets and data representation services include the capability to input, store, manipulate, retrieve, communicate, and present data independently of the coding scheme used. This includes the capability to maintain and access a central character-set repository of all coded character sets used throughout the platform. Character sets will be uniquely identified so that the end user or application can select the coded character set to be used. This system-independent representation supports the transfer (or sharing) of the values and syntax, but not the semantics, of data records between communicating systems. The specifications are independent of the internal record and field representations of the communicating systems. Also included is the capability to recognize the coded character set of data entities and subsequently to input, communicate, and present that data.
- Cultural convention services provide the capability to store and access rules and conventions for cultural entities maintained in a cultural convention repository called a locale. Locales should be available to all applications. Locales typically include date and currency formats, collation sequences and number formats. Standardized locale formats and APIs allow software entities to use locale information developed by others.
- Local language support services provide the capability to support more than one language concurrently on a system. Messages, menus, forms, and on-line documentation can be displayed in the language selected by the user. Input from keyboards that have been modified locally to support the local character sets can be correctly interpreted.

The proper working of international operation services depends on all the software entities involved having the capability to:

- use locales
- switch between locales as required
- maintain multiple active locales
- access suitable fonts

This requires software entities to be written to a particular style and to be designed from the outset with internationalization in mind.

## ***Location and Directory Services***

Location and Directory services provide specialized support for locating required resources and for mediation between service consumers and service providers.

The World Wide Web, based on the Internet, has created a need for locating **information resources**, which currently is mainly satisfied through the use of search engines. Advancements in the global Internet, and in heterogeneous distributed systems, demand active mediation through broker services that include automatic and dynamic registration, directory access, directory communication, filtration, and accounting services for access to resources.

- Directory Services provide services for clients to establish where resources are, and by extension how they can be reached. "Clients" may be humans or computer programs, and "resources" may be a very wide variety of things, such as names, email addresses, security certificates, printers, web pages, etc.
- Special Purpose Naming Services provide services that refer names (ordered strings of printable characters) to objects within a given context (namespaces). Objects are typically hierarchically organized within namespaces. Examples are:
  - File systems
  - Security databases
  - Process queues
- Service Location Services provide access to "Yellow Pages" services in response to queries based on constraints
- Registration Services provide services to register identity, descriptions of the services a resource is providing, and descriptions of the means to access them.
- Filtering Services provide services to select useful information from data using defined criteria
- Accounting Services provide services such as account open, account update, account balance, account detail, account close, account discounts, account bill/usage tally, account payment settlement based on message traffic, and/or connection time, and/or resource utilization, and/or broker specific (e.g., value based)

## ***Location and Directory Services***

Location and Directory services provide specialized support for locating required resources and for mediation between service consumers and service providers.

The World Wide Web, based on the Internet, has created a need for locating **information resources**, which currently is mainly satisfied through the use of search engines. Advancements in the global Internet, and in heterogeneous distributed systems, demand active mediation through broker services that include automatic and dynamic registration, directory access, directory communication, filtration, and accounting services for access to resources.

- Directory Services provide services for clients to establish where resources are, and by extension how they can be reached. "Clients" may be humans or computer programs, and "resources" may be a very wide variety of things, such as names, email addresses, security certificates, printers, web pages, etc.

- Special Purpose Naming Services provide services that refer names (ordered strings of printable characters) to objects within a given context (namespaces). Objects are typically hierarchically organized within namespaces. Examples are:
  - File systems
  - Security databases
  - Process queues
- Service Location Services provide access to "Yellow Pages" services in response to queries based on constraints
- Registration Services provide services to register identity, descriptions of the services a resource is providing, and descriptions of the means to access them.
- Filtering Services provide services to select useful information from data using defined criteria
- Accounting Services provide services such as account open, account update, account balance, account detail, account close, account discounts, account bill/usage tally, account payment settlement based on message traffic, and/or connection time, and/or resource utilization, and/or broker specific (e.g., value based)

### ***Network Services***

Network services are provided to support distributed applications requiring data access and applications interoperability in heterogeneous or homogeneous networked environments.

A network service consists of both an interface and an underlying protocol.

- Data communications, which include interfaces and protocols for reliable, transparent, end-to-end data transmission across communications networks. Data communications services include both high level functions like file transfer, remote login, remote process execution or PC integration services and low level functions (like a sockets API) giving direct access to communications protocols.
- Electronic Mail services including the capability to send, receive, forward, store, display, retrieve, prioritize, authenticate and manage messages. This includes the capability to append files and documents to messages. Messages may include any combination of data, text, audio, graphics, and images and should be capable of being formatted into standard data interchange formats. This service includes the use of directories and distribution lists for routing information, the ability to assign priorities, the use of pre-formatted electronic forms, and the capability to trace the status of messages. Associated services include a summarized listing of incoming messages, a log of messages received and read, the ability to file or print messages, and the ability to reply to or forward messages.
- Distributed data services provide access to, and modification of, data/metadata in remote or local databases. In a distributed environment, data not available on the local database are fetched from a remote data server at the request of the local client.
- Distributed file services provide for transparent remote file access. Applications have equivalent access to data regardless of the data's physical location. Ancillary services for this function can include: transparent addressing, cached data, data replication, file locking and file logging.
- Distributed name services provide a means for unique identification of resources within a distributed computing system. This service is available to applications within the network and provides information that can include: resource name, associated attributes, physical location, and resource functionality. Note that all system resources should be identifiable, in all information systems, by the distributed name. This permits physical location to change, not only to accommodate movement, but also load balancing, system utilization, scaling (adding processors and moving resources to accommodate the increased resources), distributed processing, and all aspects of open

- systems. Distributed name services include directory services such as X.500 and network navigation services. Distributed name services include ways to locate data objects both by name and by function.
- Distributed time services provide synchronized time co-ordination as required among distributed processes in different time zones.
  - Remote process (access) services provide the means for dispersed applications to communicate across a computer network. These services facilitate program-to-program communications regardless of their distributed nature or operation on heterogeneous platforms. Remote process services including remote procedure call (RPC) and asynchronous messaging mechanisms underpin client/server applications.
  - Remote print spooling and output distribution services provide the means for printing output remotely. The services include management of remote printing including printer and media selection, use of forms, security and print queue management.

The following functional areas are currently supported mainly by application software, but are progressing towards migration into the Application Platform:

- Enhanced telephony functions, including call set-up, call co-ordination, call forwarding, call waiting, programmed directories, teleconferencing, automatic call distribution (useful for busy customer service categories), and call detail recording.
- Shared screen functions that provide audio teleconferencing with common workstation windows between two or more users. This includes the capability to refresh windows whenever someone displays new material or changes an existing display. Every user is provided with the capability to graphically annotate or modify the shared conference window.
- Video conferencing functions that provide two-way video transmission between different sites. These functions include call set-up, call co-ordination, full motion display of events and participants in a bi-directional manner, support for the management of directing the cameras, ranging from fixed position, to sender directed, to receiver directed, to automated sound pickup.
- Broadcast functions that provide one-way audio or audio/video communications functions between a sending location and multiple receiving locations or between multiple sending and receiving locations.
- Mailing list functions that allow groups to participate in conferences. These conferences may or may not occur in real time. Conferees or invited guests can drop in or out of conferences or subconferences at will. The ability to trace the exchanges is provided. Functions include exchange of documents, conference management, recording facilities, and search and retrieval capabilities.

### ***Operating System Services***

Operating system services are responsible for the management of platform resources, including the processor, memory, files, and input and output. They generally shield applications from the implementation details of the machine. Operating system services include:

- Kernel operations provide low-level services necessary to:
  - create and manage processes and threads of execution
  - execute programs
  - define and communicate asynchronous events
  - define and process system clock operations
  - implement security features
  - manage files and directories, and
  - control input/output processing to and from peripheral devices.
- Some kernel services have analogues in Object Oriented Technology, such as concurrency control services.

- Command interpreter and utility services include mechanisms for services at the operator level, such as:
  - comparing, printing, and displaying file contents
  - editing files
  - searching patterns
  - evaluating expressions
  - logging messages
  - moving files between directories
  - sorting data
  - executing command scripts
  - local print spooling
  - scheduling signal execution processes, and
  - accessing environment information.
- Batch processing services support the capability to queue work (jobs) and manage the sequencing of processing based on job control commands and lists of data. These services also include support for the management of the output of batch processing, which frequently includes updated files or databases and information products such as printed reports or electronic documents. Batch processing is performed asynchronously from the user requesting the job.
- File and directory synchronization services allow local and remote copies of files and directories to be made identical. Synchronization services are usually used to update files after periods of off line working on a portable system.

### ***Software Engineering Services***

The functional aspect of an application is embodied in the programming languages used to code it. Additionally, professional system developers require tools appropriate to the development and maintenance of applications. These capabilities are provided by software engineering services, which include:

- Programming language services provide the basic syntax and semantic definition for use by a software developer to describe the desired application software function. Shell and executive script language services enable the use of operating system commands or utilities rather than a programming language. Shells and executive scripts are typically interpreted rather than compiled, but some operating systems support compilers for executive scripts. In contrast, some compilers produce code to be interpreted at runtime. Other tools in this group include source code formatters and compiler compilers.
- Object code linking services provide the ability for programs to access the underlying application and operating system platform through APIs that have been defined independently of the computer language. It is used by programmers to gain access to these services using methods consistent with the operating system and specific language used. Linking is operating system dependent, but language independent.
- Computer Aided Software Engineering (CASE) environment and tools services include systems and programs that assist in the automated development and maintenance of software. These include, but are not limited to, tools for requirements specification and analysis, for design work and analysis, for creating, editing, testing and debugging program code, for documenting, for prototyping, and for group communication. The interfaces among these tools include services for storing and retrieving information about systems and exchanging this information among the various components of the system development environment. An adjunct to these capabilities is the ability to manage and control the configuration of software components, test data, and libraries, to record changes to source code or to access CASE repositories. Other language tools include code generators and translators, artificial intelligence tools and tools like the UNIX command "make", which uses knowledge of the interdependencies

between modules to recompile and link only those parts of a program which have changed.

- Graphical User Interface (GUI) building services assist in the development of the Human Computer Interface elements of applications. Tools include services for generating and capturing screen layouts, and for defining the appearance, function, behavior and position of graphical objects.
- Scripting language services provide interpreted languages which allow the user to carry out some complicated function in a simple way. Application areas served by special purpose scripting languages include calculation, graphical user interface development and development of prototype applications.
- Language binding services provide mappings from interfaces provided by programming languages onto the services provided by the Application Platform. In many cases the mapping is straightforward since the platform supplies analogous services to those expected by the application. In other cases the language binding service must use a combination of Application Platform services to provide a fully functional mapping.
- Run Time Environment services provide support for application software at run time. This support includes locating and connecting dynamically linked libraries, or even emulation of an operating environment other than the one which actually exists.
- Application Binary Interface services provide services that make the Application Platform comply with defined application binary interface standards.

### ***Transaction Processing Services***

Transaction Processing (TP) services provide support for the on-line processing of information in discrete units called transactions, with assurance of the state of the information at the end of the transaction. This typically involves predetermined sequences of data entry, validation, display, and update or inquiry against a file or database. It also includes services to prioritize and track transactions. Transaction processing services may include support for distribution of transactions to a combination of local and remote processors.

A transaction is a complete unit of work. It may comprise many computational tasks, which may include user interface, data retrieval and communications. A typical transaction modifies shared resources. Transactions must also be able to be rolled back (that is, undone) if necessary, at any stage. When a transaction is completed without failure, it is committed. Completion of a transaction means either commitment or rollback.

Typically a transaction processing service will contain a transaction manager, which links data entry and display software with processing, database and other resources to form the complete service.

The sum of all the work done anywhere in the system in the course of a single transaction is called a global transaction. Transactions are not limited to a single application platform.

- Transaction manager services, which allow an application to demarcate transactions, and direct their completion. Transaction manager services include:
  - starting a transaction
  - co-ordination of recoverable resources involved in a transaction
  - committing or rolling back transactions
  - controlling timeouts on transactions
  - chaining transactions together
  - monitoring transaction status



- Some transaction manager services have equivalents described in Object Oriented Technology under the heading transaction services.

### ***User Interface Services***

User interface services define how users may interact with an application. Depending on the capabilities required by users and the applications, these interfaces may include the following:

- Graphical client-server services that define the relationships between client and server processes operating graphical user interface displays, usually within a network. In this case, the program that controls each display unit is a server process, while independent user programs are client processes that request display services from the server.
- Display objects services that define characteristics of display elements such as color, shape, size, movement, graphics context, user preferences, font management and interactions among display elements.
- Window management services that define how windows are created, moved, stored, retrieved, removed and related to each other.
- Dialogue support services translate the data entered for display to that which is actually displayed on the screen (e.g., cursor movements, keyboard data entry, external data entry devices).
- Printing services support output of text and/or graphical data, including any filtering or format conversion necessary. Printing services may include the ability to print all or part of a document, to print and collate more than one copy, to select the size and orientation of output, to choose print resolution, colors and graphical behavior, to specify fonts and other characteristics.
- Computer-based training and on-line help services provide an integrated training environment on user workstations. Training is available on an as-needed basis for any application available in the environment. Electronic messages are provided at the stroke of a key from anywhere within the application. This includes tutorial training on the application in use and the availability of off-line, on-site interactive training.
- Character-based services, which deal with support for non-graphical terminals. Character-based services include support for terminal type-independent control of display attributes, cursor motions, programmable keys, audible signals and other functions.

The services associated with a window system include the visual display of information on a screen that contains one or more windows or panels, support for pointing to an object on the screen using a pointing device such as a mouse or touch-screen, and the manipulation of a set of objects on the screen through the pointing device or through keyboard entry. Other user interfaces included are industrial controls and virtual reality devices.

### ***Security Services***

Security services are necessary to protect sensitive information in the information system. The appropriate level of protection is determined based upon the value of the information to the business area end users and the perception of threats to it.

To be effective, security needs to be made strong, must never be taken for granted, and must be designed into an architecture and not bolted on afterwards. Whether a system is

standalone or distributed, security must be applied to the whole system. It must not be forgotten that the requirement for security extends not only across the range of entities in a system but also through time.

In establishing a security architecture, the best approach is to consider what is being defended, what value it has, and what the threats to it are. The principal threats to be countered are:

- loss of confidentiality of data
- unavailability of data or services
- loss of integrity of data
- unauthorized use of resources

Counters to these threats are provided by the following services:

- Identification and authentication services provide:
  - identification, accountability and audit of users and their actions
  - authentication and account data
  - protection of authentication data
  - active user status information
  - password authentication mechanisms
- System entry control services provide:
  - warning to unauthorized users that the system is security-aware
  - authentication of users
  - information, displayed on entry , about previous successful and unsuccessful login attempts
  - user initiated locking of a session preventing further access until the user has been re-authenticated
- Audit services provide authorized control and protection of the audit trail, recording of detailed information security-relevant events and audit trail control, management and inspection.
- Access control services provide:
  - access control attributes for subjects (such as processes) and objects like files
  - enforcement of rules for assignment and modification of access control attributes
  - enforcement of access controls
  - control of object creation and deletion, including ensuring that reuse of objects does not allow subjects to accidentally gain access to information previously held in the object
- Non-repudiation services provide proof that a user carried out an action, or sent or received some information, at a particular time. Non-repudiation services also appear under the security services for O.O Technology.
- Security management services provide secure system set-up and initialization, control of security policy parameters, management of user registration data and system resources and restrictions on the use of administrative functions.
- Trusted recovery services provide recovery facilities such as restoring from backups in ways that do not compromise security protection.
- Encryption services provide ways of encoding data such that it can only be read by someone who possesses an appropriate key, or some other piece of secret information. As well as providing data confidentiality for trusted communication, encryption services are used to underpin many other services including identification and authentication, system entry control, and access control services.
- Trusted communication services provide

- a secure way for communicating parties to authenticate themselves to each other without the risk of an eavesdropper subsequently masquerading as one of the parties.
- a secure way of generating and verifying check values for data integrity.
- data encipherment and decipherment for confidentiality and other purposes.
- a way to produce an irreversible hash of data for support of digital signature and non-repudiation functions.
- generation, derivation, distribution, storage, retrieval and deletion of cryptographic keys.

Security services require other software entities to co-operate in:

- access control for resources managed by the entity
- accounting and audit of security relevant events
- the import and export of data
- and potentially all other security services depending on the particular implementation approach

Security services are one category where a wide view is particularly important, as a chain is only as strong as its weakest link. This is one category of services where the external environment has critical implications on the application platform. For instance, the presence of a firewall may provide a single point of access onto a network from the outside world, making it possible to concentrate access control in one place and relax requirements behind the firewall.

### ***System And Network Management Services***

Information systems are composed of a wide variety of diverse resources that must be managed effectively to achieve the goals of an open system environment. While the individual resources (such as printers, software, users, processors) may differ widely, the abstraction of these resources as managed objects allows for treatment in a uniform manner. The basic concepts of management, including operation, administration, and maintenance may then be applied to the full suite of information system components along with their attendant services.

System and network management functionality may be divided in several different ways; one way is to make a division according to the management elements that generically apply to all functional resources. This division reduces to:

- User management services provide the ability to maintain a user's preferences and privileges.
- Configuration management (CM) services address four basic functions:
  - identification and specification of all component resources
  - control, or the ability to freeze configuration items, changing them only through agreed processes
  - status accounting of each configuration item
  - verification through a series of reviews to ensure conformity between the actual configuration item and the information recorded about it
- These CM services include: Processor CM, Network CM, Distributed System CM, Topology CM and Application CM. Processor CM takes a platform-centric approach. Network CM and Distributed System CM services allow remote systems to be managed and

monitored including the interchange of network status. Topology CM is used to control the topology of physical or logical entities that are distributed. Application CM focuses on applications.

- Performance management services monitor performance aspects of hardware, platform and application software, and network components and provide ways to tune the system to meet performance targets.
- Availability and fault management services allow a system to react to the loss or incorrect operation of system components including hardware, platform software, and application software.
- Accounting management services provide the ability to cost services for charging and reimbursement.
- Security management services control the security services in accordance with applicable security policies.
- Print management services provide the ability to manage both local and remote print spooling services.
- Network management services comprise elements of all the services described above, but are often treated as a separate service.
- Backup and Restore services provide a multi-level storage facility to ensure continued data security in case of component or sub-system failure.
- On-line Disk Management services manage the utilization of disk storage against threshold values and invoke corrective action.
- License Management services support the effective enforcement of software license agreements.
- Capacity Management services address three basic functions:
  - capacity management analyzing current and historic performance and capacity
  - workload management to identify and understand applications that use the system
  - capacity planning to plan required hardware resources for the future
- Software Installation services support distribution, installation, removal, relocation, activation and automatic update of software or data packages from transportable media or over networks. Similar services for objects are described under installation and activation services.

The following functional areas are currently supported mainly by application software, but are progressing towards migration into the Application Platform:

- Trouble Ticketing services support the generation, processing and tracking of problem reports. Trouble ticketing is a term originating in the telecommunications world, referring to the ability to pass fault reports both within and between telecommunications service providers. In this environment, faults are often found by a customer of one provider, while the cause of the problem lies within the administrative domain of another provider. Trouble ticketing is a common service that may be useful to an increasing range of applications if the necessary work is done to extend it from telecommunications into wider areas of distributed applications such as electronic mail.

This breakout of system and network management services parallels the breakout of emerging OSI network management, thereby presenting an overall coherent framework that applies equally to whole networks and the individual nodes of the networks.

One important consideration of the standards supporting the services in this category is that they should not enforce specific management policies but rather enable a wide variety of different management policies to be implemented, selected according to the particular needs of the end-user installations.

System and network management services require the co-operation of other software entities in:

- providing status information
- notifying events
- responding to management instructions
- 

### ***Object-Oriented Provision of Services***

This subsection shows how services are provided in an object-oriented manner. 'Object Services' does not appear as a category in the Technical Reference Model since all the individual object services are incorporated as appropriate in the given service categories.

An object is an identifiable, encapsulated entity that provides one or more services that can be requested by a client. Clients request a service by invoking the appropriate method associated with the object, and the object carries out the service on the client's behalf. Objects provide a programming paradigm that can lead to important benefits, including:

- increased modularity
- a reduction in errors, and
- ease of debugging

Object management services provide ways of creating, locating and naming objects, and allowing them to communicate in a distributed environment. The complete set of object services identified so far is listed below for the sake of completeness. Where a particular object service is part of a more generally applicable service category, a pointer to the other service category is given. Object services include:

- Object request broker (ORB) services, which enable objects to transparently make and receive requests and responses in a distributed environment. ORB services include:
  - Implementation repository services support the location and management of object implementations.
  - Installation and activation services provide ways to distribute, install, activate and relocate objects.
  - Interface repository services support the storage and management of information about interfaces to objects.
  - Replication services support replication of objects in distributed systems, including management of consistency between the copies.
- Common object services, which provide basic functions for using and implementing objects. These are the services necessary to construct any distributed application. Common object services include:
  - Change management services provide for version identification and configuration management of object interfaces, implementations and instances.
  - Collections services provide operations on collections of objects, such as lists, trees, stacks or queues. Services include establishing, adding objects to or removing them from collections, testing set membership, forming unions and intersections of sets and so on.
  - Concurrency control services enable multiple clients to co-ordinate their access to shared resources.

- Data interchange services support the exchange of visible state information between objects.
- Event management services provide basic capabilities for the management of events, including asynchronous events, event "fan-in", notification "fan-out" and reliable event delivery.
- Externalization services define protocols and conventions for externalizing and internalizing objects. Externalizing means recording the object state in a stream of data, and internalizing means recreating an object state from a data stream.
- Licensing services support policies for object licensing, and measurement and charging for object use.
- Life cycle services define conventions for creating, deleting, copying and moving objects. The creation of objects is defined in terms of factory objects, which are objects that create other objects.
- Naming services provide the ability to bind a name to an object, and to locate an object by its name.
- Persistent object services provide common interfaces for retaining and managing the persistent state of objects. Objects are often stored in an object oriented database management system.
- Properties services support the creation, deletion, assignment and protection of dynamic properties associated with objects.
- Query services support indexing and query operations on collections of objects that return a subset of the collection.
- Relationship services allow relationships between objects, such as ownership or containment, to be explicitly represented as objects.
- Security services support access control on objects and non-repudiation of operations on objects.
- Start-up services support automatic start-up and termination of object services at ORB start-up or termination.
- Time services support synchronization of clocks in a distributed system.
- Trading services allow clients to locate objects by the services the objects provide, rather than by name.
- Transaction services provide facilities for grouping operations into atomic units, called transactions, with the certainty that a transaction will be carried out in its entirety or not at all.

## H. Modelos de Trabajo

En esta sección se especifican los “modelos de documentos” utilizados durante la gestión metodológica, siendo artefactos intermedios para su posterior constitución en productos metodológicos finales.

### Representación de Giros Institucionales

Ésta se constituye en la elaboración de una estructura de árbol donde se agrupan los Giros Institucionales por el Área Funcional a la que pertenecen. Además de manera subsiguiente se constituye una ficha por Giro Institucional donde se explica con mayor detalle su contenido.

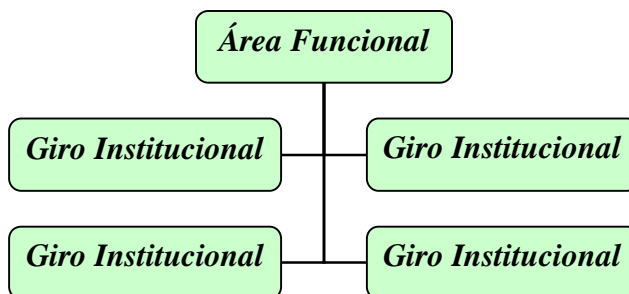


Figura 7.2-4 – Árbol de Giros Institucionales por Área Funcional

<b>Nombre del Giro:</b>	<Giro Institucional>			
<b>Competencia:</b>	<Descripción del servicio que ofrece el giro>			
<b>Custodio:</b>	<Institución y Unidad que custodia o es responsable por el cumplimiento del servicio que ofrece el giro>			
<b>Áreas Involucradas:</b>	<Institución 1>	<Institución 2>	<Institución 3>	<Institución 4 ..>
<Otra Unidades de Trabajo Involucradas>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;Unidad 1&gt;</li> <li>• &lt;Unidad 2&gt;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;Unidad 1&gt;</li> <li>• &lt;Unidad 2&gt;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;Unidad 1&gt;</li> <li>• &lt;Unidad 2&gt;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;Unidad 1&gt;</li> <li>• &lt;Unidad 2&gt;</li> </ul>
<b>Comentarios:</b>	<...>			

Esquema 10-1 Ficha de Descripción para un Giro Institucional

## Hoja de Revisión de Giros Institucionales

El siguiente modelo de hoja de revisión facilita el proceso de validación de los giros institucionales definidos durante el proceso de lluvia de ideas sugerido por la metodología. Para la evaluación, esta herramienta deberá de utilizarse en conjunto con las fichas de descripción anteriormente descritas.

**Revisado Por:** <Nombre del Experto del Dominio Revisor>

**Fecha de Revisión:** <Fecha>

Nombre del Giro Institucional	Aprobado	Rechazado
<Giro Institucional #1>	✓	
<Giro Institucional #2>	✓	
<Giro Institucional #3>		✓
<Motivo de Rechazo y Sugerencias>		



# I. Plantillas de los Productos Metodológicos

## Modelo de Referencia Organizacional (MRO)

La siguiente plantilla toma como base el BRM del MRAIF [FEABRM02] para la definición de los puntos que deberá documentar.

---

### Presentación:

#### Modelo de Referencia Organizacional

<Colaboradores: Ejecutivos Clave, Expertos del Dominio, Facilitadores>

<Versión del Documento y Fecha de Elaboración>

### 1. Introducción

Ésta sección corresponde a una presentación de los conceptos del MRO en torno al proceso de la arquitectura institucional, y cómo sirve de apoyo en el proceso de segmentación.

### 2. Resumen de la Gestión

Ésta sección deberá de describir brevemente el proceso llevado a cabo para la definición del documento, y las fechas importantes (inicio, hitos etc.) indicando el tipo de revisiones realizadas y la documentación utilizada como fuente.

### 3. Cambios en la Nueva Versión

Ésta sección deberá incluirse en las subsiguientes versiones del MRO, considerando los factores incidentes, tales como necesidades organizacionales y técnicas.

### 4. Áreas Funcionales

Ésta sección describe los giros institucionales. Puede representarse mediante un diagrama de descomposición funcional ref. Ingeniería de Información)

## **MTR – Fichas de Caracterización Tecnológica**

La siguiente plantilla de ficha toma como base la descripción provista en los distintos marcos de referencia arquitectónicos [TOGAF700] y [FEAF11V99] abordados en el marco teórico del estudio así como [ARRINGTON01] y [ACM98].

---

**Nombre de la Tecnología:** *<Nombre y Abreviaturas conocidas>*

**Clasificación:** *Acorde al sistema de clasificación del ACM Computing Classification System 1998*

**Familia:** *Si la tecnología pertenece a una familia bien conocida de tecnologías*

**Ciclo de Vida:** *El posicionamiento de ésta tecnología en el ciclo de vida tecnológico (Tecnologías emergentes, de Pauta, Clave, o Base) describiendo las condiciones actuales de su uso en el mercado.*

**Descripción General:** *Funcionamiento de la Tecnología, requerimientos técnicos básicos para su operación.*

**Ejemplos:** *Si es posible mostrar código fuente (cuando se trata de un lenguaje de programación o algoritmo), gráficas (por ejemplo, para mostrar medidas de desempeño en ciertas aplicaciones), y diagramas (para mostrar diseños de componentes e interconexiones físicos o lógicos).*

**Tecnologías Compatibles:** *Las tecnologías o familias de tecnologías que soportan interoperatividad directa (sin utilizar otras tecnologías intermedias) con ésta, detallando las limitaciones impuestas en el desempeño, la funcionalidad, la complejidad de diseño etc.*

**Fortalezas:** *Fortalezas propias de la tecnología que proveen o proveerían un beneficio para la institución desde el punto técnico, económico y operativo.*

**Debilidades:** *Debilidades inherentes de la tecnología que significan o podrían significar un riesgo para la institución desde el punto técnico, económico y operativo.*

**Referencias Documentales:** *Bibliografía de apoyo para mayor información sobre el tema*