

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**"EVALUACION Y CLASIFICACION DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
MEDIANTE EL USO DE TECNICAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES"**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TITULO DE**

**INGENIERO DE SISTEMAS**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**VASQUEZ VELÁSQUEZ MARIO ARTURO**

**ASESORES:**

**Ing. AZAHUANACHE OLIVA ROBERTO  
Mg. SÁNCHEZ CACERES VICTOR**

***Cajamarca, Julio 2013***

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>9</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>10</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>15</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACION</b> .....	<b>15</b>
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.3 OBJETIVOS DE LA TESIS.....	17
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>19</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1 ANTECEDENTES.....	20
2.2 REDES NEURONALES ARTIFICIALES .....	24
2.2.1 <i>Introducción a las redes neuronales artificiales</i> .....	24
2.2.2 <i>Métodos deterministas vs estadísticos</i> .....	39
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES .....	39
2.3.1 <i>Resumen de características</i> .....	39
2.3.2 <i>Modo de operación</i> .....	40
2.3.3 <i>Aprendizaje supervisado</i> .....	41
2.3.4 <i>Aprendizaje no supervisado</i> .....	43
2.3.5 <i>Aprendizaje por componentes principales</i> .....	45
2.3.6 <i>Aprendizaje competitivo</i> .....	45
2.3.7 <i>Códigos demográficos</i> .....	45
2.3.8 <i>Aprendizaje reforzado</i> .....	46
2.3.9 <i>Tipos de redes</i> .....	48
2.3.10 <i>Aplicaciones de las redes neuronales artificiales</i> .....	56
2.3.11 <i>Tecnologías usadas en computación neuronal</i> .....	61
2.3.12 <i>Redes de retropropagación (back-propagation)</i> .....	64
Fuente <a href="http://magomar.webs.upv.es/rna/tutorial/RNA_backprop.html">http://magomar.webs.upv.es/rna/tutorial/RNA_backprop.html</a> .....	70
2.4 DERIVADAS MAXIMOS Y MINIMOS .....	71
2.4.1 <i>TEOREMA DE ROLLE</i> .....	72
2.4.2 <i>TEOREMA DEL VALOR MEDIO</i> .....	73

2.4.3 FUNCIONES CRECIENTES Y DECRECIENTES .....	74
2.4.4 EXTREMOS RELATIVOS DE LA PRIMERA DERIVADA.....	74
2.4.5 CONCAVIDAD Y CRITERIO DE LA SEGUNDA DERIVADA .....	76
2.5 MODELOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	77
2.5.1 MODELOS, METAMODELOS Y HERRAMIENTAS.....	78
2.5.2 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML: UNIFIED MODELING LANGUAGE).....	80
2.5.3 DIAGRAMAS UML .....	81
2.5.4 DIAGRAMA DE CASO DE USO .....	83
2.5.5 DIAGRAMA DE SECUENCIA .....	85
2.5.6 DIAGRAMA DE COLABORACIÓN .....	86
2.5.7 DIAGRAMA DE CLASES.....	87
2.5.8 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD.....	88
2.5.9 DIAGRAMA DE ESTADOS.....	89
2.5.10 DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN .....	90
2.5.11 MÉTODO Y METODOLOGÍAS .....	91
2.6 PROCESO UNIFICADO RACIONAL (RUP: RATIONAL UNIFIED PROCESS).....	96
2.6.1 Las Mejores Prácticas .....	96
2.6.2 Ciclos Y Fases .....	99
2.6.3 Fases Del RUP .....	99
2.6.4 Flujos De Trabajo .....	104
2.6.5 Flujos De Trabajo Esenciales.....	106
2.7 TOMA DE DECISIONES.....	109
2.7.1 BASES PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	110
2.7.2 PROCESO PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	110
2.8 DIAGNÓSTICO DE PROYECTOS DE INVERSION .....	112
2.8.1 OBJETIVOS DE UN SISTEMA DE DIAGNÓSTICO .....	113
2.8.2 MOTIVOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO EN LA EMPRESA.....	113
2.8.3 BENEFICIOS QUE SE OBTIENEN DEL SISTEMA DE DIAGNÓSTICO.....	114
2.9 ANÁLISIS DEL RECURSO FINANCIERO .....	116
2.9.1 RAZÓN DE LIQUIDEZ .....	119
2.9.2 RAZÓN DE ACTIVIDAD.....	120
2.9.3 RAZONES DE ENDEUDAMIENTO.....	122
2.9.4 RAZONES DE RENTABILIDAD.....	124
2.10 ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN .....	127
2.10.1 ORGANIZACIÓN .....	127
2.10.2 DIRECCIÓN EMPRESARIAL .....	127
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>130</b>
<b>DESARROLLO.....</b>	<b>130</b>
3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	131
3.1.1 POBLACIÓN.....	131
3.1.2 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	131
3.1.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	131
3.2 ANÁLISIS DEL PROYECTO DE SOFTWARE .....	132
3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO.....	132
3.2.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	134

3.2.3 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	142
3.2.4 DEFINICIÓN DEL SISTEMA.....	143
3.2.5 SEGURIDAD.....	143
3.3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE SOFTWARE.....	146
3.3.1 ALCANCE DEL SISTEMA.....	146
3.3.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	156
3.4 MODELAMIENTO DEL NEGOCIO (MODELO DE CASO DE USO DEL NEGOCIO).....	160
3.5 REQUERIMIENTOS.....	161
3.5.1 DIAGRAMA DE CASO DE USO.....	161
3.6 DOCUMENTACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE CASOS DE USO.....	162
3.7 DIAGRAMA DE SECUENCIA.....	172
3.8 FLUJO DE TRABAJO: ANÁLISIS Y DISEÑO.....	173
3.8.1 DIAGRAMAS ESTÁTICOS.....	173
3.8.2 DIAGRAMAS DE COMPORTAMIENTO.....	174
3.9 DISEÑO DE INTERFAZ.....	210
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>220</b>
<b>METODOLOGIA D E LA INVESTIGACION.....</b>	<b>220</b>
4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	221
4.2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	222
4.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	223
4.4 INDICADORES.....	223
4.5 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	224
4.5.1 <i>Tipo de la investigación</i> .....	224
4.5.2 <i>Régimen de Investigación</i> .....	224
4.5.3 <i>Procedimiento y técnicas de recolección de datos</i> .....	224
4.5.4 <i>Descripción de equipos e instrumentos de medición</i> .....	224
4.5.5 <i>Técnicas de procesamiento y análisis de datos</i> .....	224
4.5.6 <i>Control de calidad de datos</i> .....	225
4.5.7 <i>Localidad e Institución donde se desarrollará el plan de investigación</i> .....	225
4.5.8 <i>IMPORTANCIA DE ESTUDIO Y ANTECEDENTES (Teórica y práctica)</i> .....	225
4.5.9 <i>Investigación analítica</i> .....	226
4.5.10 <i>Estructura del modelo</i> .....	227
4.5.11 <i>Planteamiento clásico del contraste de hipótesis</i> .....	238
4.5.12 <i>Procedimientos de prueba</i> .....	239
4.5.13 <i>Enfoque actual de los contrastes de hipótesis</i> .....	240
4.5.14 <i>Errores en el contraste</i> .....	242
4.5.15 <i>Contraste más potente</i> .....	243
4.5.16 <i>Contraste uniformemente más potente</i> .....	243
4.6 CONTRASTACION DE HIPOTESIS.....	246
4.7 COMPARACION METODO MANUAL, SPSS Y RNA.....	247
4.7.1 <i>Características SPSS</i> .....	247
4.7.2 <i>Características Evaluador de Proyecto</i> .....	247
4.7.3 <i>Características RNA BackPropagation</i> .....	247
4.7.4 <i>MÉTODOS TRADICIONALES VS RNA</i> .....	248
4.7.5 <i>Desventajas del SPSS</i> .....	248

4.7.6 Prueba de hipótesis para el % de proyectos bien clasificados con la RNA.....	249
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>250</b>
<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>250</b>
5.1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA.....	251
5.1.1 INGRESO Y PROCESO DE LOS DATOS A LA RED NEURONAL.....	251
5.1.2 RESULTADOS DEL SISTEMA DE DIAGNOSTICO.....	261
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	265
CONCLUSIONES .....	266
RECOMENDACIONES .....	267
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>268</b>
<b>PÁGINAS WEB .....</b>	<b>268</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>270</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>271</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Neurona y conexiones sinápticas.....	29
Figura 2	Detalle de una sinapsis.....	30
Figura 3	Activación y disparo de una neurona.....	31
Figura 4:	Unidad de proceso típica.....	32
Figura 5:	Modelo de red en cascada de 3 capas.....	35
Figura 6:	Función sigmoideal con $s = 1$ .....	38
Figura 7	Conexiones.....	42
Figura 8:	Modelo de Perceptrón (Roseblatt, 1962).....	49
Figura 9:	Aprendizaje competitivo y clasificación de patrones.....	51
Figura 10:	Capa Oculta y salida.....	65
Figura 11:	Grafico Capa Oculta y salida.....	67
Figura 12	Problema de los mínimos locales.....	70
Figura 13:	Teorema de Rolle.....	72
Figura 14	Problema de los mínimos locales.....	73
Figura 15:	Función creciente decreciente.....	74
Figura 16:	Problema de los mínimos locales.....	75
Figura 17:	Máximos y mínimos signos.....	75
Figura 18:	Concavidad segunda derivada.....	76
Figura 19:	Herramientas, Notación y Metamodelo.....	78
Figura 20:	Vistas de un Modelo.....	79
Figura 21:	Evolución del UML.....	81
Figura 22:	Diagramas del UML.....	82
Figura 23:	Diagrama de caso de Uso.....	84
Figura 24:	Relación Usa y Extiende.....	85
Figura 25:	Modelo de Cascada.....	94
Figura 26:	Modelo de Espiral.....	95
Figura 27:	Fases del RUP.....	99
Figura 28:	Hito de la concepción.....	100
Figura 29:	Hito de la Elaboración.....	102
Figura 30:	Hito de la Construcción.....	103
Figura 31:	Hito de la Transición.....	104
Figura 32:	Flujos de trabajo mostrando trabajadores, actividades y sus flujos.....	105
Figura 33:	Flujos de Trabajo Esenciales.....	106
Figura 34:	Agenda de trabajo la tesis.....	149
Figura 35:	Diagrama de Caso de Uso.....	161
Figura 36:	Diagrama de Clases.....	174
Figura 37:	Verificar usuario de sistema.....	175
Figura 38:	Registrar empresa.....	176
Figura 39:	Buscar empresa.....	176
Figura 40:	Modificar empresa.....	177
Figura 41:	Ingresar datos de gestión empresarial.....	177
Figura 42:	Ingresar recurso humano.....	178
Figura 43:	Ingresar recurso financiero.....	178
Figura 44:	Ingresar organización y dirección empresarial.....	179
Figura 45:	Ingresar actividades internas.....	179

Figura 46: Ingresar proceso económico.....	180
Figura 47: Calcular índices de diagnóstico.....	180
Figura 48: Generar reportes de diagnóstico.....	181
Figura 49: Consultar diagnóstico.....	182
Figura 50: DC Verificar usuario de sistema.....	183
Figura 51: DC Registrar empresa.....	183
Figura 52: DC Buscar empresa.....	184
Figura 53: DC Modificar empresa.....	184
Figura 54: DC Ingresar datos de gestión empresarial.....	185
Figura 55: DC Ingresar recurso humano.....	186
Figura 56: DC Ingresar recurso financiero.....	186
Figura 57: DC Ingresar organización y dirección empresarial.....	187
Figura 58: DC Ingresar actividades internas.....	188
Figura 59: DC Ingresar proceso económico.....	188
Figura 60: DC Modificar datos de gestión empresarial.....	189
Figura 61: DC Buscar datos de gestión empresarial.....	190
Figura 62: DC Calcular índice de diagnóstico.....	190
Figura 63: DC Generar reporte de diagnóstico.....	190
Figura 64: DC Consultar diagnóstico.....	191
Figura 65: DC Consultar módulo de capacitación.....	191
Figura 66: DE Verificar usuario de sistema.....	192
Figura 67: DE Registrar empresa.....	192
Figura 68: DE Buscar empresa.....	193
Figura 69: DE Modificar empresa.....	194
Figura 70: DE Ingresar datos de gestión empresarial.....	194
Figura 71: DE Ingresar recurso humano.....	194
Figura 72: DE Ingresar recurso financiero.....	195
Figura 73: DE Ingresar organización y dirección empresarial.....	195
Figura 74: DE Ingresar actividades internas.....	196
Figura 75: DE Ingresar proceso económico.....	196
Figura 76: DE Modificar datos de gestión empresarial.....	197
Figura 77: DE Buscar datos de gestión empresarial.....	197
Figura 78: DE Calcular índice de diagnóstico.....	198
Figura 79: DE Generar reporte de diagnóstico.....	198
Figura 80: DE Consultar diagnóstico.....	199
Figura 81: DE Consultar módulo de capacitación.....	199
Figura 82: DA Verificar usuario de sistema.....	200
Figura 83: DA Registrar empresa.....	201
Figura 84: DA Buscar empresa.....	202
Figura 85: DA Modificar empresa.....	202
Figura 86: DA Ingresar datos de gestión empresarial.....	202
Figura 87: DA Ingresar recurso humano.....	203
Figura 88: DA Ingresar recurso financiero.....	204
Figura 89: DA Ingresar organización y dirección empresarial.....	204
Figura 90: DA Ingresar actividades internas.....	204
Figura 91: DA Ingresar proceso económico.....	205

Figura 92: DA Modificar datos de gestión empresarial.....	205
Figura 93: DA Buscar datos de gestión empresarial .....	205
Figura 94: DA Calcular índice de diagnóstico .....	206
Figura 95: DA Generar reporte de diagnóstico .....	206
Figura 96: DA Consultar diagnóstico .....	206
Figura 97: DA Consultar módulo de capacitación .....	206
Figura 98: Diagrama de Componentes .....	207
Figura 99: Diagrama de RNA.....	208
Figura 100: Diagrama de despliegue .....	209
Figura 101: Pantalla de Menú principal.....	210
Figura 102: Pantalla de ingreso de nueva empresa .....	211
Figura 103: Pantalla de ingreso de nuevo diagnóstico.....	212
Figura 104: Pantalla de ingreso de activos .....	212
Figura 105: Pantalla de grado de instrucción.....	213
Figura 106: Pantalla de ingreso de datos de organización.....	213
Figura 107: Pantalla de ingreso de datos de proceso (actividades internas) .....	213
Figura 108: Pantalla de ingreso de datos de Proceso Productivo.....	214
Figura 109: Pantalla de ingreso de datos de Diagnóstico y Ratios .....	215
Figura 110: Pantalla Evaluación Neuronal .....	216
Figura 111: Pantalla de Entrenamiento Neuronal .....	217
Figura 112: Pantalla de Entrenamiento Neuronal .....	218
Figura 113: Pantalla de Entrenamiento Neuronal .....	219
Figura 114: Calculo Rentabilidad .....	229
Figura 115: Calculo Rentabilidad .....	230
Figura 116: Calculo Rentabilidad .....	231
Figura 117: Calculo Rentabilidad .....	232
Figura 118 Zona Aceptación - Rechazo .....	242
Figura 119: Reporte de Diagnóstico empresas .....	261
Figura 120: Reporte de Recurso Humanos.....	262
Figura 121: EEGG .....	262
Figura 122: Reporte de Recurso financiero.....	263
Figura 123: Diagnostico de empresa.....	263
Figura 124: Evaluación Neuronal.....	264

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación entre las neuronas biológicas reales y las unidades de proceso artificiales.....	34
Tabla 2 Clasificación de las redes neuronales artificiales.....	55
Tabla 3 RESUMEN DE GASTOS .....	134
Tabla 4: Leyenda de Agenda de Trabajo de Tesis .....	150
Tabla 5: Costo por Servicios Profesionales.....	156
Tabla 6: Costo por Utilización de Hardware .....	156
Tabla 7: Costo por utilización de software.....	157
Tabla 8: Costo por recursos diversos.....	158
Tabla 9: Costo por servicios diversos.....	158
Tabla 10: Costo por desarrollo del software.....	159
Tabla 11 Operacionalizacion Variable Independiente .....	223
Tabla 12 Operacionalizacion Variable dependiente.....	223
Tabla 13 Cuadro Errores .....	242
Tabla 6 Comparación modelos .....	247
Tabla 15: Balance General.....	254
Tabla 16: EEGPP .....	255

**DEDICATORIA**

---

A mi abuela y a mi hermano

---

**MARIO**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primer lugar a mi madre y a mi abuela que me dieron la vida y la total libertad para vivirla.

También quiero agradecer a mi familia y a mis amigos que siempre me apoyaron, sobre todo en los momentos difíciles, algunas veces muchos tenían más confianza en mí que yo en mi mismo

***El Autor.***

## **PRESENTACIÓN**

El presente Trabajo será un aporte sustantivo que apoye y oriente el desarrollo de la inteligencia artificial en el campo de las Redes Neuronales Artificiales y lograr hacer un proyecto que dé a la Universidad razones para competir a la par del nivel de las Universidades más representativas en el desarrollo de proyectos de Inteligencia Artificial.

Reciban mi reconocimiento anticipado por las sugerencias que me hagan llegar a fin de mejorar el contenido de esta tesis.

**El Autor.**

## **RESUMEN**

La presente Tesis denominada “*EVALUACIÓN Y CLASIFICACION DE PROYECTOS DE INVERSIÓN USANDO TECNICAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES,*” tiene como objetivo principal Replantear las técnicas clásicas de evaluación y clasificación de Proyectos de inversión mediante el uso de Redes Neuronales Artificiales.

Pasamos todos los días y las horas de nuestra vida teniendo que tomar decisiones, elegimos una alternativa que nos parezca suficientemente racional que nos permita maximizar el valor esperado, luego de resuelta nuestra acción, emitimos un plan de control, demostramos nuestra inteligencia en este proceso en funcionamiento.

En el análisis y diseño del sistema se utilizó el **Lenguaje de Modelado Unificado (UML)**. El UML describe cualquier tipo de sistema en términos de diagramas orientados a objetos. Los diagramas se utilizan para dar diferentes perspectivas del problema según lo que nos interese representar en un determinado momento. El **proceso** es la orientación que nos da los pasos a seguir para hacer el diseño, en este caso utilicé el **Proceso Unificado de Rational (RUP)**, que es un proceso de ingeniería de software y una forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades en una organización de desarrollo.

La alternativa que se tomó en cuanto al software a utilizar consto de varias etapas: En la primera etapa, que comprende el desarrollo de una aplicación que simule una Red Neuronal Artificial, se usó el lenguaje de programación basado en macros de **Visual Basic** y debido a que éste no cuenta con un propio manejador de base de datos se utilizó el **Microsoft Excel**, ya que las potencialidades que presenta son suficientes para el trabajo a realizar teniendo en cuenta los recursos existentes ; para la segunda etapa se usó el desarrollador de aplicaciones Visual Basic 6 .0 con el motor de base de datos Access 2000 para el desarrollo total de la aplicación y su posterior implementación. También se consideró la experiencia y familiaridad con estos lenguajes de programación, ya que la tesis se retrasaría hasta adquirir nuevos conocimientos en otros lenguajes. También se utilizó el **Rational Rose Enterprise**, como herramienta de análisis, modelado y diseño, ya que permite que la transición entre el planteo y programación se acorte

debido a un mejor entendimiento entre el diseño y la implementación, además es completamente compatible con cualquier otro software, entre ellos el Visual Basic.

Para el proceso de los datos se siguieron los siguientes pasos:

- Se realizó extrapolación de variables para lograr manejar valores entre 0 y 1 para hacer más fácil el procesamiento de la Red Neuronal artificial.
- Se realizó la clasificación de variables cualitativas y sus posteriores representaciones cuantitativas para su posterior análisis.
- Para el análisis e interpretación de los resultados conté con el apoyo de asesores y consultores del Proyectos de Inversión y Proyectos Sociales de diversas entidades (Dirección Regional de Salud, CEDEPAS, etc.).

En esta oportunidad se presenta la primera versión del sistema, la cual se modificará en versiones posteriores que incluirán nuevas áreas, así como también se ahondará la investigación para obtener un sistema más completo y de mayor utilidad para el empresario.

En el Capítulo I se describen los objetivos, la justificación y el alcance del proyecto, en el Capítulo II se desarrolla un marco teórico de las Redes Neuronales Artificiales, sus antecedentes, los diferentes modelos de desarrollo de software, las bases para hacer un buen diagnóstico de un proyecto de inversión. En el Capítulo III se define la metodología que se utilizara en el desarrollo de la presente tesis Planteando, Delimitando y Justificando el Problema, en el Capítulo IV se procede con el desarrollo utilizando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) y el Proceso Unificado Rational (RUP). En el capítulo V se presenta y discute los resultados y finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo de la tesis.

## INTRODUCCIÓN

Las Redes Neuronales Artificiales constituyen un potente instrumento para la aproximación de funciones no lineales. Su uso resulta especialmente útil en la modelización de aquellos fenómenos complejos donde la presencia de relaciones no lineales entre las variables es habitual. La aplicación de este tipo de técnicas en el terreno de la Economía y Finanzas ha proporcionado interesantes resultados, sobre todo en los campos de la Teoría Económica y la Econometría.

La gran aportación de esta metodología consiste precisamente en la eliminación de la hipótesis reduccionista de linealidad que ha venido dominando el análisis económico a lo largo de su historia. Si bien dicha hipótesis simplificadora ha permitido formular modelos matemáticos con los que explicar el fenómeno económico, al no contemplar la no-linealidad inherente a los sistemas económicos, dichos modelos ofrecían una visión parcial de la realidad. Desde el punto de vista de la econometría no podemos olvidar que una de las hipótesis fundamentales sobre las que se construye el ya clásico *Modelo Lineal Básico* es, como su propio nombre indica, la linealidad de las ecuaciones. El empleo de técnicas econométricas y estadísticas sustentadas en una falsa linealidad ha conducido la especificación de modelos incompletos, los cuales mostraban sus carencias al enfrentarse a fenómenos de dinámicas no-lineales.

En la presente Tesis pretendo explorar la capacidad de las Redes Neuronales Artificiales como instrumento de modelización, evaluación y clasificación de Proyectos de Inversión, poniendo de relieve la superioridad mostrada por las mismas en el modelado de los fenómenos no-lineales. Para ello confeccionaré un modelo neuronal que, implementado en Excel utilizando el manejador de macros *en su primera etapa permitirá evaluar el comportamiento de la red neuronal*; y *en su segunda etapa Visual Basic 6.0 utilizando con Access 2000 como manejador de base de datos*, me permitirá evaluar y clasificar los Proyectos de Inversión.

**CAPÍTULO I**  
**EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

## **1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En la actualidad las diferentes entidades financieras de nuestra localidad no han hecho un estudio similar, aunque cuentan con sistemas de información automatizados, sin embargo estos no se encuentran plenamente implementados para realizar la Evaluación y Clasificación de Proyectos de Inversión usando técnicas de Redes Neuronales Artificiales, por tanto la información es limitada y los análisis que se realizan no cuentan con herramientas que permitan evaluar técnicamente el futuro comportamiento de las variables que se manejan por cada proyecto, principalmente para el seguimiento y control de Proyectos de Inversión.

La situación actual no difiere entre las entidades financieras de nuestro País, la evaluación y clasificación de Proyectos de Inversión aun continua haciéndose de manera manual y lenta, a esto se suma la subjetividad del análisis que se basa en lo que el analista “crea” conveniente. Estos percances, entre otros, no permiten alcanzar los objetivos trazados.

Desde la creación de la especialidad de sistemas en la Universidad Nacional de Cajamarca en 1994, no existen desarrolladas aplicaciones basadas en Inteligencia Artificial.

La evaluación de Proyectos de Inversión Privados se realiza por métodos muy subjetivos y en base a la experiencia del evaluador.

Algunos Proyectos de Inversión Privados no toman en cuenta el análisis de variables cualitativas para la evaluación.

No es posible evaluar el éxito de un Proyecto de Inversión Privado Nuevo pues solo se analizan datos históricos

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La experiencia en la mayoría de entidades, refleja la ausencia de herramientas eficientes y eficaces para poder analizar las diferentes variables que están involucradas en este

proceso. Surge así mi interés por buscar métodos y técnicas que faciliten la realización de estos procesos y orientar el pensamiento del experto humano a tareas más productivas como las de formular estrategias orientadas a los Proyectos de Inversión.

Como en el medio local no existen aplicaciones similares, esto constituye la principal motivación para realizar una investigación de este tipo, considerando que se convierte en una gran oportunidad para desarrollar un estudio que abarque esta clase de aplicaciones.

Las entidades financieras para ser competitivas requieren superar restricciones, entre estas tenemos: predicción manual y lenta de clientes que clasifican para la evaluación de Proyectos de Inversión, baja productividad de empleados, también se ven afectadas por limitaciones externas para atraer más clientes así como el marco regulatorio.

Actualmente en nuestra ciudad operan alrededor de 4000 pequeñas y microempresas, responsables de generar el mayor porcentaje de empleo, es necesaria crear técnicas y métodos que permitan a las entidades financieras evaluar las distintas variables que influyen para determinar si es factibles otorgar créditos a sus clientes para el financiamiento de Proyectos de Inversión, así como predecir la evolución de algunas variables.

El desarrollo e implementación de dicha tesis dará las pautas para que el personal encargado, tenga una clara visión además de dotar de una poderosa herramienta de gestión de datos.

### **1.3 OBJETIVOS DE LA TESIS**

#### **1.1.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar en qué medida las Redes Neuronales Artificiales influyen en la evaluación de los Proyectos de Inversión Privados en Cajamarca en el 2012.

#### **1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los métodos de evaluación de proyectos de inversión privados en la ciudad de Cajamarca desde el año 2008 al 2012

- Elaborar un sistema de evaluación de proyecto de inversión privado utilizando redes artificiales neuronales.
- Evaluar la eficiencia de la red neural artificial para la evaluación de proyectos privados respecto a los otros métodos de evaluación de proyectos de inversión privados en la ciudad de Cajamarca en el año 2008 al 2012
- Proponer la implementación del uso de Redes Neuronales Artificiales por parte de las entidades financieras de la Región Cajamarca.

**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1 ANTECEDENTES**

Las diferentes entidades de nuestro medio aún continúan con procesos manuales para la evaluación y clasificación de proyectos de inversión, basan su análisis de riesgo en base a la experiencia del personal asignado a dichas labores

Las aplicaciones basadas en redes neuronales sólo han tenido un desarrollo máximo en los llamados países de primer mundo, en nuestro país hay pocas aplicaciones de este tipo.

Las empresas orientadas a la evaluación de proyectos de inversión deben empezar a entender la importancia de contar con una metodología que permita el análisis de su información fruto de sus operaciones diarias.

El problema se suscita cuando muchas instituciones aún no han automatizado estos procesos y mucho menos han implementado aplicaciones basadas en redes neuronales, ocasionando que se generen grandes lagunas de información dentro de la institución, generando confusión en los ejecutivos, originándose así decisiones erróneas.

Se debe estar midiendo de manera constante las diferentes variables del entorno, tener una certera fotografía de la realidad, tener acceso a proyecciones, coordinar procesos para hacer más eficiente el flujo de información y que esta llegue a las áreas que realmente la necesitan.

Las primeras explicaciones teóricas sobre el cerebro y el pensamiento fueron dadas por Platón (427 – 347 a.C.) y Aristóteles (348 – 422 a.C.). Las mismas ideas las mantuvieron Descartes (1569 - 1650) y los filósofos empiristas del siglo XVIII. La clase de las llamadas maquinas cibernéticas, a la cual la computación neuronal pertenece, tiene más historia de lo que se cree: Herón (100 a.C.) construyó un autómeta hidráulico.

En 1957 Frank Rosenblat comenzó el desarrollo del perceptron, la red neuronal más antigua, utilizada hoy en día como reconocedor de patrones. Este modelo es capaz de generalizar, es decir, después de haber aprendido una serie de patrones puede reconocer otros similares aunque no se le hubieran presentado anteriormente.

En 1974 Paul Werbos desarrollo la idea básica del algoritmo de propagación hacia atrás (Backpropagation). La inteligencia artificial comenzó como resultado de la investigación en psicología cognitiva y lógica matemática. Se ha enfocado sobre la explicación del trabajo mental y construcción de algoritmos de solución a problemas de propósito general, punto de vista que favorece a la abstracción y a la generalidad.

La idea de construir maquinas que puedan ejecutar tareas percibidas como requerimientos de inteligencia humana es atractiva. Estas tareas incluyen juegos, traducción de idiomas, comprensión de idiomas, diagnósticos de fallas, robótica, asesoría experta en diversos temas.

Las redes neuronales surgieron del movimiento conexionista que nació junto con la inteligencia Artificial simbólica o tradicional, que se originó por los años 50 con algunos de los primeros ordenadores de la época y las posibilidades que ofrecían.

En las primeras etapas de nuestra vida cuando realizamos el aprendizaje, entrenamos nuestras neuronas mediante el éxito fracaso de una acción o estímulos sensoriales.

Cuando cierta acción realizada en respuesta a alguna entrada sensorial es exitosa (ejemplo: al beber agua calmamos la sed), las conexiones sinápticas entre un grupo de neuronas se fortalece, de manera que cuando tengamos una sensación parecida la salida será la correcta. De esa forma se origina conexiones entre grupos de neuronas que pueden servir para realizar acciones complejas [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

## **Antecedentes**

### **Nacionales**

Según la tesis del Karen Alexandra Latinez Sotomayor, titulada "Comparación de los métodos de regresión multivariada adaptativa utilizando Splines y Redes Neuronales Artificiales Backpropagation para el pronóstico de lluvias y temperaturas en la cuenca del Rio Mantaro", presentada en la Universidad Nacional Agraria de la Molina, en el año 2009, se planteó como problema el pronosticar la precipitación de lluvias de acuerdo a la experiencia del campesino y factores externos muy ambiguos que afectan a la producción

y productividad de los cultivos, llegando a la siguiente recomendación los pronósticos de cada una de las variables respuesta aplicando el modelo MARS son mejores que aplicando las RNAB a excepción de las series de temperatura máxima de Huayao en donde se aprecian mejores estadísticos utilizando RNAB que el MARS

**Autor:** Karen Alexandra Latinez Sotomayor

**Título:** Comparación de los métodos de regresión multivariada adaptativa utilizando Splines y Redes Neuronales Artificiales Backpropagation para el pronóstico de lluvias y temperaturas en la cuenca del Río Mantaro

**Universidad:** Universidad Nacional Agraria La Molina

**Ciudad:** Lima

**Año:** 2009

**Problema:** el pronosticar la precipitación de lluvias de acuerdo a la experiencia del campesino y factores externos muy ambiguos que afectan a la producción y productividad de los cultivos

**Conclusión:** los pronósticos de cada una de las variables respuesta aplicando el modelo MARS son mejores que aplicando las RNAB a excepción de las series de temperatura máxima de Huayao en donde se aprecian mejores estadísticos utilizando RNAB que el MARS

**Recomendación:** el estudio se enriquecería si se agregaran variables explicativas de datos de las variables relacionadas a la zona como la humedad del suelo, humedad atmosférica, radiación solar.

## **INTERNACIONALES**

Según la tesis del Mercedes Fernández Redondo, titulada “Hacia un diseño Optimo de la Arquitectura Multilayer Feedforward”, presentada en la Universidad Jaume, en el año 2001, se planteó como objetivo realizar un estudio comparativo de los diferentes métodos existentes para resolver los aspectos referentes al diseño de la arquitectura de una red neuronal multilayer Feedforward en problemas de clasificación, llegando a la siguiente

recomendación que algunos métodos presentan ventajas con respecto al método clásico de inicialización aleatoria dentro de un cierto intervalo.

**Autor:** Mercedes Fernández Redondo

**Título:** Hacia un diseño Optimo de la Arquitectura Multilayer Feedforward

**Universidad:** Universidad Jaume

**Ciudad:** Jaume

**Año:** 2001

**Objetivo:** realizar un estudio comparativo de los diferentes métodos existentes para resolver los aspectos referentes al diseño de la arquitectura de una red neuronal multilayer Feedforward en problemas de clasificación

**Conclusión:** el método 5 presenta mejores resultados aunque la sensibilidad al valor de los parámetros no fue muy alta

**Recomendación:** que algunos métodos presentan ventajas con respecto al método clásico de inicialización aleatoria dentro de un cierto intervalo.

## **2.2 REDES NEURONALES ARTIFICIALES**

### **2.2.1 Introducción a las redes neuronales artificiales**

#### **2.2.1.1 Red Neuronal Artificial:**

El cerebro es un procesador de información con unas características muy notables: es capaz de procesar a gran velocidad grandes cantidades de información procedentes de los sentidos, combinarla o compararla con la información almacenada y dar respuestas adecuadas incluso en situaciones nuevas. Logra discernir un susurro en una sala ruidosa, distinguir una cara en una calle mal iluminada o leer entre líneas en una declaración política; pero lo más impresionante de todo es su capacidad de aprender a representar la información necesaria para desarrollar tales habilidades sin instrucciones explícitas para ello.

Aunque todavía se ignora mucho sobre la forma en que el cerebro aprende a procesar la información, se han desarrollado modelos que tratan de mimetizar tales habilidades; denominados redes neuronales artificiales o modelos de computación conexionista (otras denominaciones son computación neuronal y procesamiento distribuido paralelo o P.D.P.). La elaboración de estos modelos supone en primer lugar la deducción de los rasgos o características esenciales de las neuronas y sus conexiones, y en segundo lugar, la implementación del modelo en una computadora de forma que se pueda simular. Es obvio decir que estos modelos son idealizaciones burdas de las auténticas redes neuronales, pero que sin embargo resultan interesantes cuando menos por sus capacidades de aprendizaje [José R. Hiler y Víctor J. Martínez (2000)].

#### **2.2.1.2 Origen del paradigma de computación conexionista**

La IA, entendida muy ampliamente como el modelado y la simulación de las actividades cognitivas complejas (percepción, memoria, solución de problemas, etc.) que caracterizan a los organismos avanzados, y en particular a los seres humanos, se separó casi desde su inicio en dos ramas bien diferenciadas (Waltz & Feldman 1988)

- Por un lado se trató de modelar la actividad racional mediante sistemas formales de reglas y manipulación simbólica (generalmente mediante sistemas lógicos), constituyendo quizás la rama más conocida de la IA, que podríamos denominar simbólico - deductiva (se postulan una serie de reglas y el sistema resuelve los problemas realizando deducciones sobre las reglas existentes).
- Por otro lado se desarrollaron modelos computacionales inspirados en las redes neuronales biológicas, denominados inductivos o subsimbólicos, ya que extraen la información necesaria para resolver un problema de un conjunto de ejemplos, sin necesidad de indicarle las reglas necesarias para resolverlo.

Si bien es mucho más conocida la aproximación simbólico-deductiva y su principal aplicación: los sistemas expertos (sistemas o agentes basados en conocimiento), existe un considerable y renacido interés por los modelos conexionistas. El progreso de las neurociencias nos está conduciendo a una comprensión cada vez mayor de la estructura física y lógica del cerebro; los avances tecnológicos ofrecen recursos cada vez mayores para representar estructuras muy complejas, realizar cálculos a gran velocidad y en paralelo, apoyando y fomentando así la investigación en este campo.

Existe una definición formal de neurona dada por McCulloch y Pitts en 1943 como un dispositivo binario con varias entradas y salidas. Un psicólogo, D.O. Hebb, introdujo en 1949 (Hebb 1949) dos ideas fundamentales que han influido de manera decisiva en el campo de las redes neuronales: la idea de que una percepción o un concepto se representa en el cerebro por un conjunto de neuronas activas simultáneamente; y la idea de que la memoria se localiza en las conexiones entre las neuronas (sinapsis). Las hipótesis de Hebb, basadas en investigaciones psicofisiológicas, presentan de manera intuitiva el modo en que las neuronas memorizan información, y se plasman sintéticamente en la famosa regla aprendizaje de Hebb (también conocida como regla del producto). Esta regla indica que las conexiones entre dos neuronas se refuerzan si ambas son activadas. Muchos de los algoritmos actuales proceden de los conceptos de este

psicólogo, y a pesar de las críticas recibidas, como la existencia de conexiones inhibitorias y no sólo excitatorias, sigue teniendo una gran influencia [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

### **2.2.1.3 Un poco de historia**

En 1956 se organizó en Dartmouth la primera conferencia sobre IA. Aquí se discutió el uso potencial de las computadoras para simular "todos los aspectos del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia" y se presentó la primera simulación de una red neuronal, aunque todavía no se sabían interpretar los datos resultantes [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

En 1959, Widrow (Widrow 1959) publica una teoría sobre la adaptación neuronal y unos modelos inspirados en esa teoría, el Adaline (Adaptative Linear Neuron) y el Madaline (Multiple Adaline). Estos modelos fueron usados en numerosas aplicaciones y permitieron usar, por primera vez, una red neuronal en un problema importante del mundo real: filtros adaptativos para eliminar ecos en las líneas telefónicas [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

En 1962, Roseblatt (Roseblatt 1962) publica los resultados de un ambicioso proyecto de investigación, el desarrollo del Perceptrón, un identificador de patrones ópticos binarios, y salida binaria. Las capacidades del Perceptrón se extendieron al desarrollar la regla de aprendizaje delta, que permitía emplear señales continuas de entrada y salida [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

En 1969, Minsky y Papert (Minsky & Papert 1969) realizan una seria crítica del Perceptrón, revelando serias limitaciones, como su incapacidad para representar la función XOR, debido a su naturaleza lineal. Este trabajo creó serias dudas sobre las capacidades de los modelos conexionistas y provocó una caída en picado de las investigaciones [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

Años 70: a pesar del duro golpe que supuso el trabajo de Minsky y Papert para las investigaciones en computación conexionista, un puñado de investigadores siguió

trabajando y desarrollando nuevas ideas [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)]:

- **Anderson** (Anderson, Silverstein, Ritz & Jomnes 1977) estudia y desarrolla modelos de memorias asociativas. Destaca el autoasociador lineal conocido como modelo brain-state-in-a-box (BSB).
- Kohonen (Kohonen 1984) continua el trabajo de Anderson y desarrolla modelos de aprendizaje competitivo basados en el principio de inhibición lateral. Su principal aportación consiste en un procedimiento para conseguir que unidades físicamente adyacentes aprendieran a representar patrones de entrada similares; a las redes basadas en este procedimiento se las denomina redes de Kohonen.
- Grossberg (Grossberg 1987) realizó un importante trabajo teórico - matemático tratando de basarse en principios fisiológicos; aportó importantes innovaciones con su modelo ART (Adaptative Resonance Theory) y, junto a Cohen, elabora un importante teorema sobre la estabilidad de las redes recurrentes en términos de una función de energía.

Años 80: En esta década se produce el renacimiento del interés por el campo gracias sobre todo al trabajo del el grupo PDP y las aportaciones de Hopfield [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

- Rumelhart, McClelland & Hinton crean el grupo PDP (Parallel Distributed Processing). Como resultado de los trabajos de este grupo salieron los manuales (Rumelhart & McClelland 1986 y 1988) con más influencia desde la crítica de Minsky y Papert. Destaca el capítulo dedicado al algoritmo de retropropagación, que soluciona los problemas planteados por Minsky y Papert y extiende enormemente el campo de aplicación de los modelos de computación conexionistas.
- Hopfield (Hopfield 1982) elabora un modelo de red consistente en unidades de proceso interconectadas que alcanzan mínimos energéticos, aplicando los principios de estabilidad desarrollados por Grossberg. El modelo de Hopfield resultó muy ilustrativo sobre los mecanismos de almacenamiento y recuperación de la memoria. Su

entusiasmo y claridad de presentación dieron un nuevo impulso al campo y provocaron el incremento de las investigaciones.

- Otros desarrollos destacables de esta década son la máquina de Boltzmann (Hinton & Sejnowski 1986) y los modelos BAM (Kosko 1987)

#### **2.2.1.4 Distintas visiones o enfoques de los modelos conexionistas**

La formulación de modelos del funcionamiento cerebral se aborda hoy desde una óptica multidisciplinar: psicólogos cognitivos, neurofisiólogos, matemáticos, físicos, ingenieros, estudiosos de las ciencias de la computación, convergen en esta temática dando lugar a una "fertilización cruzada", ya que cada disciplina toma de las otras nuevos estilos o aproximaciones en el análisis de problemas.

**Enfoque computacional:** Desde esta aproximación se intentan desarrollar modelos de computación eficientes, con la máxima potencia y simplicidad. Dentro de este enfoque destacaríamos el área del aprendizaje inductivo y el área de reconocimiento de formas [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

**Enfoque cognitivo:** Se interesa sobre todo por las capacidades cognitivas de estos modelos, sin considerar la necesidad de mantener una plausibilidad biológica. Busca modelos cognitivos potentes y sencillos, centrándose sobre todo en la problemática de la representación del conocimiento [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

**Enfoque biocognitivo:** Parecido al anterior pero tomando como premisa la plausibilidad biológica de los modelos. Esto no supone un respeto y fidelidad absolutos a los procesos neurofisiológicos, sino que tratan de recrear las características generales de dichos mecanismos para aplicarlos a las tareas típicamente cognitivas (lenguaje natural, visión, etc.), aprovechando las cualidades inherentes al cerebro como procesador de información.

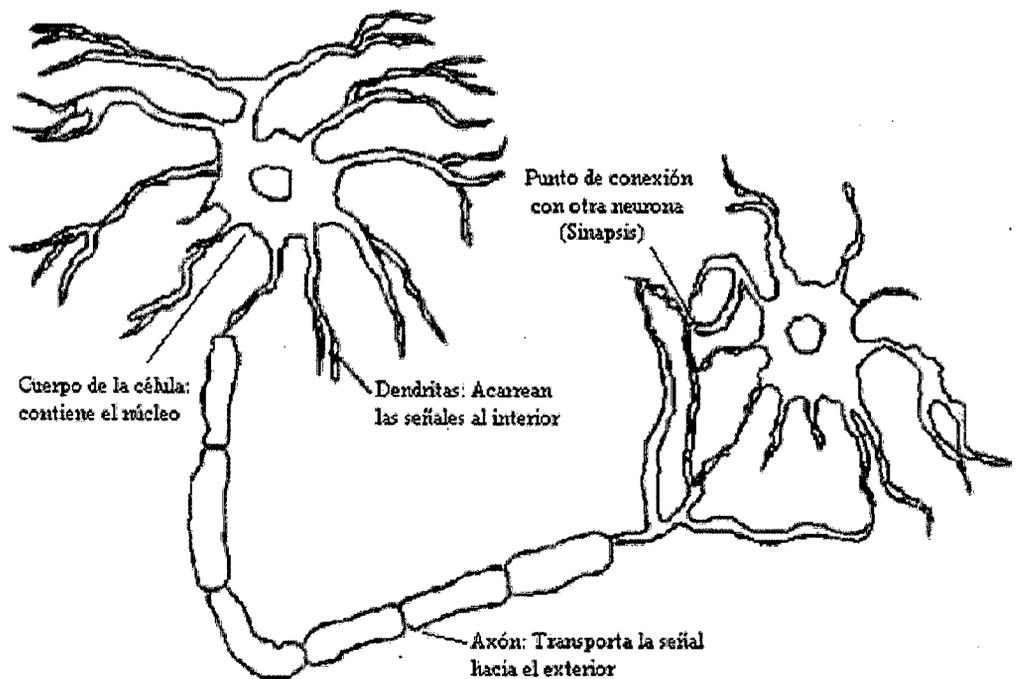
**Enfoque psicofisiológico:** trata de comprender los mecanismos naturales implicados en los procesos cognitivos reales: percepción, razonamiento, memoria,

etc. Resulta interesante en cuanto permite poner a prueba teorías psicológicas y neurofisiológicas [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

### 2.2.1.5 Redes neuronales biológicas

A grandes rasgos, recordemos que el cerebro humano se compone de decenas de billones de neuronas interconectadas entre sí formando circuitos o redes que desarrollan funciones específicas [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

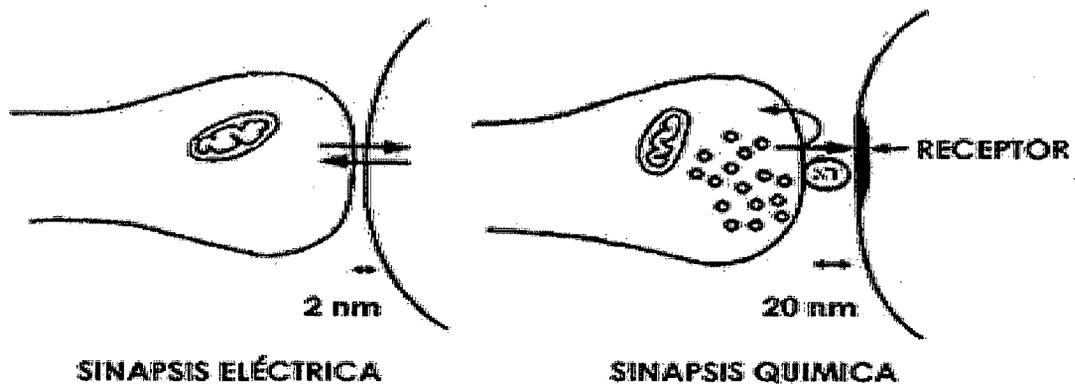
Una neurona típica recoge señales procedentes de otras neuronas a través de una pléyade de delicadas estructuras llamadas dendritas. La neurona emite impulsos de actividad eléctrica a lo largo de una fibra larga y delgada denominada axón, que se escinde en millares de ramificaciones.



**Figura 1** Neurona y conexiones sinápticas

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos14/inteligenciartif/inteligenciartif.shtml>

Las extremidades de estas ramificaciones llegan hasta las dendritas de otras neuronas y establecen unas conexiones llamadas sinapsis, en las cuales se produce una transformación del impulso eléctrico en un mensaje neuroquímico, mediante la liberación de unas sustancias llamadas neurotransmisor.

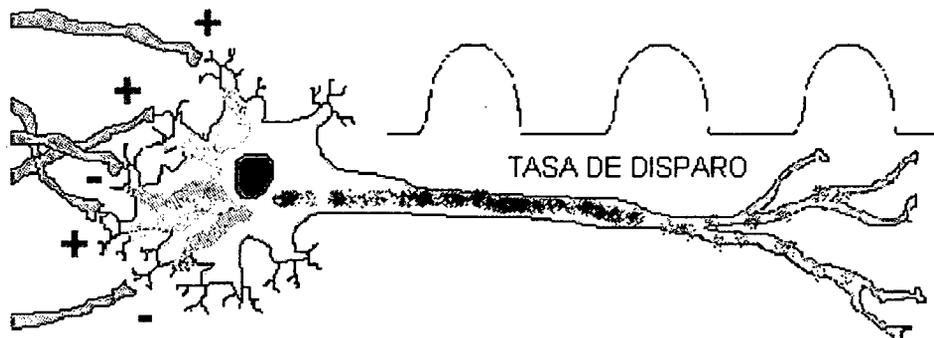


**Figura 2 Detalle de una sinapsis**

*Fuente*

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/30/html/sec\\_8.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/30/html/sec_8.html)

El efecto de los neurotransmisores sobre la neurona receptora puede ser excitatorio o inhibitorio, y es variable, de manera que podemos hablar de la fuerza o efectividad de una sinapsis. Las señales excitatorias e inhibitorias recibidas por una neurona se combinan, y en función de la estimulación total recibida, la neurona toma un cierto nivel de activación, que se traduce en la generación de breves impulsos nerviosos con una determinada frecuencia o tasa de disparo, y su propagación a lo largo del axón hacia las neuronas con las cuales sinapta [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].



**Figura 3 Activación y disparo de una neurona**

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos14/inteligenciartif/inteligenciartif.shtml>

De esta manera la información se transmite de unas neuronas a otras y va siendo procesada a través de las conexiones sinápticas y las propias neuronas. El aprendizaje de las redes neuronales se produce mediante la variación de la efectividad de las sinapsis, de esta manera cambia la influencia que unas neuronas ejercen sobre otras, de aquí se deduce que la arquitectura, el tipo y la efectividad de las conexiones en un momento dado, representan en cierto modo la memoria o estado de conocimiento de la red [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

#### **2.2.1.6 Redes neuronales artificiales**

##### **Analogía con las redes neuronales biológicas**

Las neuronas se modelan mediante unidades de proceso. Cada unidad de proceso se compone de una red de conexiones de entrada, una función de red (de propagación), encargada de computar la entrada total combinada de todas las conexiones, un núcleo central de proceso, encargado de aplicar la función de activación, y la salida, por dónde se transmite el valor de activación a otras unidades [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

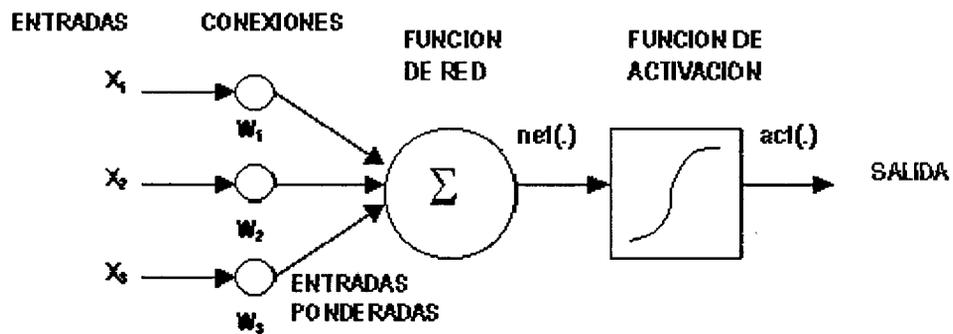


Figura 4: Unidad de proceso típica  
Fuente <http://www.angelfire.com/fang/sencillo/>

La función de red es típicamente el sumatorio ponderado, mientras que la función de activación suele ser alguna función de umbral o una función sigmoide [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

- **Función de propagación** o de red: Calcula el valor de base o entrada total a la unidad, generalmente como simple suma ponderada de todas las entradas recibidas, es decir, de las entradas multiplicadas por el peso o valor de las conexiones. Equivale a la combinación de las señales excitatorias e inhibitorias de las neuronas biológicas.
- **Función de activación:** Es quizás la característica principal o definitoria de las neuronas, la que mejor define el comportamiento de la misma. Se usan diferentes tipos de funciones, desde simples funciones simples de umbral a funciones no lineales. Se encarga de calcular el nivel o estado de activación de la neurona en función de la entrada total.
- **Conexiones ponderadas:** hacen el papel de las conexiones sinápticas, el peso de la conexión equivale a la fuerza o efectividad de la sinapsis. La existencia de conexiones determina si es posible que una unidad

influya sobre otra, el valor de los pesos y el signo de los mismos definen el tipo (excitatorio/inhibitorio) y la intensidad de la influencia.

- **Salida:** calcula la salida de la neurona en función de la activación de la misma, aunque normalmente no se aplica más que la función identidad, y se toma como salida el valor de activación. El valor de salida cumpliría la función de la tasa de disparo en las neuronas biológicas.

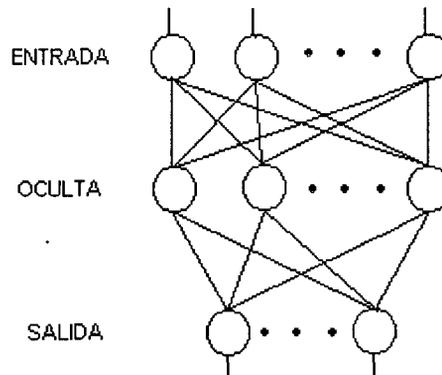
<b>Redes Neuronales Biológicas</b>	<b>Redes Neuronales Artificiales</b>
Neuronas	Unidades de proceso
Conexiones sinápticas	Conexiones ponderadas
Efectividad de las sinapsis	Peso de las conexiones
Efecto excitatorio o inhibitorio de una conexión	Signo del peso de una conexión
Efecto combinado de las sinapsis	Función de propagación o de red
Activación -> tasa de disparo	Función de activación -> Salida

**Tabla 1: Comparación entre las neuronas biológicas reales y las unidades de proceso artificiales**

### **Estructura y formas de interconexión**

Para diseñar una red debemos establecer como estarán conectadas unas unidades con otras y determinar adecuadamente los pesos de las conexiones. Lo más usual es disponer las unidades en forma de capas, pudiéndose hablar de redes de una, de dos o de más de dos capas, las llamadas redes multicapa.

Aunque inicialmente se desarrollaron redes de una sola capa, lo más usual es disponer tres o más capas: la primera capa actúa como buffer de entrada, almacenando la información bruta suministrada a la red o realizando un sencillo pre-proceso de la misma, la llamamos capa de entrada; otra capa actúa como interfaz o buffer de salida, almacenando la respuesta de la red para que pueda ser leída, la llamamos capa de salida; y las capas intermedias, principales encargadas de extraer, procesar y memorizar la información, las denominamos capas ocultas.



**Figura 5: Modelo de red en cascada de 3 capas**

Fuente <http://www.ocieties.org/motorcity/shop/3186/redesneu.htm>

Además del número de capas de una red, en función de cómo se interconectan unas capas con otras, podemos hablar de redes recurrentes (feed-back) y redes no recurrentes o redes en cascada (feed-forward). En las redes en cascada la información fluye unidireccionalmente de una capa a otra (desde la capa de entrada a las capas ocultas y de éstas a la capa de salida), y además, no se admiten conexiones intracapa. En las redes recurrentes la información puede volver a lugares por los que ya había pasado, formando bucles, y se admiten las conexiones intracapa (laterales), incluso de una unidad consigo misma.

Las conexiones entre una capa y otra pueden ser totales, es decir, que cada unidad se conecta con todas las unidades de la capa siguiente, o parciales, en las cuales una unidad se conecta con sólo algunas de las unidades de la capa siguiente, generalmente siguiendo algún patrón aleatorio o pseudo-aleatorio (por ejemplo, mediante algoritmos genéticos).

Desde una aproximación temporal se puede distinguir además entre conexiones sin retardo y conexiones con retardo. Esto permite modelar aspectos dinámicos, por ejemplo para modelos psicofisiológicos de memoria.

### **La función de propagación (de red o de base)**

Como ya hemos comentado, se encarga de calcular la entrada total de la neurona como combinación de todas las entradas. La función más utilizada con diferencia es la función lineal de base (LBF), que consiste en el sumatorio ponderado de todas las entradas.

Función lineal de base (LBF)

Consiste en el sumatorio de las entradas ponderadas. Se trata de una función de tipo hiperplano, esto es, de primer orden.

Dado una unidad  $j$ , y  $n$  unidades conectadas a ésta, si llamamos  $X$  al vector de entradas (que coincide con las salidas de las unidades de la capa anterior) y  $W_j$  al vector de pesos de las conexiones correspondientes, esta función quedaría así

$$net_j(X, W_j) = \sum_{i=1}^n x_i w_{ij}$$

Al representar los pesos utilizamos dos subíndices para indicar que conectan dos unidades,  $i$  y  $j$ , dónde  $j$  se refiere la unidad actual.

Función radial de base (RBF)

Función de tipo hiperesférico, de segundo orden, no lineal. El valor de red representa la distancia a un determinado patrón de referencia.

$$net_j(X, W_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - w_{ij})^2}$$

### **La función de activación**

Se suele distinguir entre funciones lineales, en las que la salida es proporcional a la entrada; funciones de umbral, en las cuales la salida es un valor discreto (típicamente binario 0/1) que depende de si la estimulación total supera o no un determinado valor de umbral; y funciones no lineales, no proporcionales a la entrada.

Casi todos los avances recientes en conexionismo se atribuyen a arquitecturas multicapa que utilizan funciones de activación no lineales como una función de umbral, una gaussiana o en la mayoría de los casos una función sigmoideal (Quinlan 1991). El problema de trabajar con modelos no lineales radica en que son difíciles de describir en términos lógicos o matemáticos convencionales (Rumelhart & McClelland 1986)).

#### Función de umbral

En un principio se pensó que las neuronas usaban una función de umbral, es decir, que permanecían inactivas y se activaban sólo si la estimulación total superaba cierto valor límite; esto se puede modelar con una función escalón: la más típica es el escalón unitario: la función devuelve 0 por debajo del valor crítico (umbral) y 1 por encima.

Después se comprobó que las neuronas emitían impulsos de actividad eléctrica con una frecuencia variable, dependiendo de la intensidad de la estimulación recibida, y que tenían cierta actividad hasta en reposo, con estimulación nula.

Estos descubrimientos llevaron al uso de funciones no lineales con esas características, como la función sigmoideal, con un perfil parecido al escalón de una función de umbral, pero continua.

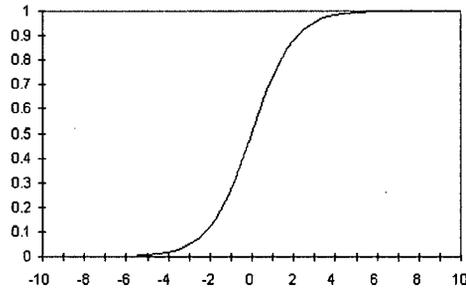
#### Función sigmoideal o logística

Es probablemente la función de activación más empleada en la actualidad.

$$act_j(net_j) = \frac{1}{(1 + e^{-net_j/\sigma})}$$

Se trata de una función continua no lineal con bastante plausibilidad fisiológica. La función sigmoideal posee un rango comprendido entre 0 y 1. Esto, aplicado a las unidades de proceso de una red neuronal artificial significa que, sea cual sea la entrada, la salida estará comprendida entre 0 y 1.

Esta función depende del parámetro  $s$ , que usualmente toma el valor 1.



**Figura 6: Función sigmoideal con  $s = 1$**

Fuente <http://www.oocities.org/motorcity/shop/3186/redesneu.htm>

La salida de una unidad vale 0.5 cuando la entrada es nula, esto significa que la unidad tiene cierta actividad aún en ausencia de estimulación. Al aumentar la estimulación la unidad aumenta su activación, y la disminuye si la estimulación es inhibitoria, de forma parecida a como se comportan las neuronas reales.

Presenta las siguientes características deseables (Wassermann 1989).

1. Acomodación de señales muy intensas sin producir saturación.
2. Admite señales débiles sin excesiva atenuación

La principal limitación de esta función es que no sirve para expresar polaridades, da siempre valores positivos. Una función alternativa con cualidades parecidas pero con un rango entre -1 y 1 es la función tangente hiperbólica. Desde un punto de vista fisiológico, el signo negativo se puede interpretar como una disminución de la tasa de disparo de una neurona por debajo de la tasa de disparo en reposo.

#### Función gaussiana

$$act_j(net_j) = c \cdot e^{-net_j^2 / \sigma^2}$$

#### Redes sincronas vs asincronas

Un último aspecto, referido a la manera en que las unidades computan su activación en relación al tiempo es que, si en cada ciclo de aprendizaje se calcula la activación de todas las unidades de una capa, hablamos de redes

síncronas, en caso contrario se habla de redes asíncronas o probabilísticas, en las cuales cada unidad de proceso tiene una cierta posibilidad de computar su activación en cada ciclo de aprendizaje. Las redes asíncronas ofrecen la ventaja de ser menos propensas a caer en mínimos locales.

### **Métodos deterministas vs estadísticos**

Esta distinción tiene bastante relación con la anterior, ya que las redes síncronas suelen emplear reglas de aprendizaje deterministas, y los métodos estadísticos en cambio, se aplican en las redes asíncronas. Los métodos estadísticos hacen cambios pseudoaleatorios en las conexiones y retienen los cambios sólo si mejoran la respuesta del sistema, pueden resultar útiles en cuanto permiten alcanzar soluciones globalmente óptimas, a diferencia de las soluciones localmente óptimas típicas de los métodos deterministas.

## **2.3 Características de las redes neuronales artificiales**

### **2.3.1 Resumen de características**

1. *Aprendizaje inductivo*: No se le indican las reglas para dar una solución, sino que extrae sus propias reglas a partir de los ejemplos de aprendizaje, modifican su comportamiento en función de la experiencia. Esas reglas quedan almacenadas en las conexiones y no representadas explícitamente como en los sistemas basados en conocimiento (simbólico-deductivos)
2. *Generalización*: Una vez entrenada, se le pueden presentar a la red datos distintos a los usados durante el aprendizaje. La respuesta obtenida dependerá del parecido de los datos con los ejemplos de entrenamiento
3. *Abstracción o tolerancia al ruido*: Las redes neuronales artificiales son capaces de extraer o abstraer las características esenciales de las entradas aprendidas, de esta manera pueden procesar correctamente datos incompletos o distorsionados.
4. *Procesamiento paralelo*: las neuronas reales trabajan en paralelo; en el caso de las redes artificiales es obvio que si usamos un solo procesador no podrá haber proceso paralelo real; sin embargo hay un paralelismo inherente, lo esencial es que la estructura y modo de operación de las redes neuronales las hace especialmente adecuadas para el procesamiento paralelo real mediante

multiprocesadores (se están desarrollando máquinas específicas para la computación neuronal).

5. *Memoria distribuida*: el conocimiento acumulado por la red se halla distribuido en numerosas conexiones, esto tiene como consecuencia la tolerancia a fallos: una red neuronal es capaz de seguir funcionando adecuadamente a pesar de sufrir lesiones con destrucción de neuronas o sus conexiones, ya que la información se halla distribuida por toda la red, sin embargo en un programa tradicional un pequeño fallo en cualquier punto puede invalidarlo todo y dar un resultado absurdo o no dar ningún resultado [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

### **2.3.2 Modo de operación**

En cualquier red neuronal cabe distinguir la fase o proceso de aprendizaje, opcionalmente una fase de test, y la fase de aplicación.

El aprendizaje consiste en la presentación de patrones a la red, y la subsiguiente modificación de los pesos de las conexiones siguiendo alguna regla de aprendizaje que trata de optimizar su respuesta, generalmente mediante la minimización del error o la optimización de alguna "función de energía". El modo de aprendizaje más sencillo consiste en la presentación de patrones de entrada junto a los patrones de salida deseados (targets) para cada patrón de entrada, por eso se llama aprendizaje supervisado. Si no se le presentan a la red los patrones de salida deseados, diremos que se trata de aprendizaje no supervisado, ya que no se le indica a la red que resultados debe dar, sino que se le deja seguir alguna regla de auto-organización. Un tercer tipo de aprendizaje, a medio camino entre los anteriores, es el llamado aprendizaje reforzado, en este caso el supervisor se limita a indicar si la salida ofrecida por la red es correcta o incorrecta, pero no indica que respuesta debe dar.

Cualquiera que sea el tipo de aprendizaje usado, una característica esencial de la red es la regla de aprendizaje usada, que indica cómo se modifican los pesos de las conexiones en función de los datos usados en la entrada, es decir, de la historia de aprendizaje de la red. Por ejemplo, entre los algoritmos de aprendizaje supervisado, la regla delta generalizada, modifica los pesos

realizando en cada ciclo de aprendizaje un incremento los pesos proporcional a la tasa de variación del error respecto al peso, en sentido negativo.

El aprendizaje requiere la presentación repetida de un número relativamente amplio de ejemplos de entrenamiento hasta lograr una respuesta satisfactoria del sistema (según la medida de error o función de energía utilizada).

Se debe disponer de un conjunto de datos distintos a los usados para el entrenamiento, para los cuales se conoce la respuesta correcta, y se usan como test, evaluando con ello si la red responde adecuadamente frente a datos distintos a los usados durante el aprendizaje (generalización), si es así se considera que la red funciona bien y se puede pasar a la fase de aplicación, es decir, se puede usar para obtener un resultado frente a datos totalmente nuevos para los que no se conoce la respuesta correcta.

### **2.3.3 Aprendizaje supervisado**

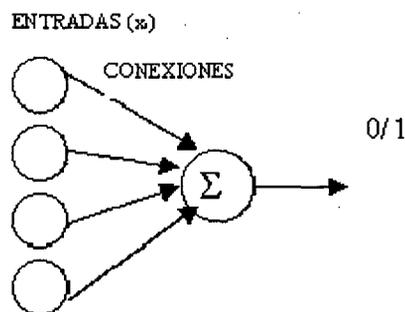
En el aprendizaje supervisado se presentan a la red una serie de patrones de entrada junto a los patrones de salida deseados. El aprendizaje consiste en la modificación de los pesos de las conexiones en el sentido de reducir la discrepancia entre la salida obtenida y la deseada. Los pasos generales a seguir por este algoritmo son los siguientes:

1. Aleatorizar los pesos de todas las conexiones (preferiblemente con valores pequeños)
2. Seleccionar un par de entrenamiento, es decir, un patrón de entrada y el patrón de salida deseado (target) correspondiente.
3. Presentar el patrón de entrada y calcular la salida de la red mediante las operaciones usuales: sumatorio de las entradas ponderadas, función de activación y transferencia a la siguiente capa, hasta llegar a la capa de salida. (inicialmente obtenemos salidas aleatorias, ya que los pesos de las conexiones son aleatorios)
4. Cálculo del error o discrepancia entre la salida obtenida y la deseada. El error (función objetivo) se suele definir como la suma de los cuadrados de las diferencias entre las salidas reales obtenidas y las deseadas, promediado para todas las unidades de salida y todos los patrones de

entrenamiento. Si el error es menor de cierto criterio fijado de antemano, incrementar el número de ejemplos correctos; si todos los ejemplos se han clasificado correctamente, finalizar, sino continuar.

5. Aplicar la regla de aprendizaje, es decir, ajustar los pesos de las conexiones tratando de disminuir el error, generalmente mediante el cálculo de tasas de variación o gradientes del error, aquí se aplican reglas de aprendizaje por gradiente descendiente. Para reducir el error habrá que modificar los pesos de las conexiones, en proporción a la tasa relativa de variación del error con respecto a la variación del peso, o sea, la derivada del error respecto al peso, EP (error respecto al peso). Una forma de calcular el EP sería perturbar levemente un peso y observar como varía el error, pero no resultaría eficiente si trabajamos con muchas conexiones (este es el fundamento de algunos métodos estadísticos).
6. Volver al paso 2

El aprendizaje supervisado se usa fundamentalmente en los asociadores de patrones o memorias heterosociativas. Al principio se aplicó el aprendizaje supervisado en redes con una sola capa de conexiones, como el Perceptrón [José R. Hiler y Víctor J. Martínez (2000)].



**Figura 7 Conexiones**

Fuente <http://www.oocities.org/motorcity/shop/3186/redesneu.htm>

En los primeros perceptrones, con salida binaria, el aprendizaje era tan sencillo como sumar o restar las entradas a los pesos de las conexiones, dependiendo de si la salida incorrecta era un 0 o un 1 respectivamente.

La modificación de cada peso se calcula sumándole la discrepancia entre la salida deseada y la obtenida, multiplicado por la entrada y por un coeficiente de aprendizaje:

$$w(t+1) = w(t) + \eta \cdot x_i \cdot (Target - Out)$$

En los años 80 se popularizaron el algoritmo de retropropagación y la regla delta generalizada, que permiten entrenar redes no lineales de dos o más capas, mediante la propagación hacia atrás (hacia las capas ocultas) del error. La mayoría de las reglas empleadas actualmente en el aprendizaje supervisado son modificaciones de la regla delta generalizada. Se calcula que el 80% de las aplicaciones tecnológicas en redes neuronales se fundamentan en el algoritmo de retropropagación y en alguna versión de la regla delta generalizada.

#### **2.3.4 Aprendizaje no supervisado**

Una de las críticas principales al aprendizaje supervisado, dejando de lado los aspectos computacionales, era su dudosa plausibilidad biológica, pues:

- a. Requiere propagar cierta información (el error cometido) hacia atrás, en sentido contrario al flujo natural de la información. Como es obvio, esto no sucede en las neuronas reales, sin embargo esta objeción es superficial si tenemos en cuenta que el cerebro es rico en redes que retrogradan de una capas a otras, y podría utilizar estos caminos de múltiples formas para aportar la información del tipo que el aprendizaje supervisado requiere.
- b. Requiere de un instructor que proporcione la salida deseada. Las personas aprendemos a comprender frases o escenas visuales sin instrucciones explícitas para ello, se podría decir que el cerebro posee algún mecanismo de auto-organización. Cuando se le presentan a la red una gran colección de datos sin indicarle que debe hacer con ellos, se encuentra aparentemente sin saber qué hacer. No obstante, se han diseñado varios procedimientos de aprendizaje no supervisado, que son capaces de extraer

inductivamente suficiente información de esos datos como para permitir posteriormente su recuperación, estos algoritmos son utilizados en tareas de clustering y clasificación.

En el aprendizaje no supervisado no se requiere presentar patrones de salida deseados. Sin embargo, el algoritmo y la regla de modificación de las conexiones producen vectores de salida consistentes, esto es, la presentación de un patrón aprendido o parecido a él, produce siempre la misma salida. Se considera que el proceso de aprendizaje es capaz de extraer ciertas propiedades estadísticas de los ejemplos de aprendizaje y agruparlos en categorías o clases de patrones similares. No sabemos a priori que salida corresponderá a cada tipo o grupo de patrones de entrada, ni que atributos usará para clasificarlos, por eso son muy útiles como generadores de categorías (clustering)

En general, los métodos de aprendizaje no supervisado apelan a alguna noción de la calidad de la representación. Las representaciones de calidad se caracterizan por la economía de la representación (el costo de codificación más el costo de reconstrucción), sin perder la capacidad de reconstruir la información almacenada [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

Imaginemos por ejemplo, imágenes formadas por elipses, como las caras de la figura, podríamos representarlas mediante mapas de bits, pero son posibles otras representaciones más eficientes; una elipse se puede distinguir de otra en cinco atributos: orientación, posición vertical, posición horizontal, longitud y anchura, por consiguiente, la imagen podría describirse usando sólo cinco parámetros por elipse.

Existen varios métodos sencillos para encontrar códigos económicos que al mismo tiempo permitan una buena reconstrucción de la entrada: el aprendizaje por componentes principales, el aprendizaje competitivo y los códigos demográficos.

### **2.3.5 Aprendizaje por componentes principales**

El aprendizaje por componentes principales consiste en extraer y describir las componentes de variación compartidas por multitud de unidades de entrada, siendo suficiente una unidad para cada componente principal. Se puede lograr haciendo que las redes reconstruyan la entrada sobre unas unidades de salida, aplicando retropropagación. Este aprendizaje no es supervisado, porque dado que la salida es la misma que la entrada, no se necesita instructor. Otra forma de lograrlo sin usar retropropagación se basa en modificar las conexiones en función de las correlaciones entre las actividades de las unidades ocultas y las unidades de entrada.

### **2.3.6 Aprendizaje competitivo**

En el aprendizaje por componentes principales, un pequeño número de unidades coopera en la representación del patrón de entrada. En el aprendizaje competitivo, un gran número de unidades ocultas pugnan entre sí, con lo que finalmente se utiliza una sola unidad oculta para representar un patrón de entrada determinado o un conjunto de patrones similares. La unidad oculta seleccionada es aquella cuyos pesos incidentes se asemejan más al patrón de entrada. El aprendizaje consiste en reforzar las conexiones de la unidad ganadora y debilitar las otras, para que los pesos de la unidad ganadora se asemejen cada vez más al patrón de entrada. Generalmente se utilizan reglas basadas en la regla de Hebb o regla del producto [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

La reconstrucción del patrón de entrada consistirá en copiar la distribución de pesos de la unidad ganadora.

### **2.3.7 Códigos demográficos**

El problema de los componentes principales es que eliminan toda la redundancia, y con ello pierden la tolerancia a fallos, ya que cada patrón o conjunto de patrones de entrada similares queda representado por una sola neurona. La solución a este dilema, que además parece ser la utilizada por

el cerebro, son los códigos demográficos, una solución intermedia entre las representaciones distribuidas puras y representaciones puramente locales.

Se trata de representar cada patrón de entrada por un conjunto o población de unidades activas simultáneamente, de manera que la disfunción de alguna unidad no provoca la pérdida de la información.

Los códigos demográficos parecen contradecir el principio de economía de las representaciones, sin embargo, una población de neuronas es muy fácil de representar si se compone de un grupo de neuronas vecinas con un centro prominente de actividad. En ese caso es suficiente con describir dicho centro, más alguna medida de la forma en que la actividad de las unidades adyacentes decae a medida que nos alejamos del centro.

### **2.3.8 Aprendizaje reforzado**

Como ya comentamos, la idea es similar a la del aprendizaje supervisado, sólo que aquí la información dada por el maestro es mínima, se limita a indicar si la respuesta de la red es correcta o incorrecta. En este sentido se asimila a la noción tomada de la psicología conductual de condicionamiento por refuerzo, que en resumen defiende que se aprenden (en el sentido de que tienen más probabilidad de repetirse) las conductas reforzadas positivamente y viceversa (las conductas castigadas o reforzadas negativamente reducen la posibilidad de aparecer).

Una noción estrechamente ligada a la de aprendizaje reforzado es la de Redes Basadas en la Decisión. Son redes para clasificación de patrones, similares a los asociadores de patrones, en las cuales el maestro, en vez de indicar la salida deseada exacta (target), indica sólo la clase correcta para cada patrón de entrada.

Algunos autores incluyen este tipo de aprendizaje en el aprendizaje supervisado, en el cual distinguen dos tipos:

- Aprendizaje supervisado basado en la decisión
- Aprendizaje supervisado basado en la aproximación/optimización

En las redes basadas en la decisión se utiliza una función discriminante para determinar a qué categoría o clase pertenece el patrón de entrada, si durante el entrenamiento, una respuesta no coincide con la dada con el maestro, se cambian los pesos, si no se dejan igual (de aquí viene el nombre de DBNN). El aprendizaje consiste en encontrar los pesos que dan la clasificación correcta.

## **2.3.9 Tipos de redes**

### **2.3.9.1 Asociadores de patrones o memorias heteroasociativas**

Son redes de dos o más capas cuyo objetivo es asociar, generalmente a través de un proceso de aprendizaje supervisado, pares de estímulos o ítems distintos, llamados patrón de entrada y patrón de salida. Se trata de conseguir que la presentación de un patrón de entrada provoque la recuperación del patrón de salida con el que fue asociado durante el aprendizaje [José R. Hiler y Víctor J. Martínez (2000)].

Podemos comparar un heteroasociador con los modelos de regresión estadística, los cuales tratan de hallar la relación entre una serie de variables, llamadas predictores y criterio, a partir de una serie de datos conocidos. De esta manera podemos predecir la variable criterio a partir de las variables usadas como predictores. Por ejemplo, podemos hallar una función que nos relacione la estatura, el sexo, la edad (predictores) y la complexión, con el peso (criterio), mediante un ajuste por mínimos cuadrados, y usar la estimación del peso a partir de las otras variables como un indicador del peso ideal.

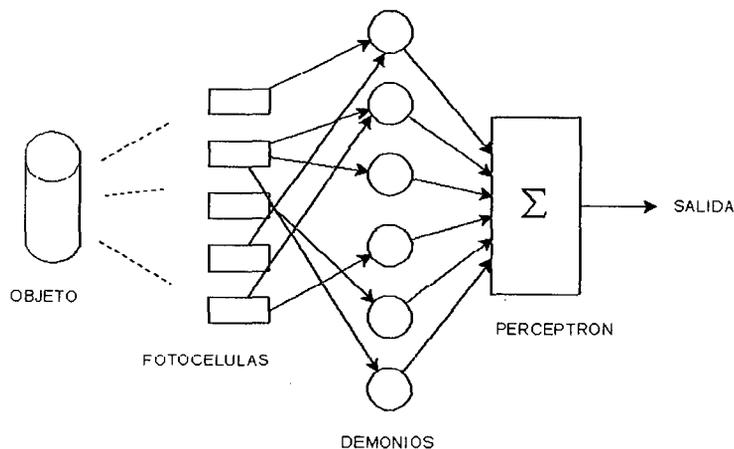
$$\text{Peso} = a + b * \text{Estatura} + c * \text{Sexo} + d * \text{Edad} + e * \text{Complexión}$$

Esto se puede lograr igualmente con una red neuronal; presentando como patrones de entrada la estatura, la edad y el sexo de varios sujetos de peso apropiado, y como patrones de salida el peso de esos sujetos. Una vez asocie edad, sexo y estatura de cada sujeto con su peso, podremos usarla para estimar el peso de nuevos sujetos a partir de su estatura, sexo y edad, gracias a su capacidad de generalización [José R. Hiler y Víctor J. Martínez (2000)].

La diferencia fundamental entre un asociador de patrones y un modelo de regresión está en que el primero es capaz de representar relaciones mucho más complejas que un modelo de regresión, y en la forma en que aprende (inductivamente) y representa dichas relaciones (distribuidas por toda la red), además de que va a poseer las cualidades generales de las redes neuronales (generalización, tolerancia al ruido, etc.)

El primer asociador de patrones conocido es el Perceptrón (Rosemblat,1962), una red lineal no recurrente compuesta por una capa de fotoreceptores, una capa de asociadores aleatoriamente conectados, llamados demonios, y una capa de salida compuesta por una sola unidad, denominada perceptrón. Era capaz de asociar patrones de entrada formados por variables continuas, con una variable de salida discreta binaria: 0/1, dado que el perceptrón aplica una función de umbral. Si la respuesta de la red es la correcta las conexiones existentes entre los demonios y el perceptrón no se modifican, cosa que sí ocurre en caso contrario. Aunque puede parecer que este modelo tiene varias capas, técnicamente es una arquitectura de dos capas, ya que sólo hay una capa de conexiones modificables.

El Perceptrón se mostró bastante limitado en cuanto a su capacidad de representar funciones (pe la función XOR) linealmente inseparables (Wassermann, 1989). Son necesarias más capas de conexiones modificables para representar funciones complejas y relaciones no lineales [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].



**Figura 8: Modelo de Perceptrón (Rosemblatt, 1962)**  
Fuente <http://electronica.com.mx/neural/informacion/perceptron.html>

Cabe distinguir entre redes o memorias autoasociativas y memorias heteroasociativas. Como su nombre indica, las primeras asocian patrones consigo mismo, de manera que son útiles para recuperar o reconstruir patrones incompletos o distorsionados. Cualquier asociador de patrones sirve como memoria autoasociativa, es tan sencillo como utilizar como patrones deseados los mismos patrones que se quiere aprender. Sin embargo, se han desarrollado autoasociadores específicos que no sirven para asociar patrones distintos y utilizan otro tipo de algoritmos de aprendizaje y de arquitecturas de interconexión, como las redes recurrentes retroactivas.

Las redes basadas en la decisión y las de aproximación / optimización entrarían en este grupo, los primeros perceptrones son redes del primer tipo, mientras que las redes de retropropagación son del segundo

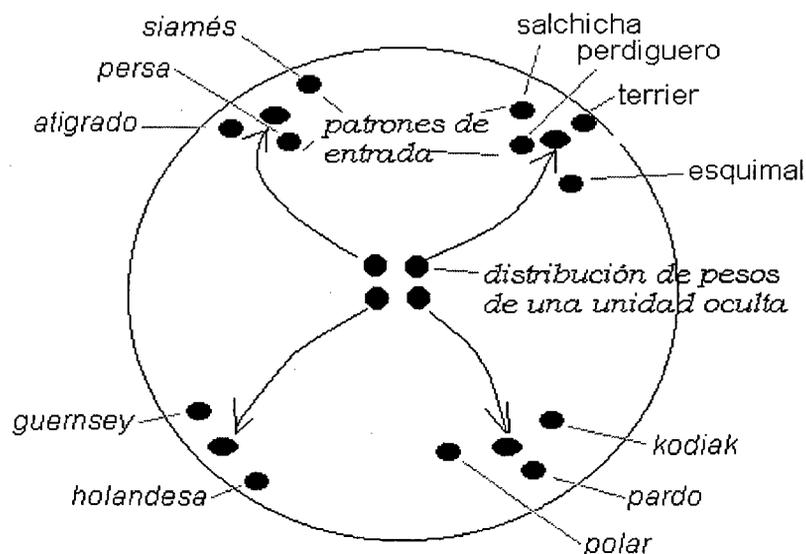
#### **2.3.9.2 Redes competitivas o mapas de auto-organización**

Son redes uni o multicapa cuyo común denominador es postular algún tipo de competición entre unidades con el fin de conseguir que una de ellas quede activada y el resto no. Esto se consigue mediante aprendizaje no supervisado, presentando algún patrón de entrada y seleccionando la unidad cuyo patrón de pesos incidentes se parezca más al patrón de entrada, reforzando dichas conexiones y debilitando las de las unidades perdedoras [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

La competición entre unidades se puede conseguir simulando una característica neurofisiológica del córtex cerebral llamada inhibición lateral. Esto se logra postulando la existencia de conexiones inhibitorias intracapa y conexiones excitatorias intercapa, de tal manera que la presentación de un patrón de entrada tenderá a producir la activación de una única unidad y la inhibición del resto [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

Al final se consigue que cada unidad responda frente a un determinado patrón de entrada, y, por generalización, que cada unidad responda frente

a patrones de entrada similares, de manera que los pesos aferentes de esa unidad converjan en el centro del grupo de patrones con características similares [José R. Hilerá y Víctor J. Martínez (2000)].



**Figura 9: Aprendizaje competitivo y clasificación de patrones**  
Fuente [http://magomar.webs.upv.es/rna/tutorial/RNA\\_tipos.html](http://magomar.webs.upv.es/rna/tutorial/RNA_tipos.html)

Es usual que haya una capa de neuronas de entrada y una capa de salida. Se usan tantas entradas como dimensiones tenga el espacio vectorial de los patrones de entrada (espacio real o binario), y tantas salidas como clases o categorías se quieren utilizar para clasificar los patrones de entrada, de manera que cada nodo de salida representa una categoría.

Además de las conexiones hacia delante, con función excitatoria, se usa una red intracapa, inhibidora, simulando el fenómeno neurológico de la inhibición lateral, de ahí que se la denomina capa lateral. La red hacia delante implementa una regla de excitación de aprendizaje de Hebb. Esta regla, como ya sabemos, refuerza las conexiones entre los pares de unidades entra-salida que se activan simultáneamente. La red lateral es intrínsecamente inhibidora, realiza la labor de seleccionar al ganador, normalmente mediante un método de aprendizaje

competitivo, como el "winner-take-all" (el ganador lo toma todo, la unidad con mayor valor de activación toma el valor máximo (pe. 1) y el resto el mínimo (0)). El esquema de winner-take-all se implementa mediante una red (digital o analógica) MAXNET.

Las redes competitivas se usan típicamente como clasificadores de patrones, ya que cada unidad responde frente a grupos de patrones con características similares. Para estimar el grado de semejanza de los patrones se utilizan distancias o medidas de similaridad, siendo la más común la distancia euclídea.

a. Producto interno  $\langle x_i, x_j \rangle \equiv x_i^T x_j \equiv \|x_i\| \cdot \|x_j\| \cos(x_i, x_j)$

b. Distancia Euclídea con Pesos  $d(x_i, x_j) \equiv \sum_k [x_i(k) - x_j(k)]^2$

Podemos comparar estas redes con los métodos estadísticos de análisis de clusters, que agrupan los datos en grupos con características similares.

La principal crítica a estos modelos es que no poseen una de las características generales de las redes neuronales: la información no se halla distribuida entre todas las conexiones, la destrucción de una sola unidad provocaría la pérdida de la información relativa a todo un grupo o categoría de patrones. Para solventar este problema se podemos usar códigos demográficos, que representan cada categoría o grupo de patrones mediante un conjunto de unidades próximas entre sí, en vez de mediante una sola unidad.

Como ejemplo de redes competitivas podemos citar las redes de Kohonen (Kohonen, 1988) y las arquitecturas ART (Adaptative Resonance Theory, Grossberg, 1987)

a. Reglas de aprendizaje competitivo básico

Se utiliza la regla de Hebb para la red de propagación (las conexiones entre-capas) y regla "winner-take-all" (WTA) para la red lateral.

Bajo este esquema se utilizan unidades de entrada y salida binarios, tantos nodos de salida como grupos de características similares (categorías) se quieran utilizar. Cuando y sólo cuando la entrada  $i$ -ésima y la salida  $j$ -ésima están activadas se actualizan los pesos. Una regla posible es la siguiente:

$$\Delta w_{ij} = \begin{cases} g \left[ \frac{x_i(k)}{n_k} - w_{ij} \right] & \Leftrightarrow x_i = x_j = 1 \\ 0 & \end{cases}$$

donde  $g$  es una pequeña constante,  $n_k$  es el número de unidades de entradas activas del patrón  $k$ ,  $x_i = 1$  si la señal de entrada es alta para el patrón  $k$ -ésimo y en otro caso  $x_i = 0$ .

b. Reglas de entrenamiento basadas en pesos normalizados

$$\Delta w_{ij} = \begin{cases} g \left[ \frac{x_i(k)}{n_k} - w_{ij} \right] \\ 0 \end{cases}$$

$i$  gana con el estímulo  $k$ ,  $j$  pierde con el estímulo  $k$

Con el fin de asegurar un ambiente de competición equitativo, las sumas de todos los pesos que van a dar a las neuronas deben estar normalizados, asegurando

$$\sum_i w_{ij} = 1$$

c. Reglas de aprendizaje para "Leaky Learning" (aprendizaje débil)

Con el fin de prever la existencia de neuronas que no aprenden en su totalidad, se usa el aprendizaje débil. Puesto que una neurona sólo aprende si gana en algún momento, es posible que una unidad no gane nunca, y por lo tanto no aprende nada. Una forma de solucionar este problema es que todos los pesos de la red intervengan en el entrenamiento con distintos niveles de aprendizaje.

$$\Delta w_{ij} = \begin{cases} g_1 \left[ \frac{x_i(k)}{n_k} - w_{ij} \right] \\ g_w \left[ \frac{x_i(k)}{n_k} - w_{ij} \right] \end{cases}$$

i gana con el estímulo k, j pierde con el estímulo k

En esta regla el parámetro  $g_1$  es unas ordenes de magnitud más pequeño que  $x_i(k)=0$ . Por lo tanto, las unidades que pierden en la competición sufren un aprendizaje menor que las neuronas ganadoras.

Este cambio tiene la propiedad de que las unidades perdedoras se van desplazando hacia la región donde yace el estímulo actual, donde empiezan a capturar algunas unidades (empiezan a ganar).

### 2.3.9.3 Modelos de satisfacción de demanda o de adaptación probabilística

Son asíncronas, es decir, que cada unidad se actualiza o no durante un ciclo de procesamiento según cierta probabilidad.

Son redes cuyo objetivo principal es alcanzar soluciones (cuasi) óptimas a problemas que exigen tomar en consideración un gran número de demandas simultáneas. Para ello parten de un estado dinámico o inestable y tratan de alcanzar un estado estable mediante un proceso de relajación, estado en el que la mayoría de las demandas sean satisfechas simultáneamente. Para evaluar el estado de la red se suele definir una "función de energía", de manera que el proceso de relajación consiste en la disminución del "estado energético" de la red.

Como máximos exponentes de este tipo están las redes de Hopfield (Hopfield, 1982) y las máquinas de Boltzman (Hinton y Sejnowski, 1986), ambas ejemplos de memorias autoasociativas recurrentes, también denominadas redes retroasociativas. Las redes autoasociativas aprenden a reconstruir patrones de entrada, son útiles cuando tenemos información incompleta o distorsionada, para tratar de reproducir la información original.

Las principales características de las memorias retroasociativas son las siguientes:

- Los pesos de las conexiones son precalculados y prealmacenados (mediante la regla de Hebb o por una función de energía)
- Se usan operaciones no lineales de escalonamiento en cada etapa para producir valores binarios
- La retroalimentación tiene la función de propiciar que los estados se puedan actualizar iterativamente
- Las iteraciones convergen hacia una solución que minimiza una función de energía de la red.

Además de las redes de adaptación probabilística hay otros tipos de redes que no requieren modificar los pesos de las conexiones. Se trata de memorias asociativas, utilizadas fundamentalmente para filtrar señales distorsionadas o incompletas y recuperar los patrones originales libres de ruido, como las memorias pro-asociativas y las redes de Hamming.

<b>Asociadores de patrones</b>	<b>Mapas de auto-organización</b>	<b>Modelos de satisfacción demanda</b>	<b>de Otras redes asociativas de pesos fijos</b>
Perceptrones	Redes de Kohonen	Redes de Hopfield	Memorias proasociativas
Redes de retropropagación	Arquitecturas ART	Máquinas de Boltzmann	Redes de Hamming

**Tabla 2 Clasificación de las redes neuronales artificiales**

## **2.3.10 Aplicaciones de las redes neuronales artificiales**

### **2.3.10.1 Panorama general**

Desde el punto de vista de las aplicaciones prácticas de las RNA, su principal ventaja frente a otras técnicas reside en el procesado paralelo, adaptativo y no lineal. Se han desarrollado aplicaciones de RNA para fines tan variados como visión artificial, procesada de señales e imágenes, reconocimiento del habla y de caracteres, sistemas expertos, análisis de imágenes médicas, control remoto, control de robots, inspección industrial y exploración científica.

Podríamos clasificar todas estas aplicaciones en varios dominios o tipos de aplicaciones, indicando además el tipo de redes más utilizadas para cada tarea:

- Asociación y clasificación: heteroasociadores y redes competitivas
- Regeneración / reconstrucción de patrones: redes de satisfacción de demanda
- Regresión y generalización: heteroasociadores
- Optimización: heteroasociadores

Algunos problemas de optimización como el problema del viajante de comercio, el control adaptativo y la compresión de imágenes han sido simulados y solucionados mediante redes de satisfacción de demanda (redes de Hopfield), y en algunas tareas de clasificación se han usado redes competitivas [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

### **2.3.10.2 APLICACIONES**

#### **Procesamiento de lenguaje natural**

##### **Conversión de texto escrito a lenguaje hablado**

NETtalk (Sejnowski T. & Rosemberg.) toma como entradas textos escritos y como salidas deseadas los códigos elegidos para representar los fonemas correspondientes. Mediante la ayuda de un sintetizador (DECtalk) se transforman los códigos en fonemas. Durante el proceso de aprendizaje se observó cómo iba mejorando su habilidad desde un nivel de bebé hasta el nivel de un niño de 6 años, aprendiendo a hacer distinciones difíciles como

pronunciar una c suave o fuerte según el contexto. Si bien esto se había conseguido antes, la novedad más importante reside en que mediante la red neuronal no es necesario definir y programar un montón de complejas reglas, pues la red extrae automáticamente el conocimiento necesario [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

### **Aprendizaje de gramáticas**

(Rumelhart, D. & McClelland, J.) Estudiaron la forma en que construimos las reglas sobre el lenguaje, y trataron de enseñar a una red neuronal el pasado de los verbos ingleses. El sistema fue mejorando y al final era capaz de generalizar y conjugar verbos desconocidos [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

### **Compresión de imágenes**

(Cottrell, G.W. y otros) han conseguido codificar imágenes con una relación de compresión de hasta 8:1 sin tener que idear ninguna regla y alta fidelidad en la reconstrucción [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

### **Reconocimiento de caracteres**

#### **Reconocimiento de escritura manual**

Nestor, Inc => leen lo escrito mediante una tarjeta digitalizadora. Tras aprender, son capaces de reconocer escrituras que nunca habían visto antes. Se ha empleado por ejemplo para reconocer kanji (escritura japonesa), eliminando la gran dificultad que presenta este lenguaje para introducirlo en el computador.

El Neocognitrón (Kunihiko Fukushima): simula la forma en que la información visual avanza en la corteza cerebral. Consigue un reconocimiento muy avanzado de patrones con gran capacidad de abstracción y generalización, que lo hacen capaz de reconocer patrones con distinta orientación y altos niveles de distorsión.

## **Reconocimiento de patrones en imágenes**

### **Clasificación de objetivos:**

En este campo se han desarrollado numerosas aplicaciones como la clasificación de imágenes de sonar y radar, la detección de células cancerosas, lesiones neurológicas y cardíacas, prospecciones geológicas, etc.. Son muy útiles para procesar imágenes de las que no se sabe bien cuáles son las características esenciales o diferenciales, ya que las redes no necesitan disponer de reglas explícitas previas para realizar la clasificación, sino que extraen el conocimiento necesario.

### **Visión artificial en robots industriales**

Por ejemplo para inspección de etiquetas, clasificación de componentes, etc. Supera a otros sistemas de visión , además minimiza los requerimientos de operadores y facilita el mantenimiento [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

### **Proceso de señales**

#### **Predicción**

Se han obtenido mejores resultados a la hora de predecir series "caóticas" usando retropropagación (Lapedes & Farber) que mediante métodos lineales y polinomiales.

Por ejemplo e., la serie  $x(t+1)=4*x(t)*(1-x(t))$  El entrenamiento de la red consiste en usar como entradas varias muestras equi-espaciadas de la serie:  $x(t), x(t-d), x(t-2d)\dots x(t-nd)$  y como salida la salida cierto tiempo después  $x(t+p)$

#### **Modelado de sistemas**

Permite modelar funciones de transferencia (Lapedes & Farmer).

Por ejemplo ., la función  $x(t) - (dx/dt)^2$

Podemos usar como entradas  $x(t)$  y  $x(t-0.001)$  y como salida  $dx/dt$ . Entrenamos a la red con muestras de una señal de banda limitada (pe una suma de 20 sinusoides), y después se puede usar para formas de onda arbitrarias.

### **Filtro de ruido**

Las redes neuronales artificiales son mejores preservando la estructura profunda y el detalle que los filtros tradicionales cuando eliminan el ruido. La primera aplicación profesional de las redes neuronales consistió en un filtro para eliminar ruido en las líneas telefónicas (Widrow, 1959)

### **Problemas de combinatoria**

Las redes neuronales artificiales están ofreciendo ciertas esperanzas en el área de problemas algorítmicamente tan complejos como los NP-completos; pe el problema del viajante de comercio (Hopfield, J. & Tank, D.)

### **Otras aplicaciones**

#### **Modelado y predicción de indicadores económicos**

Se obtienen mejores resultados que con cualquier otro método conocido (como los programas de media móvil). Se ha aplicado por ejemplo a la predicción de tasas de interés, déficits comerciales, precios de stock, etc.

#### **Servocontrol**

Compensación adaptativa de variaciones físicas en servomecanismos complicados como el control de ángulos y posiciones de los brazos de un robot.

#### **Síntesis funcional**

Gracias a la naturaleza interpolativa de las redes neuronales son aptas para la síntesis de funciones multidimensionales a partir de unos pocos ejemplos de entrenamiento.

Por ejemplo, para estimar el alcance de un cañón en función de la inclinación del cañón, la velocidad del viento y la cantidad de explosivo [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

## **2.3.11 Tecnologías usadas en computación neuronal**

### **2.3.11.1 Simuladores Software**

Si bien el procesamiento paralelo es una cualidad de las redes neuronales artificiales; en la práctica se suele trabajar con monoprocesadores, en ese caso no existe paralelismo real, pero como en la mayoría de las redes simuladas no se consideran conexiones intracapa, se puede procesar secuencialmente haciendo los cálculos para una capa, luego la siguiente.

Lo más interesante es que la propia estructura y modo de operar de las redes neuronales artificiales las hace especialmente interesantes y fáciles de implementar implementarlas sobre multiprocesadores, algo que puede resultar bastante más complicado cuando se trata de adaptar algoritmos tradicionales sobre dichas máquinas [Estévez P. Ingenieros Chile, Vol. 111].

Conociendo los fundamentos y los algoritmos de aprendizaje de las redes neuronales artificiales y un poco de programación, es fácil desarrollar programas específicos para simular una red concreta en cualquier lenguaje de programación.

Otra tendencia es el desarrollo de librerías para C++ (se incluye una en el SW) o paquetes matemáticos como MATLAB o MATHEMATICA; son recomendables con fines de investigación o académicos, son bastante potentes y no excesivamente caros.

#### **Aceleradores Hardware**

Son tarjetas que se conectan como periféricos y dan soporte hardware para emular unidades de proceso elemental virtual y sus interconexiones. Suelen incluir software específico para su programación. Consiguen gran aceleración a pesar de compartir y multiplexar recursos, es decir, que no ofrecen proceso paralelo real.

- Mark III y Mark IV (Hecht-Nielsen, R.) pueden simular hasta 8.100 unidades de proceso y 417.000 conexiones. Son periféricos para máquinas VAX, logran aceleraciones cercanas a 30x.

- NEP, Network Emulation Processor (Cruz-Young, C.). Tiene la ventaja de permitir la conexión en cascada de varios emuladores para conseguir redes de gran tamaño. Hasta 20 o 30 actualizaciones por segundo en una red grande. Conectable a un compatible PC.
- ANZA y ANZA Plus (Hetch-Nielsen Neuro-Computing Corporation). La tarjeta ANZA combina un procesador Motorola 60820 y un co-procesador de coma flotante (el 68881), consigue computar 45.000 conexiones por segundo; ANZA plus llega hasta 1.500.000 de conexiones por segundo.el chip
  - Delta-II Floating Point Processor (SAIC, Scientifics Applications International Inc). Usa tecnología especial de coma flotante para conseguir tasas de actualización de hasta 11.000.000 millones de interconexiones por segundo. Además permite la conexión en cascada de varios módulos. Incluye un amplio Software y herramientas de soporte: ensamblador, compilador C, y un lenguaje específico orientado a objetos para la especificación de RNA.

### **2.3.11.2 Chips de silicio (neurocomputadores)**

La propia naturaleza paralela de la computación neuronal ha llevado al desarrollo de máquinas específicas para su implementación: el ideal sería disponer de un procesador elemental para simular cada unidad de proceso y de conexiones físicas independientes que implementaran las conexiones ponderadas, todo mediante dispositivos Hardware; con lo cual, y dada la naturaleza paralela de este tipo de computación, se pueden conseguir velocidades de proceso extremadamente altas. Las tecnologías VLSI lo están haciendo posible.

- ENN, Electronic Neural Network (AT&T): contiene 256 neuro-transistores y más de 100.000 sinapto-resistores. El problema es que las conexiones quedan fijadas durante la construcción, luego el aprendizaje de la red debe realizarse previamente con una máquina convencional. Se está trabajando para conseguir conexiones modificables. Se está usando para comprimir imagen de vídeo y transportarlo sobre línea telefónica en tiempo real.

- Otros chips en desarrollo: Silicon Retina y Silicon Ear (Mead, C.), como sus nombres indican está pensados para simular procesos de visión y oído respectivamente.

### **2.3.11.3 Procesadores ópticos**

La tecnología óptica es muy interesante porque ofrece unas características muy deseables para la computación neuronal: Los procesadores ópticos se componen de muchos procesadores elementales y modo de operación inherente paralelo.

La tecnología óptica ofrece las siguientes ventajas:

- El uso de la luz permite tener muchos canales muy juntos uno de otro sin producir interferencias, como sucede con los cables eléctricos.
- Permite conexiones mucho más pequeñas que con los cables eléctricos, con una densidad 4 veces mayor.
- Un rayo de luz puede atravesar a otro sin producir interferencias.

Actualmente se trabaja en varias áreas dentro del procesamiento óptico (spatial light modulators, integrated opto-electronics, non-linear optical switches, phase-conjugate resonators).

## **2.3.12 Redes de retropropagación (back-propagation)**

### **2.3.12.1 Generalidades**

Al hablar de redes de retropropagación o redes de propagación hacia atrás hacemos referencia a un algoritmo de aprendizaje más que a una arquitectura determinada. La retropropagación consiste en propagar el error hacia atrás, es decir, de la capa de salida hacia la capa de entrada, pasando por las capas ocultas intermedias y ajustando los pesos de las conexiones con el fin de reducir dicho error [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

Tiene un buen fundamento matemático y a pesar de sus limitaciones ha expandido enormemente el rango de problemas donde se aplican las redes neuronales artificiales [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

Al parecer el algoritmo fue ideado a principios de los 70 por Werbos, y redescubierto a principios de los 80 por Parker y Rumelhart independientemente, sin embargo, no se hizo popular hasta 1986, cuando Rumelhart, Hinton y Williams presentaron una descripción clara y concisa del mismo. Y es que en un primer momento no se valoró como se merecía. El hecho de que permaneciera en el olvido tanto tiempo también debe ser una consecuencia de la condición interdisciplinar del campo, repartido entre las matemáticas y ciencias de la computación, las neurociencias y la psicología [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)].

Desde la fecha clave de 1986 han surgido nuevas versiones que han tratado de aumentar la velocidad de convergencia del algoritmo y han tratado de superar algunos de sus inconvenientes, como la tendencia a alcanzar mínimos locales y no globales.

### **2.3.12.2 Descripción matemática del algoritmo de retropropagación**

Se explica el algoritmo para redes con las siguientes características:

- No recurrentes
- Función de activación sigmoideal

- Capas totalmente interconectadas
  - Operación totalmente síncrona
1. Aleatorizamos los pesos de las conexiones.
  2. Presentamos un patrón de entrada y calculamos la salida.
  3. Dada una unidad j-ésima de la capa de salida y unidades i-ésimas de la capa oculta inmediatamente anterior, calculamos la entrada total ponderada y la salida o activación de la misma.

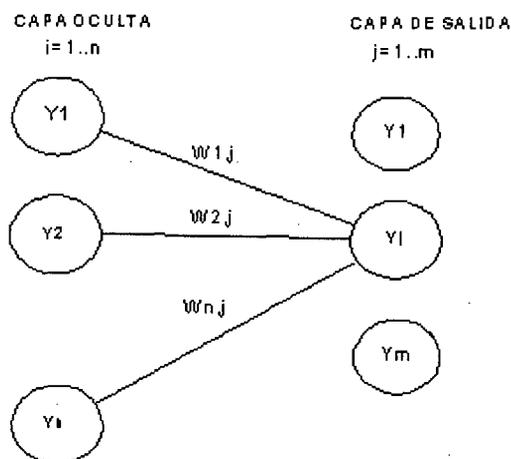


Figura 10: Capa Oculta y salida

Fuente

[http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/redes\\_Cesar%20Aguilar.htm](http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/redes_Cesar%20Aguilar.htm)

$$x_j = \sum_{i=1}^n (y_i \cdot w_{ij})$$

$$y_j = \frac{1}{1 + e^{-x_j}}$$

4. Una vez calculadas las actividades de todas las unidades de salida se calcula una estimación del error, generalmente una función cuadrática de los errores individuales cometidos por cada unidad, siendo cada error individual la diferencia entre la salida deseada y la obtenida.

$$E = \frac{1}{2} \sum_j (d_j - y_j)^2$$

siendo  $d_j$  la salida deseada para la unidad  $j$ -ésima

Cómputo de la rapidez de variación del error al cambiar la actividad de cada unidad de salida (EA, error respecto a la actividad)

$$EA_j = \frac{\partial E}{\partial \hat{y}_j} = d_j - y_j$$

Es justamente la diferencia entre la salida deseada y la salida real obtenida, es decir, la diferencia entre la actividad deseada y la actividad real

5. Cómputo de la rapidez de variación del error al cambiar la entrada total que recibe cada unidad de salida.

$$\delta_j = \frac{\partial E}{\partial \hat{x}_j} = \frac{\partial E}{\partial \hat{y}_j} \frac{\partial \hat{y}_j}{\partial \hat{x}_j}$$

Es igual a la tasa de variación del error al variar su activación multiplicado por la tasa de variación de la activación al cambiar su entrada (que es justamente la derivada de la función sigmoideal)

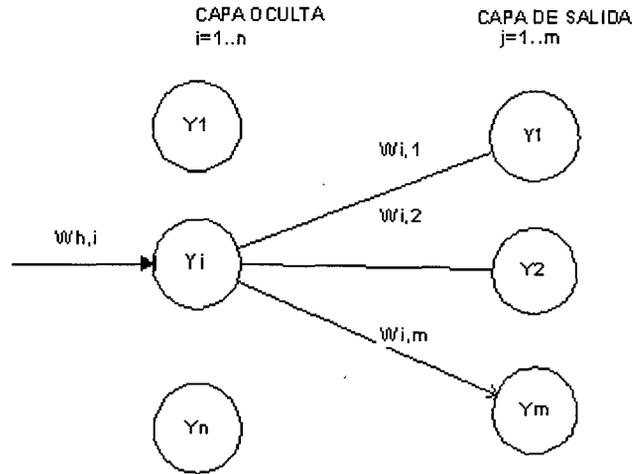
6. Cómputo de la rapidez de variación del error al ser modificado un peso de la conexión aferente a una unidad de salida.

$$EP_{ij} = \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial E}{\partial \hat{x}_j} \frac{\partial \hat{x}_j}{\partial w_{ij}} = \delta_j y_i$$

Es igual a la tasa de variación del error al variar su entrada, por la tasa de variación de la entrada al variar ese peso.

Hasta ahora sabemos calcular el EA sólo para las unidades de salida. Para las unidades ocultas no tenemos una estimación directa del error aportado por cada

unidad oculta; aquí es donde interviene la retropropagación o propagación hacia atrás del error:



**Figura 11: Grafico Capa Oculta y salida**  
Fuente

[http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/redes\\_Cesar%20Aguilar.htm](http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/redes_Cesar%20Aguilar.htm)

La unidad i-ésima de la capa oculta afecta a todas las unidades de salida, por lo tanto, para estimar como varía el error al variar la actividad de esa unidad oculta, habrá que sumar los efectos individuales de su actividad sobre todas las neuronas de salida. Cada efecto individual sobre la variación del error, será igual a la tasa de variación del error de la unidad de salida al cambiar su entrada total, multiplicado por la tasa de variación de su entrada al variar la actividad de la unidad oculta.

$$EA_i = \frac{\partial E}{\partial \phi_i} = \sum_{j=1}^m \left( \frac{\partial E}{\partial \alpha_j} \frac{\partial \alpha_j}{\partial \phi_i} \right) = \sum_{j=1}^m (\delta_j \cdot w_{ij})$$

7. Conociendo EA para las unidades de cualquier capa podemos calcular d y EP con las expresiones ya conocidas.

$$\delta_i^k = EA_i y_i (1 - y_i) = y_i (1 - y_i) \sum_{j=1}^m (\delta_j^k w_{ij})$$

$$EP_{hi} = \delta_i^k \cdot y_{hi}$$

8. Disponiendo de la tasa de variación del error respecto al peso de una conexión (EP), podemos usar distintas reglas para modificar ese peso en aras a reducir dicho de error. Una de las primeras reglas que aprovechó este algoritmo es la regla delta generalizada, que calcula el incremento a aplicar a un peso como una proporción directa de la tasa de variación del error siendo h el coeficiente de aprendizaje, típicamente con valores comprendidos entre 0.01 y 1.0 [José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000)]

$$\Delta w_{ij} = \eta \delta_j^k y_i$$

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \Delta w_{ij}$$

### 2.3.12.3 Extensiones de la regla delta generalizada

La regla DBD (delta-bar-delta) (Jordan, 1988) consiste en usar un coeficiente de aprendizaje propio y variable para cada conexión.

$$\Delta w_{ij} = \eta_{ij} \delta_j^k y_i$$

Una extensión propuesta por Rumelhart, Hinton y Williams (1986) consiste en añadir un término proporcional a la cantidad del último cambio realizado sobre un peso. Al coeficiente que pondera dicha cantidad se le llama momentum

$$\Delta w_{ij}(t+1) = \eta \delta_j^k y_i + \alpha [\Delta w_{ij}(t)]$$

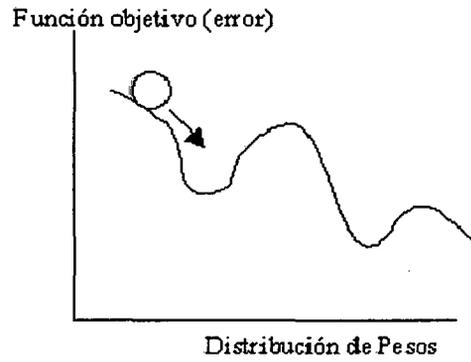
$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \Delta w_{ij}(t+1)$$

La propuesta EDBD (extended delta-bar-delta) (Minai y Williams, 1990) consiste en añadir el momentum a la regla DBD.

#### **2.3.12.4 Valoración**

El algoritmo de retropropagación presenta ciertos problemas, algunos referentes a su dudosa plausibilidad neurofisiológica, y otros referentes a ciertos aspectos computacionales, como son los siguientes.

- Los resultados dependen de los valores iniciales, aleatorios, de las conexiones. Esto hace que sea conveniente entrenar varias redes con distintas valores iniciales y elegir la que mejor funcione.
- A veces se requiere mucho tiempo para obtener soluciones sencillas. Este problema se reduce gracias al aumento de potencia de los procesadores y al uso de nuevas tecnologías, sin embargo, el tiempo de cómputo aumenta mucho al aumentar el tamaño de la red. Si bien el volumen de cálculo es proporcional al número total de conexiones. En la práctica, al aumentar el tamaño de la red, hacen falta más ejemplos de aprendizaje, y eso provoca un aumento mucho mayor del tiempo de aprendizaje.
- La "interferencia catastrófica" o empeoramiento en el rendimiento del sistema, como consecuencia de la incorporación de nuevos ejemplos de aprendizaje.
- La parálisis: esto sucede cuando los pesos quedan ajustados a valores muy grandes, esto hace operar a las unidades de proceso con una activación muy próxima a 1, y por lo tanto, el gradiente del error, tiende a 0, en consecuencia no se producen modificaciones en los pesos, el aprendizaje queda detenido. Por eso es conveniente aleatorizar los pesos de las conexiones con valores pequeños y usar la tasa de aprendizaje, también pequeña, a pesar de que se ralentice el aprendizaje.
- El problema de los mínimos locales. El algoritmo de retropropagación usa un técnica por gradiente descendiente, esto significa que sigue la "superficie del error" siempre hacia abajo, hasta alcanzar un mínimo local, pero no garantiza que se alcance una solución globalmente óptima. Sin embargo, el hecho de alcanzar mínimos locales no impide que se consigan resultados satisfactorios. Los métodos para solventar este problema, como el modo de operación asíncrono o probabilístico y el uso de métodos estadísticos, como el equilibrio termodinámico simulado.



**Figura 12 Problema de los mínimos locales**  
Fuente [http://magomar.webs.upv.es/rna/tutorial/RNA\\_backprop.html](http://magomar.webs.upv.es/rna/tutorial/RNA_backprop.html)

## **2.4 DERIVADAS MAXIMOS Y MINIMOS**

La aplicación práctica de esta parte del análisis matemático nos permite establecer, a partir de los diferentes teoremas, los valores máximos y mínimos, los intervalos de crecimiento y decrecimiento, las concavidades y los posibles puntos de inflexión de una función para aplicarlos en el trazado de su gráfica.

Analiza el comportamiento de las funciones por medio del cálculo diferencial y calcula sus extremos relativos los que tienen aplicación en problemas reales.

Desarrolla habilidades para interpretar el comportamiento de funciones de acuerdo a su análisis por medio de las derivadas

### **CRITERIOS DE EVALUACION**

- Calcula la derivada de una función real sobre la base de la definición
- Calcula las derivadas aplicando las distintas reglas de derivación
- Interpreta funciones crecientes y decrecientes
- Interpreta y grafica una función real aplicando derivadas
- Calcula la derivada de una función de dos variables sobre la base de la definición
- Aplica el concepto de derivada y sus diferentes teoremas para resolver problemas de máximos y mínimos.
- Utiliza la regla de L`Hôpital para calcular límites con indeterminaciones específicas

### 2.4.1 TEOREMA DE ROLLE

Sea  $f$  una función continua en el intervalo  $[a, b]$  y derivable en el intervalo abierto  $(a, b)$  tal que  $f(a)=f(b)$ . Entonces existe al menos un punto  $c \in (a, b)$  tal que  $f'(c)=0$

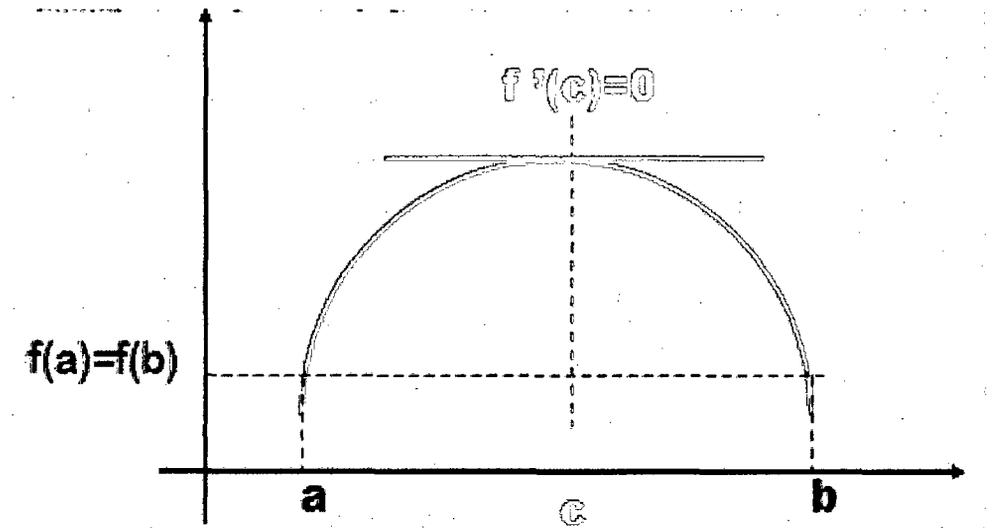


Figura 13: Teorema de Rolle

Fuente <http://www.slideshare.net/checauagrm/maximos-y-minimos>

### 2.4.2 TEOREMA DEL VALOR MEDIO

Sea una función continua en el intervalo cerrado  $[a, b]$ , derivable en el intervalo abierto  $(a, b)$ . Entonces existe un punto  $c \in (a, b)$  tal que:

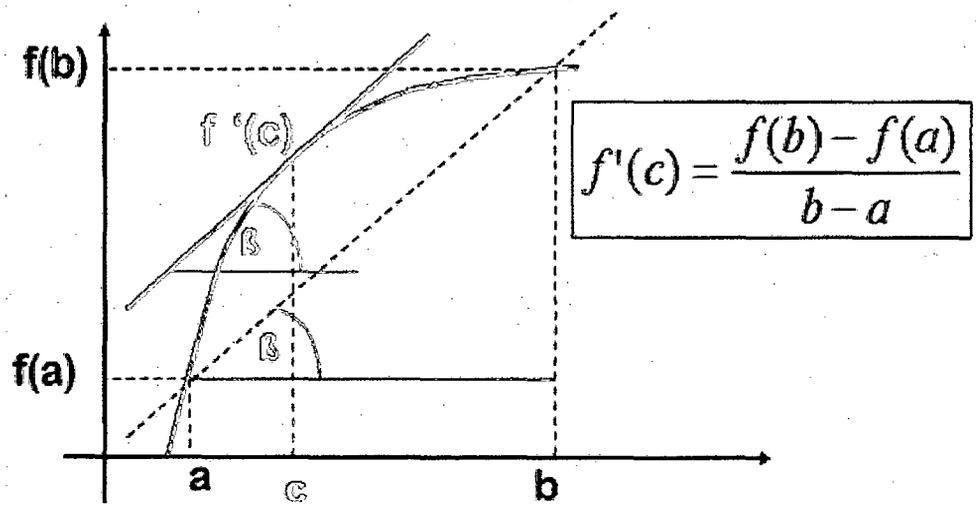


Figura 14 Problema de los mínimos locales

Fuente <http://www.slideshare.net/checauagrm/maximos-y-minimos>

### 2.4.3 FUNCIONES CRECIENTES Y DECRECIENTES

Una función es creciente en un intervalo dado si para dos números cualesquiera  $x_1$  y  $x_2$  se tiene que  $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$

Y es decreciente si  $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) > f(x_2)$

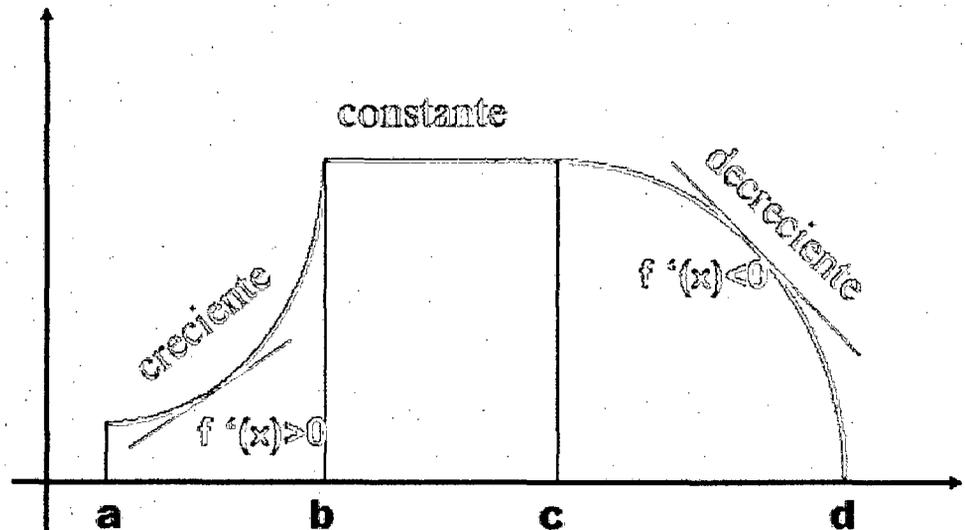


Figura 15: Función creciente decreciente

Fuente <http://www.slideshare.net/checauagrm/maximos-y-minimos>

Si  $f'(x) > 0$   $f(x)$  es creciente en  $(a, b)$

Si  $f'(x) < 0$   $f(x)$  es decreciente en  $(cd)$

Si  $f'(x) = 0$   $f(x)$  es constante  $(b, c)$

### 2.4.4 EXTREMOS RELATIVOS DE LA PRIMERA DERIVADA

Un máximo relativo de una función es todo punto  $c$ ,  $f(c)$  de  $(a, b)$ , para el cual se cumple que  $f(x) \leq f(c)$  para todo  $x$  de  $(a, b)$ .

Un mínimo relativo de una función es todo punto  $c$ ,  $f(c)$  de  $(a, b)$ , para el cual se cumple que  $f(x) \geq f(c)$  para todo  $x$  de  $(a, b)$ .

Una función tiene un mínimo o un máximo relativo en un punto  $c$  cuando  $c$  es un valor crítico de  $f$ .

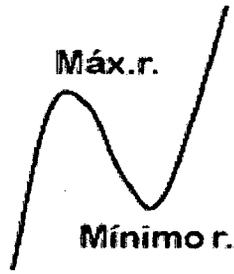


Figura 16: Problema de los mínimos locales

Fuente <http://www.slideshare.net/checauagrm/maximos-y-minimos>

Signo de $f'$ en $(a,c)$	GRÁFICO			Signo de $f'$ en $(c,b)$	$c, f(c)$
	a	c	b		
+				-	MÁXIMO
-				+	MÍNIMO
+				+	NINGUNO
-				-	NINGUNO

Figura 17: Máximos y mínimos signos

Fuente <http://www.slideshare.net/checauagrm/maximos-y-minimos>

## 2.4.5 CONCAVIDAD Y CRITERIO DE LA SEGUNDA DERIVADA

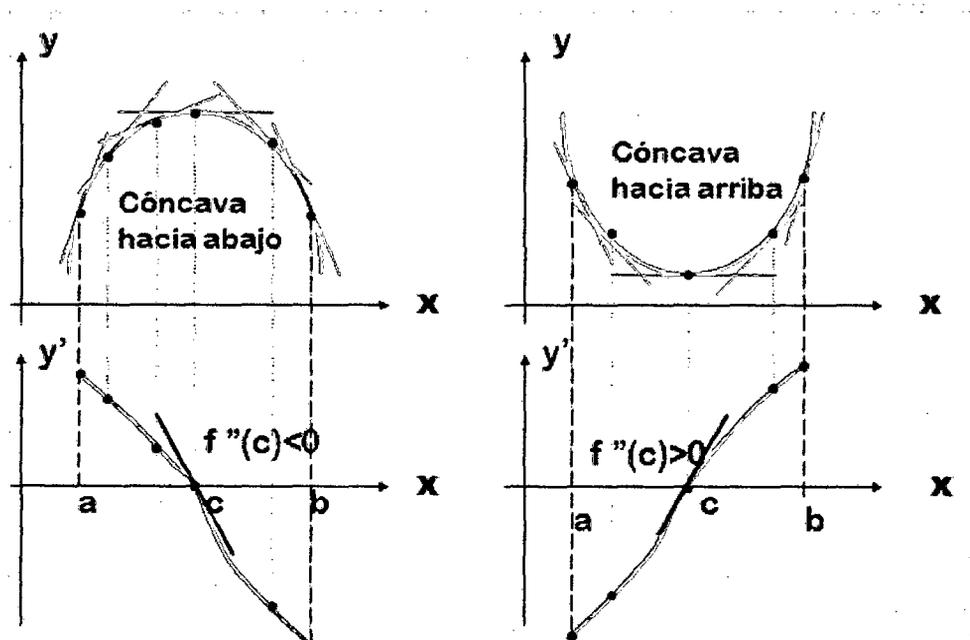


Figura 18: Concavidad segunda derivada

Fuente <http://www.slideshare.net/checauagrm/maximos-y-minimos>

Sea  $f$  una función cuya segunda derivada existe en el intervalo  $(a, b)$ .

Entonces:

Si  $f''(x) > 0$  para todo  $x$  en  $(a, b)$ , la gráfica de  $f$  es cóncava hacia arriba en  $(a, b)$ .

Si  $f''(x) < 0$  para todo  $x$  en  $(a, b)$ , la gráfica de  $f$  es cóncava hacia abajo en  $(a, b)$ .

Si además la función contiene un punto  $c$  tal que  $f'(c) = 0$ , entonces:

Si  $f''(c) > 0$ ,  $f(c)$  es un mínimo relativo.

Si  $f''(c) < 0$ ,  $f(c)$  es un máximo relativo.

## **2.5 MODELOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE**

Un **modelo** es básicamente una abstracción que incluye lo esencial de un problema complejo o estructura, filtrando los detalles no esenciales, de forma que el problema se hace más comprensible.

Construimos modelos para comunicar la arquitectura y el comportamiento deseado de un sistema que estamos construyendo, para visualizar y controlar la arquitectura, y para comprenderlo mejor, muchas veces descubriendo posibilidades de simplificación y reutilización. En general, se puede decir que construimos modelos para controlar riesgos

Los modelos nos ayudan a visualizar cómo es o qué queremos que sea un sistema; nos permiten especificar su estructura y comportamiento; nos proporcionan plantillas que nos guían en su construcción; documentan las decisiones tomadas.

Además los modelos son:

- **Seguros:** Describen correctamente el sistema a ser construido.
- **Consistentes:** Las diferentes vistas no expresan cosas que estén en conflictos con otras.
- **Fáciles de comunicar a otros.**
- **Fáciles de cambiar**
- **Comprensibles:** Tan simples como sea posible, pero no las más simples

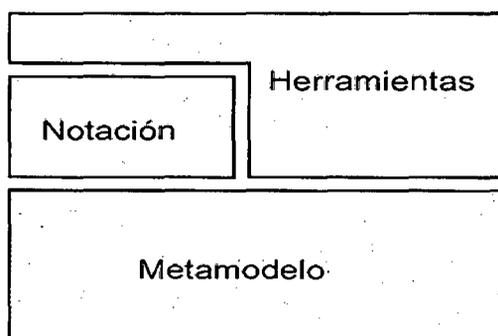
Siendo un modelo una simplificación de la realidad, dicha simplificación no es única. Muy al contrario, todo sistema debería ser descrito desde diferentes perspectivas utilizando diferentes modelos y cada uno de estos modelos será una abstracción semánticamente cerrada del sistema.

## 2.5.1 MODELOS, METAMODELOS Y HERRAMIENTAS

Un **metamodelo** es la descripción de un modelo

Un **modelo** es el resultado del análisis y diseño

Una **herramienta** es el soporte automático de una notación



**Figura 19: Herramientas, Notación y Metamodelo**

Fuente [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052010000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052010000200003&script=sci_arttext)

## VISTAS DE UN MODELO

Para desarrollar un sistema es necesario verlo desde diferentes perspectivas, lo que da lugar a diferentes vistas del sistema, dependiendo de lo que deseamos mostrar en un instante determinado.



**Figura 20: Vistas de un Modelo**

Fuente <https://sites.google.com/site/jgarzas/4mas1>

- a. **Vistas de casos de uso.**- Muestran la descripción del comportamiento del sistema tal como lo observan los usuarios finales.
- b. **Vista de diseño.**- Muestra los servicios que nuestro sistema debe proporcionar y como lo hará. Comprende las clases, interfaces y colaboraciones.
- c. **Vista de proceso.**- Comprende los hilos y procesos que forman mecanismos de sincronización y concurrencia del sistema.
- d. **Vista de implementación.**- Comprende los componentes que un sistema utiliza para hacer disponible el sistema físico.
- e. **Vista de despliegue.**- Contiene los nodos que forman la topología del hardware sobre la que se ejecuta el sistema.

Cada una de estas vistas se puede presentar mediante los diagramas de UML.

## 2.5.2 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML: UNIFIED MODELING LANGUAGE)

Conociendo las enormes ventajas que trae consigo la utilización de metodologías orientadas a objetos, el UML representa una colección de las mejores prácticas de ingeniería que han probado ser exitosas en el modelado de sistemas grandes y complejos.

Hacia 1984, existían más de 50 métodos de desarrollo de software orientado a objetos provocando una "Guerra de métodos". El Lenguaje Unificado de Modelado o UML (unified Modeling Language) es el sucesor de la oleada de métodos de análisis y diseño orientados a objetos. EL UML unifica, sobre todo, los métodos Booch, Rumbaugh (OMT) y Jacobson.

UML es el sucesor de la ola de métodos de A y DOO que aparecieron a finales de los 80 y principios de los 90, pero pretende dar una visión más amplia de los mismos. UML está en proceso de estandarización por el OMG (Object Management Group)

UML es un **lenguaje de modelado**, no un método. Un método incluye:

- **Lenguaje de Modelado:** Es la notación (en su mayoría gráfica) que utilizan los métodos para expresar los diseños.
- **Proceso:** Son los pasos que se aconsejan dar para realizar un diseño

En la figura 15 se muestra la evolución que ha ido teniendo el UML con el pasar de los años:

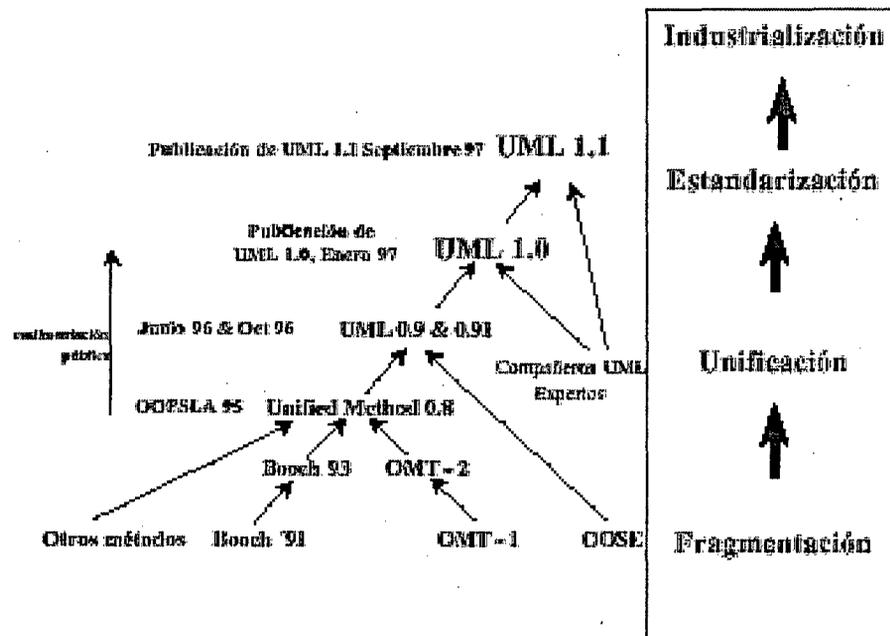


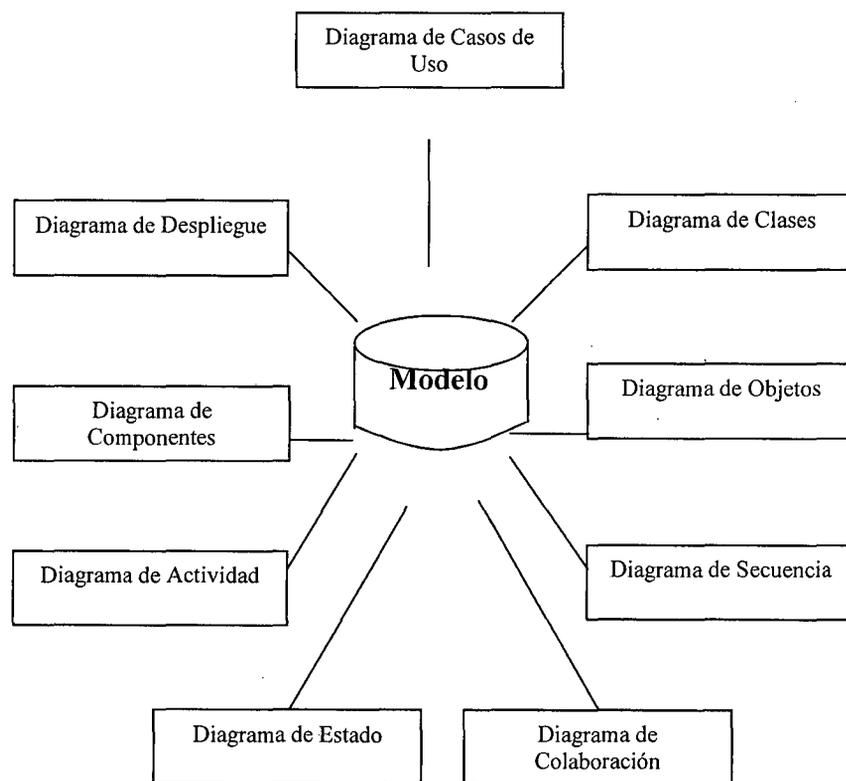
Figura 21: Evolución del UML  
Fuente <https://sites.google.com/site/jgarzas/4mas1>

### 2.5.3 DIAGRAMAS UML

Los diagramas se utilizan para dar diferentes perspectivas del problema según lo que nos interese representar en un determinado momento. Los diagramas que UML define son:

- Diagrama de Casos de Uso
  
- Diagramas Estáticos
  - Diagrama de Clases
  - Diagrama de objetos
  
- Diagramas de Comportamientos

- Diagrama de Estados
- Diagrama de Actividad
- Diagramas de Interacción
  - o Diagrama de secuencia
  - o Diagrama de colaboración
- Diagrama de Implementación
  
- Diagrama de Componentes



**Figura 22:** Diagramas del UML  
Fuente <https://sites.google.com/site/jgarzas/4mas1>

Estos diagramas proveen múltiples perspectivas del sistema bajo análisis o desarrollo; además, estos diagramas soportan una adecuada documentación y alguna herramienta de software, pueden mostrar diferentes vistas a partir de estos diagramas.

## 2.5.4 DIAGRAMA DE CASO DE USO

Un caso de uso es una técnica de modelado utilizada para describir lo que un nuevo sistema debe hacer o lo que un sistema existente ya hace y como se relaciona con su entorno. Un modelo de casos de uso se construye mediante un proceso iterativo durante las reuniones entre los desarrolladores del sistema y los clientes (y/o los usuarios finales) conduciendo a una especificación de requisitos sobre la que todos coinciden. Los casos de usos capturan algunas de las acciones y comportamientos del sistema y de los actores. El modelado con casos de uso fue desarrollado por Ivar Jacobson.

El sistema que se desea modelar se representa encerrado en un rectángulo.

Los actores son los que interactúan con el sistema. Representan todo lo que necesite intercambiar con el sistema.

- Un actor representa el papel (rol) que una persona desempeña. Por ejemplo una persona puede ser usuario y administrador en un sistema, unas veces actuará como usuario y otras como administrador, pero deben contemplarse ambos actores.

Los Casos de Uso es un camino específico para utilizar el sistema.

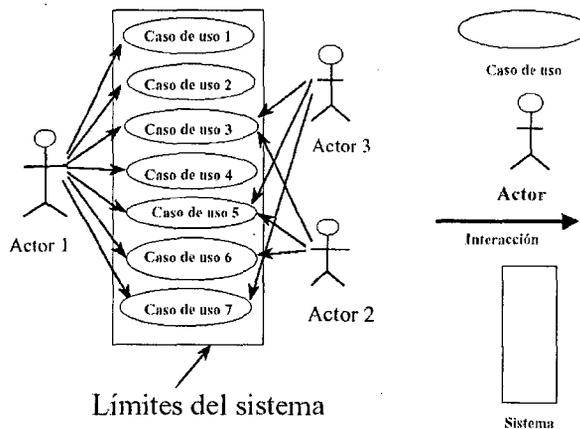
Para cada Caso de Uso, Actor y Sistema se realiza una descripción detallada.

Los Casos de Uso tan sólo indican opciones generales.

El diagrama de Casos de Uso es un diagrama sencillo que tiene como finalidad dar una visión global de toda la aplicación de forma que se pueda entender de una forma rápida y gráfica tanto por usuarios como por desarrolladores.

### Escenarios

A veces se utiliza escenario como sinónimo de caso de uso. Sin embargo en UML un escenario se refiere a los pasos que se desarrollan dentro de un caso de uso



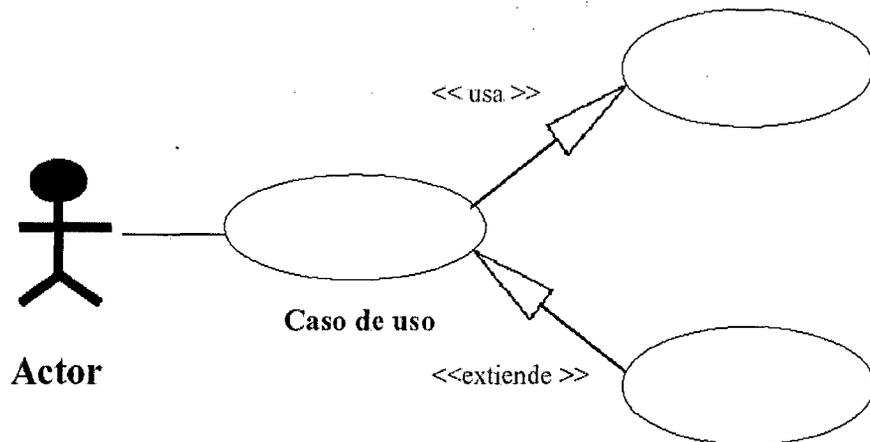
**Figura 23: Diagrama de caso de Uso**  
**Fuente**

[http://www.wikilearning.com/tutorial/desarrollo\\_orientado\\_a\\_objetos\\_con\\_uml/6321-5](http://www.wikilearning.com/tutorial/desarrollo_orientado_a_objetos_con_uml/6321-5)

El diagrama de casos de uso es parte de UML. Un caso de uso es la típica interacción entre un usuario y un sistema informático. Un actor es el papel que el usuario juega con respecto al sistema. Un actor no tiene que ser un humano, puede ser por ejemplo otro sistema externo que pide información al sistema actual.

La relación <<extiende>> se utiliza cuando un caso de uso es similar a otro

caso de uso pero se le añade alguna característica nueva. La relación << usa >> se utiliza cuando se tiene una parte del comportamiento común a más de un caso de uso, y no se desea almacenar una copia en cada caso de uso de la descripción de este comportamiento.



**Figura 24: Relación Usa y Extiende**  
Fuente [http://es.wikipedia.org/wiki/Caso\\_de\\_uso](http://es.wikipedia.org/wiki/Caso_de_uso)

## 2.5.5 DIAGRAMA DE SECUENCIA

El Diagrama de Secuencia es un tipo de Diagrama de Interacción que muestra justamente la interacción de un conjunto de objetos, poniendo énfasis en el orden cronológico del envío de mensaje entre objetos.

Mediante los diagramas de secuencia podemos dar detalle a los casos de uso, aclarándolos al nivel de mensajes de los objetos existentes.

Se denominan:

- Diagrama de Secuencia en UML.
- Diagrama de Interacción en Booch.
- Diagrama de seguimiento de sucesos en OMT.

Se hace un diagrama de secuencia por cada caso de uso, además permiten en las fases iniciales de análisis y diseño:

- Razonar más en detalle como es el comportamiento de un escenario.
- Obtener nuevas clases y objetos en el escenario (enriquecimiento del diccionario de datos)
- Detectar cuáles son los métodos de las clases, al observar cómo se relacionan los objetos entre sí para llevar a cabo la tarea encomendada en el escenario.

Se utilizan en las fases de prueba para validar el código, si se desea más detalle se utilizan los **Diagramas de Colaboración**

## **2.5.6 DIAGRAMA DE COLABORACIÓN**

Los Diagramas de Colaboración son otro tipo de diagramas de interacción. Muestran la colaboración entre los objetos para realizar una tarea mediante el uso de mensaje enviados entre ellos. A diferencia de los Diagramas de Secuencia, éstos diagramas pueden mostrar el contexto de la operación, no reservan una dimensión para el tiempo, sino que enumeran los mensajes para indicar la secuencia.

Se denominan:

- Diagrama de Colaboración en UML.
- Diagrama de Objetos en Booch.

Permiten profundizar en el nivel de detalle en los diagramas de Secuencia, expresando las colaboraciones de los objetos en tiempo de ejecución.

## 2.5.7 DIAGRAMA DE CLASES

Muestran un conjunto de clases (grupos de objetos que tienen las mismas características y comportamiento), así como sus relaciones. Estos diagramas son los más comunes en el modelado de sistemas orientados a objetos y cubren la vista estática de un sistema (por lo que también se los denomina **Diagramas Estáticos**). Un diagrama de estructura estática muestra el conjunto de clases y objetos importantes, que conforman un sistema, junto con las relaciones existentes entre los mismos, pero no como actúan unos con otros, ni que mensajes se envían.

Un diagrama de clases está compuesto por los siguientes elementos:

**Clases:** Las cuales contienen atributos y operaciones.

**Relaciones:** Que pueden ser Dependencia, Generalización y Asociación.

Se denominan:

- Diagrama Estáticos en UML.
- Diagrama de Clases en Booch.
- Diagrama de Clases en OMT.

Estos diagramas son los más importantes del diseño orientado a objetos, son la *pedra angular* de nuestro diseño, contienen toda la información de todas las clases y sus relaciones con otras clases. Aunque son los más importantes no se llega a ellos directamente dado que tienen un gran nivel de abstracción dado que contemplan el modelo globalmente sin particularizarse en ningún escenario concreto, cuando se construyen los diagramas anteriores (Casos de uso, Secuencia, Colaboración) las herramientas van obteniendo nombres de clase y generando los atributos y operaciones de cada clase siguiendo las indicaciones dadas por las especificaciones de requisitos en los casos de uso y escenarios, en el momento de hacer el primer diagrama estático ya se tiene una lista de clases con algunos de sus atributos y operaciones. Sin embargo es necesario

reflexionar y abstraer sobre la organización de esas clases estudiando las relaciones de herencia, agregación, etc. el diagrama Estático se refinará en las sucesivas iteraciones del modelo.

En UML las clases se pueden representar de tres formas:

- Sin detalle.
- Detalles a nivel de análisis y diseño.
- Detalle a nivel de implementación.

Los atributos en UML se pueden describir como:

- visibilidad : tipo = valor-inicial { propiedad }, donde visibilidad puede ser:
  - + publico
  - # protegido
  - - privado

Otros diagramas de estructura estática los constituyen los diagramas de objetos, de componentes y de distribución.

### 2.5.8 DIAGRAMA DE ACTIVIDAD

Los Diagramas de Actividad representan como se dirigen los flujos de los procesos internos (en oposición a los eventos externos). No están disponibles en Booch ni en OMT.

Un diagrama de actividad muestra la relación de operación para conseguir un objetivo. Presenta una visión simplificada de lo que ocurre en un proceso, mostrando los pasos que se realizan, constituyéndose en uno de los diagramas que modelan los aspectos dinámicos del sistema.

Comúnmente los diagramas de actividad se utilizan en dos formas. En el **modelado de flujos de trabajo**, haciendo hincapié en las actividades tal y como son vistas por los actores que colaboran con el sistema, esto es,

modelando procesos de negocio. En el **modelado de una operación**, utilizando los diagramas de actividades como diagramas de flujo para mostrar detalles de un algoritmo, haciendo amplio uso de las condiciones y modelado de procesos concurrentes.

Cada diagrama de actividad se corresponde con los flujos que ocurren dentro de:

- Un caso de uso.
- Una clase.
- Una operación de una clase.

### **2.5.9 DIAGRAMA DE ESTADOS**

Un Diagrama de Estado muestra el conjunto de estados por los cuales pasa un único objeto durante su vida dentro de una aplicación, junto con los eventos que provocan las transiciones que permiten pasar de un estado a otro.

En los Diagramas de Estado suponemos que se procesa un evento a la vez y termina con todas las consecuencias antes de pasar a otro. Los eventos no interaccionan con otros eventos y conceptualmente las acciones son instantáneas (esto significa atómicas y no interrumpibles) y los eventos nunca son simultáneos. Si un objeto recibe un evento mientras está ejecutando una acción, el evento se pone en cola hasta que finalice la acción.

Se denominan:

- Diagramas de Transición de Estados en Booch.
- Diagramas de Estados en OMT.
- Diagrama de Estados en UML.

Los diagramas de estados muestran la secuencia de estados por los que pasa un objeto durante su vida y que se corresponden con los estímulos

recibidos, junto con sus respuestas y acciones. Cada diagrama de estados se corresponde con una clase o con un método.

## **2.5.10 DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN**

Los diagramas de implementación, como su propio nombre indica, representan aspectos relativos a la implementación incluyendo la estructura del código fuente y otras características propias del tiempo de ejecución. UML tiene dos tipos de diagramas de implementación:

### **2.5.10.1 Diagrama De Componentes**

Los Diagramas de componentes permiten visualizar las partes de un sistema, mostrando las diversas formas en que pueden ensamblarse para construir ejecutables. Un Diagrama de Componentes muestra las dependencias entre componentes físicos de software, tales como archivos de código fuente, binarios, ejecutables, etc. Estos diagramas modelan la vista estática de los sistemas, es decir, sólo los componentes y sus conexiones, y no como funcionan.

Asimismo, este diagrama facilita la realización de *Ingeniería Directa* (del diagrama al software), puesto que representan cosas físicas que implementan directamente en archivos, e *Ingeniería reversa* (del software al diagrama) que permite obtener el diagrama de componentes a partir del software, aunque esto último no sea un proceso perfecto, pues el software no muestra por sí mismo muchas de las relaciones entre componentes.

En sí, los Diagramas de Componentes muestran la dependencia entre los componentes software.

### **Componentes**

Representa un elemento de implementación que se puede redistribuir.

#### **2.5.10.2 Diagrama De Despliegue O Desplegables**

El Diagrama de Despliegue, modela la topología del hardware sobre el cual correrá nuestra aplicación y nos indica en donde se ejecutará cada uno de nuestros componentes; esto es, muestra las relaciones físicas entre los componentes de software y el hardware de nuestro sistema. Estos diagramas muestran la forma en que físicamente lucirá nuestro sistema, sólo deben mostrarse los nodos y componentes que se utilizarán en su versión ejecutable. Los componentes que no existen en tiempo de ejecución no se muestran en este diagrama, sin embargo, pueden ser mostrados en sus respectivos *Diagramas de Componentes*.

### **Nodos**

Son objetos físicos en tiempo de ejecución que representan algún recurso que se pueda procesar. Los nodos incluyen periféricos, pueden representarse como tipos e instancias.

#### **2.5.11 MÉTODO Y METODOLOGÍAS**

Un **método** es un proceso disciplinado para generar un conjunto de modelos que describen varios aspectos de un sistema de software en desarrollo, utilizando alguna *notación* bien definida.

Una **metodología** es una colección de métodos aplicados a lo largo del ciclo de vida del desarrollo de software y unificados por alguna aproximación general o filosófica.

La mayor parte de las metodologías puede catalogarse en uno de los grupos siguientes:

- Diseño estructurado descendente.
  - Yourdon y Constantine.
  - Wirth.
  - Dahl, Dijkstra y Hoare.
  
- Diseño dirigido por datos.
  - Jackson.
  - Warnier y Orr.
  
- Diseño orientado a objetos: son las que siguen el modelo de objetos.
  - Booch.
  - OMT (Rumbaugh et al.).
  - Objectory (Jacobson et al.).
  - Schlaer-Mellor.
  - Coad/Yourdon.
  - Fusion (Coleman et al.).

Una **notación** es un conjunto de diagramas normalizados que posibilita al analista o desarrollador el describir el comportamiento del sistema (análisis) y los detalles de una arquitectura (diseño) de forma no ambigua.

- La acción de dibujar un diagrama no constituye ni análisis ni diseño.
- Una notación no es un fin por sí misma.
- El hecho de que una notación sea detallada no significa que todos sus aspectos deban ser utilizados en todas las ocasiones.
- La notación son como los planos para un arquitecto o un ingeniero.

- Una notación no es más que un vehículo para capturar los razonamientos acerca del comportamiento y la arquitectura de un sistema.
- Las notaciones deben ser lo más independientes posibles de los lenguajes de programación, sin embargo facilita el proceso de desarrollo que exista una equivalencia entre la notación y los lenguajes de programación.
- El propósito de este tema es describir la sintaxis y semántica de la notación que se utiliza para el análisis y diseño orientado a objetos.

### **Comparación De Metodologías**

Con el paso del tiempo las metodologías de análisis y diseño orientado a objetos han ido convergiendo en:

- Conceptos de modelado similares.
- Procesos similares.

Las principales diferencias están en la notación:

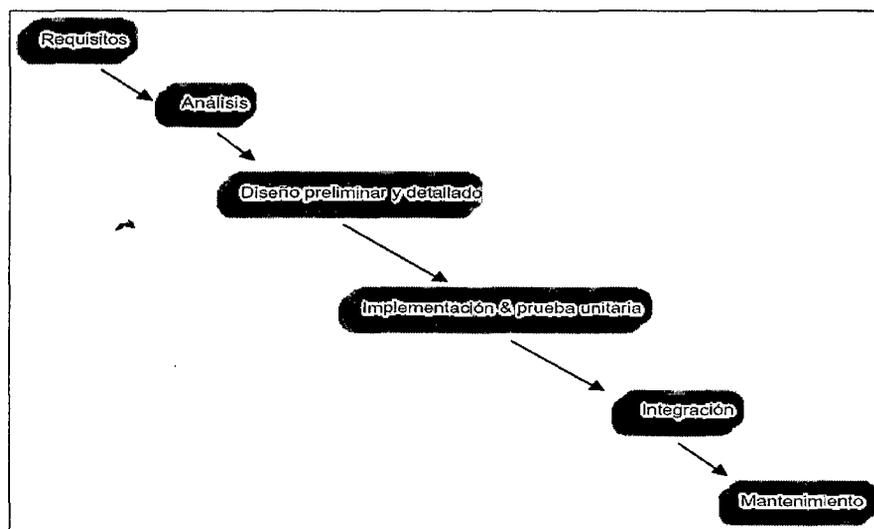
- Diferentes iconos para la representación de los artefactos del diseño.
- Diferentes diagramas para expresar las relaciones entre clases y objetos.

La experiencia indicará que es lo que se debe utilizar y lo que se debe dejar de lado.

A continuación se muestran dos ejemplos de metodologías:

## EJEMPLOS DE METODOLOGÍAS

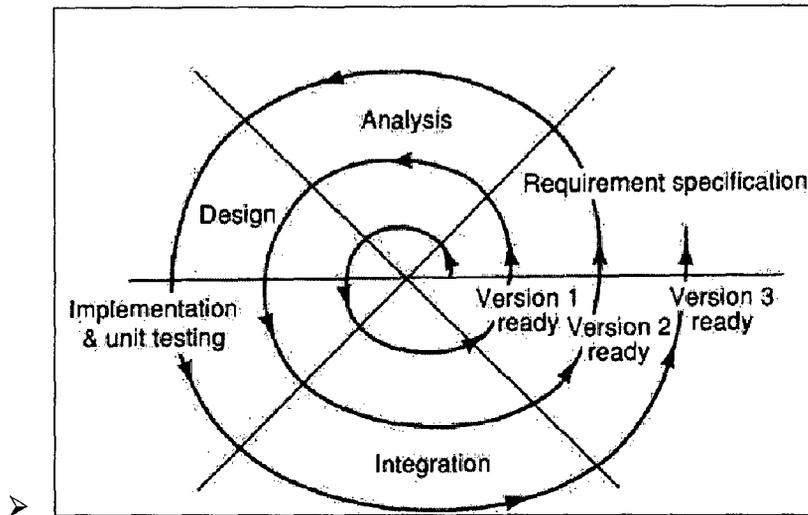
### ➤ MODELO DE CASCADA



**Figura 25: Modelo de Cascada**

Fuente <http://juanedsa.blogspot.com/2010/08/modelo-en-cascada.html>

➤ **MODELO DE ESPIRAL**



**Figura 26: Modelo de Espiral**

Fuente <http://jessica-palacios.blogspot.com/2010/10/ingenieria-del-software.html>

## 2.6 PROCESO UNIFICADO RATIONAL (RUP: RATIONAL UNIFIED PROCESS)

RUP es un proceso de ingeniería de software. Es una forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades en una organización de desarrollo.

Los Objetivos del RUP son:

- Asegurar la producción de software de calidad.
- Dentro de plazos y presupuestos predecibles.

RUP es también un producto desarrollado y mantenido por Rational, actualizado constantemente para tener en cuenta las mejores prácticas de acuerdo con la experiencia.

Aumenta la productividad de los desarrolladores mediante acceso a base de conocimiento, plantillas y herramientas. Se centra en la producción y mantenimiento de modelos del sistema más que en producir documentos.

RUP es una guía de cómo usar UML de la forma más efectiva. Existen herramientas de apoyo a todo el proceso: modelamiento visual, programación, pruebas, etc.

### 2.6.1 Las Mejores Prácticas

RUP pretende implementar las *mejores prácticas* actuales en ingeniería de software:

- Desarrollo Iterativo del Software,
- Administración de Requerimientos,
- Uso de Arquitecturas Basadas en Componentes,
- Modelamiento Visual del Software,
- Verificación de la Calidad del Software,
- Control de Cambios.

**a. Desarrollo iterativo:** El software moderno es complejo y novedoso, así que no es realista usar un modelo lineal de desarrollo como el de cascada.

Un proceso iterativo permite una comprensión creciente de los requerimientos a la vez que se va haciendo crecer el sistema. RUP sigue un modelo iterativo que aborda las tareas más riesgosas primero. Así se logra reducir los riesgos del proyecto y tener un subsistema ejecutable tempranamente.

**b. Administración de requerimientos.-** RUP describe cómo:

- Obtener los requerimientos,
- Organizarlos
- Documentar requerimientos de funcionalidad y restricciones,
- Rastrear y documentar decisiones,
- Captar y comunicar requerimientos del negocio.

Los casos de uso y los escenarios indicados por el proceso han probado ser una buena forma de captar requerimientos y guiar el diseño, la implementación y las pruebas.

**c. Arquitecturas basadas en componentes.-** El proceso se basa en diseñar tempranamente una arquitectura base ejecutable. La arquitectura debe ser:

- "Resiliente",
- Flexible,
- Fácil de modificar,
- Intuitivamente comprensible,
- Promueve la reutilización de componentes.

RUP apoya el desarrollo basado en componentes, tanto nuevas como preexistentes.

**d. Modelamiento visual.-** de la estructura y el comportamiento de la arquitectura y las componentes. Bloques de construcción: Ocultan detalles, Permiten la comunicación en el equipo de desarrollo, Permiten analizar la consistencia, UML es la base del modelamiento visual de RUP.

**e. Verificación de cualidades.-** No sólo la funcionalidad es esencial, también el rendimiento y la confiabilidad. RUP ayuda a planificar, diseñar, implementar, ejecutar y evaluar pruebas que verifiquen estas cualidades. El aseguramiento de la calidad es parte del proceso de desarrollo y no la responsabilidad de un grupo independiente.

**f. Control de cambios.-** Los cambios son inevitables, pero es necesario evaluar si éstos son necesarios y rastrear su impacto. RUP indica cómo controlar, rastrear y monitorear los cambios dentro del proceso iterativo de desarrollo.

**g. Proceso de dos dimensiones**

➤ Eje Horizontal:

- Representa el tiempo,
- Muestra aspectos dinámicos del proceso,
- Se expresa como ciclos, fases, iteraciones e hitos.

➤ Eje Vertical:

- Aspectos estáticos del proceso,
- Actividades, artefactos, trabajadores y flujo de trabajo.

## 2.6.2 Ciclos Y Fases

RUP divide el proceso de desarrollo en ciclos, teniendo un producto al final de cada ciclo. Cada ciclo se divide en cuatro Fases:

- Concepción (inception),
- Elaboración,
- Construcción,
- Transición.

Cada fase concluye con un hito bien definido donde deben tomarse ciertas decisiones.

## 2.6.3 Fases Del RUP

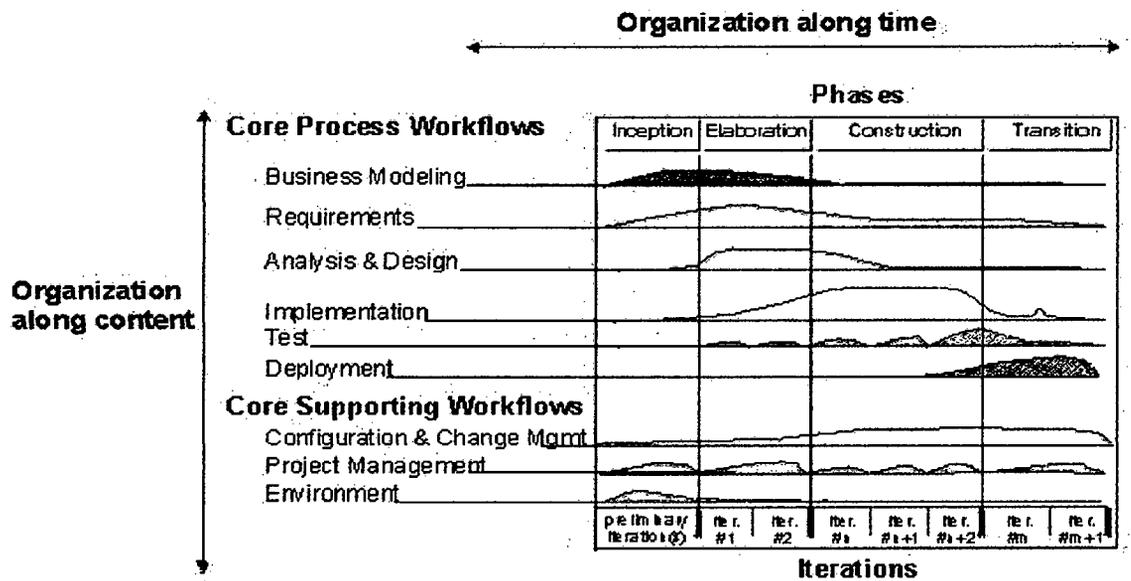


Figura 27: Fases del RUP

Fuente <http://softwareitso.blogspot.com/p/modelo-rup.html>

**a. Concepción.-** Se establece la oportunidad y alcance del proyecto. También se identifica todas las entidades externas con las que se trata (actores) y se define la interacción a un alto nivel de abstracción:

En esta fase se identifican todos los casos de uso y se describe algunos en detalle. La oportunidad del negocio incluye:

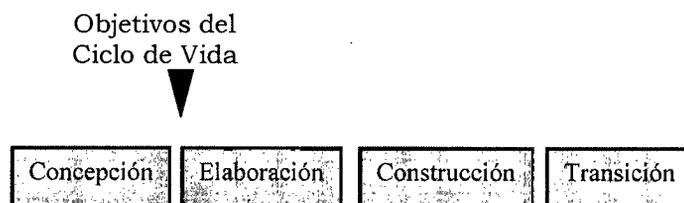
- Criterios de éxito,
- Identificación de riesgos,
- Estimación de recursos necesarios,
- Plan de las fases incluyendo hitos.

### **Productos de la Concepción**

Como productos de la concepción tenemos un documento de visión general con los requerimientos generales del proyecto, características principales y restricciones.

También tenemos el modelo inicial de casos de uso (10% a 20 % listos), con glosario, caso de negocio, identificación inicial de riesgos, plan de proyecto y uno o más prototipos.

### **Hito**



**Figura 28: Hito de la concepción**

Fuente <http://softwareitso.blogspot.com/p/modelo-rup.html>

Las partes interesadas deben acordar el alcance y la estimación de tiempo y costo, y la comprensión de los requerimientos plasmados en casos de uso.

**b. Elaboración.-** Esta fase tiene como objetivos:

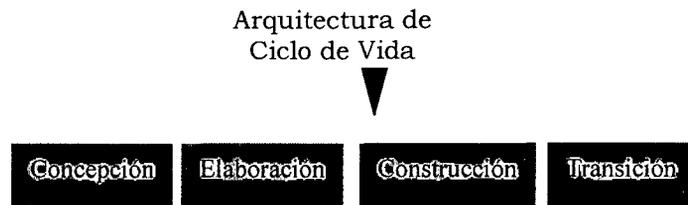
- Analizar el dominio del problema,
- Establecer una arquitectura base sólida,
- Desarrollar un plan de proyecto,
- Eliminar los elementos de mayor riesgo para el desarrollo exitoso del proyecto.

En la fase de elaboración se tiene una Visión de "una milla de amplitud y una pulgada de profundidad" porque las decisiones de arquitectura requieren una visión global del sistema.

### **Producto de la Elaboración**

Como producto de esta fase se tiene el modelo de casos de uso (80% completo) con descripciones detalladas así como también otros requerimientos no funcionales o no asociados a casos de uso; la descripción de la Arquitectura del Software, un prototipo ejecutable de la arquitectura, la lista revisada de riesgos y del caso de negocio, plan de desarrollo para el resto del proyecto y un manual de usuario preliminar.

## Hito



**Figura 29:** Hito de la Elaboración

Fuente <http://softwareitso.blogspot.com/p/modelo-rup.html>

Condiciones de éxito de la elaboración:

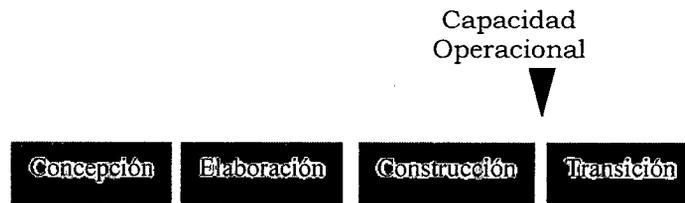
- ¿Es estable la visión del producto?
- ¿Es estable la arquitectura?
- ¿Las pruebas de ejecución convencen de que los riesgos han sido abordados y resueltos?
- ¿Es el plan del proyecto algo realista?
- ¿Están de acuerdo con el plan todas las personas involucradas?

c. **Construcción.**- En esta fase todos los componentes restantes se desarrollan e incorporan al producto, todo es probado en profundidad. El énfasis está en la producción eficiente y no ya en la creación intelectual, puede hacerse construcción en paralelo, pero esto exige una planificación detallada y una arquitectura muy estable.

### Productos de la Construcción

En esta fase se tiene al producto de software integrado y corriendo en la plataforma adecuada, manuales de usuario y una descripción del “release” actual.

## Hito



**Figura 30: Hito de la Construcción**

Fuente <http://softwareitso.blogspot.com/p/modelo-rup.html>

Se obtiene un producto beta que debe decidirse si puede ponerse en ejecución sin mayores riesgos. Las condiciones de éxito:

- ¿El producto está maduro y estable para instalarlo en el ambiente del cliente?
- ¿Están los interesados listos para recibirlo?

**d. Transición.-** El objetivo es traspasar el software desarrollado a la comunidad de usuarios. Una vez instalado surgirán nuevos elementos que implicarán nuevos desarrollos (ciclos).

Incluye:

- Pruebas beta para validar el producto con las expectativas del cliente,
- Ejecución paralela con sistemas antiguos,
- Conversión de datos,
- Entrenamiento de usuarios,
- Distribuir el producto.

### Objetivos de la Transición

Obtener autosuficiencia de parte de los usuarios.

Concordancia en los logros del producto de parte de las personas involucradas.

Lograr el consenso cuanto antes para liberar el producto al mercado.

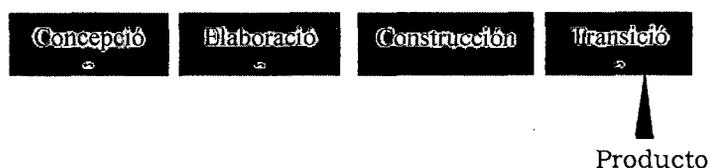


Figura 31: Hito de la Transición

Fuente <http://softwareitso.blogspot.com/p/modelo-rup.html>

#### 2.6.4 Flujos De Trabajo

Los flujos de trabajo son una lista de **actividades**, **trabajadores** y **artefactos**, un flujo de trabajo es una secuencia de actividades que produce un resultado valioso.

Un **trabajador** define el comportamiento y las responsabilidades de un individuo. Su responsabilidad es hacer una serie de actividades y ser el responsable de una serie de artefactos.

Una **actividad** es una unidad de trabajo que se asigna a un trabajador, una actividad lleva entre un par de horas y un par de días, involucra un solo trabajador y un número pequeño de artefactos.

Los **Artefactos** son los elementos de información producido, modificado o usado por el proceso. Son los productos tangibles del proyecto, son usados por los trabajadores para realizar nuevas

actividades y son el resultado de esas actividades.

No siempre es posible representar flujos de trabajo.

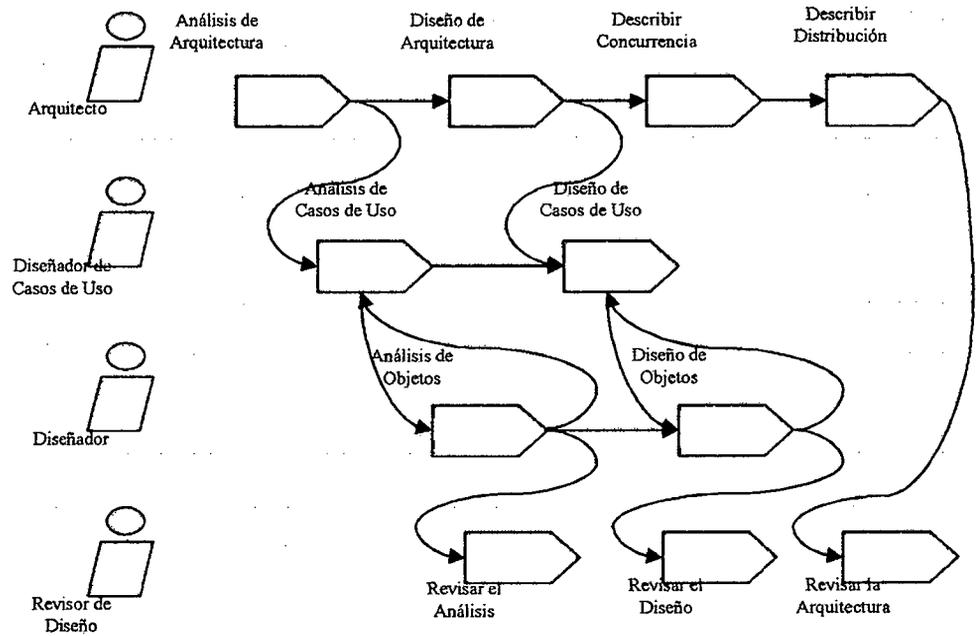


Figura 32: Flujos de trabajo mostrando trabajadores, actividades y sus flujos  
Fuente <http://softwareitso.blogspot.com/p/modelo-rup.html>

## 2.6.5 Flujos De Trabajo Esenciales

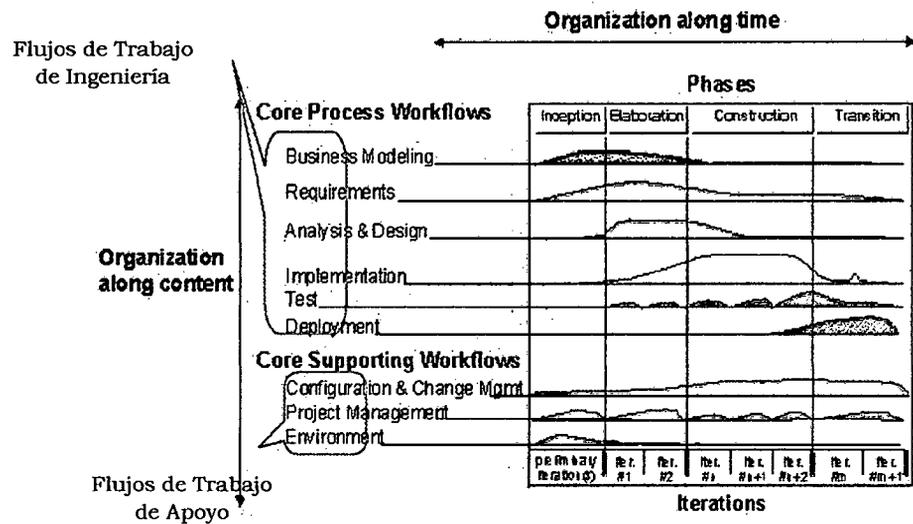


Figura 33: Flujos de Trabajo Esenciales

Fuente <http://softwareitso.blogspot.com/p/modelo-rup.html>

- a. **Modelamiento del negocio.**- Existen habitualmente problemas de comunicación entre ingenieros de software e ingenieros de negocios. RUP proporciona un lenguaje y proceso común para ambos ámbitos. Para el modelamiento del negocio se usan "business use cases:( La forma en que el software dará apoyo al negocio)"
- b. **Requerimientos.**- Los desarrolladores y clientes deben acordar qué es lo que el sistema debe hacer:
  - Relevar requerimientos,
  - Documentar funcionalidad y restricciones,
  - Documentar decisiones,
  - Identificar actores,
  - Identificar casos de uso

Los casos de uso describen la funcionalidad. Los requerimientos no funcionales se incluyen en una especificación complementaria.

### **c. Análisis y Diseño**

Descripción de cómo se implementará el sistema: un plano.

Debe:

- Ejecutar las tareas y funciones descritas en los casos de uso,
- Satisfacer todos los requerimientos,
- Flexible a cambios.

El diseño se centra en la noción de arquitectura.

Diseñar y validar la arquitectura es una tarea esencial.

El modelo de diseño consta de:

- Clases estructuradas en paquetes,
- Diseños de subsistemas con interfaces definidas (componentes),
- Forma de colaboración entre las clases.

### **d. Implementación**

Propósito:

- Definir la organización del código,
- Implementar clases y objetos en forma de componentes (fuente, ejecutables, etc.),
- Probar las componentes desarrolladas,
- Integrar las componentes en un sistema ejecutable.

### **e. Pruebas**

Propósitos:

- Verificar la interacción entre los objetos,
- Verificar la integración apropiada de componentes,
- Verificar que se satisfacen los requerimientos,
- Identificar los defectos y corregirlos antes de la instalación.

RUP describe como planear y ejecutar estas pruebas.

RUP propone probar las componentes desde el principio:

- Confiabilidad, funcionalidad y performance.

Las pruebas de regresión son importantes en desarrollos iterativos.

Rational tiene herramientas para automatizar algunas pruebas.

### **f. Distribución**

Producir un producto y hacerlo llegar a sus usuarios finales.

Incluye varias actividades:

- Producir un “release”,
- Empaquetar el software,
- Distribuir el software,
- Instalarlo,
- Asistir a los usuarios

A veces también incluye:

- Realizar pruebas beta,
- Migración de datos,

– Aceptación formal.

## **2.7 TOMA DE DECISIONES**

Casi no es posible imaginar un campo de mayor trascendencia para el humano que el de la toma de decisiones. Tenemos un problema cuando no sabemos cómo seguir. Una vez que tenemos un problema, hay que tomar una decisión (incluyendo la de no hacer nada). Elegimos una alternativa que nos parezca suficientemente racional que nos permita más o menos maximizar el valor esperado luego de resuelta nuestra acción. Emitimos en silencio un plan de control, que nos guía en la toma de decisiones, incluyendo decisiones relacionadas con modificar ese plan de control. Demostramos nuestra inteligencia en este proceso en funcionamiento.

Todos y cada uno de nosotros nos pasamos todos los días y las horas de nuestra vida teniendo que tomar decisiones. Algunas decisiones tienen una importancia relativa en el desarrollo de nuestra vida, mientras otras son gravitantes en ella.

Sin lugar a dudas existen ciertas cualidades que hacen que los tomadores de decisiones sean buenos o malos. Cuatro son las cualidades que tienen mayor importancia a la hora de analizar al tomador de decisiones: **experiencia, buen juicio, creatividad y habilidades cuantitativas**. Otras cualidades podrán ser relevantes, pero estas cuatro conforman los requisitos fundamentales.

Las herramientas de Soporte a la Toma de Decisiones (DSS) ofrecidas (diseñadas) actualmente, se caracterizan por conjuntar toda la información de la empresa a través de herramientas de Tecnología de Información para contar con datos oportunos que den soporte a todos sus procesos, sobre tres fases básicas: extracción de información, explotación de información y administración de información.

Para la toma de decisiones sabemos que es necesario hacer uso de la información como el uso de teorías. Por lo general la información se recolecta, procesa y se usa en forma de parámetro según sea el estilo de la toma de decisiones.

Para la correcta Toma de Decisiones en Gestión Empresarial, es necesario analizar y evaluar la problemática en las áreas de la gestión. Dicho estudio nos proporcionará

información acerca de las razones financieras, promedios ponderados de las variables centrales, la evolución de determinados flujos en la empresa y opiniones del empresario para poder desarrollar los sistemas de gestión empresarial el cual brindará información oportuna y veraz para el soporte de una buena toma de decisiones.

La información se presentará por cada área específica, identificándose:

- Las fortalezas que caracterizan a la empresa y que son la base para reconocer y aprovechar las oportunidades.
- Las debilidades en cada una de las áreas de la gestión y cuyo tratamiento puede prevenir o permitir actuar frente a las amenazas reales o virtuales.

### **2.7.1 BASES PARA LA TOMA DE DECISIONES**

Se clasifica de la siguiente manera:

- a. No cuantitativas.-** Hacen hincapié en valores sociales, de naturaleza altamente personal. Son útiles tanto en los medios como en los resultados finales de las decisiones.
  - Hechos
  - Intuición
  - Experiencia
  - Opiniones consideradas.
- b. Cuantitativas.-** Se refieren a las mejores formas de alcanzar un objetivo. Son útiles para las decisiones relacionadas con los medios que deban emplearse para alcanzar el objetivo.

### **2.7.2 PROCESO PARA LA TOMA DE DECISIONES**

- a. Diagnosticar y definir el problema.-** Si es necesario remediar una situación, primero se debe encontrar el origen real del problema; una manera de hacerlo es preguntándose: ¿Qué actuación en el pasado o

falta de actuación pudo haber causado esa situación? También se deben determinar cuáles partes del problema pueden resolverse y cuáles deben tener una base para evaluar las opciones de solución.

- b. Obtener y analizar los hechos más relevantes.-** Una vez que se determinó y definió el problema, se decide acciones tomar. Primero debe determinar qué hechos necesitará para tomar la decisión correcta y luego obtener toda la información que sea posible. Puede preguntarse, entonces: ¿A quién afecta directamente el problema?, ¿Cómo son afectados los proveedores y clientes por el problema?, ¿Qué recursos se pueden utilizar para resolverlos?, etc.
- c. Desarrollo de opciones.-** No se pueden tomar decisiones sino hasta que se desarrollen varias opciones de solución. Esto de tener prioridad en la resolución de un problema.
- d. Evaluar opciones.-** Una vez que se desarrollen las opciones, éstas deben ser evaluadas para ver qué tan efectivas pueden llegar a ser. La efectividad puede ser medida en dos formas: ¿Qué tan realistas pueden ser, en términos de metas y recursos los clientes, y en qué medida va a ayudar a resolver el problema?
- e. Selección de la mejor opción.-** Esta selección se basa en la cantidad de información disponible. Si la información no es adecuada para resolver problemas es necesario empezar de nuevo el proceso de toma de decisiones.
- f. Analizar las posibles consecuencias de las decisiones.-** Al seleccionar la mejor opción, se debe anticipar a los problemas que sucederán cuando se lleve a la práctica dicha decisión. Los competidores se verán afectados y su reacción debe ser tomada en cuenta.
- g. Poner en práctica la decisión.-** Es importante saber que no sólo con tomar la decisión la acción se realizará automáticamente, es necesario:

- Establecer un calendario para la acción, para medir el progreso en términos específicos.
- Establecer un procedimiento de control regular y periódico para verificar el proceso de la acción.
- Establecer un sistema para prever los posibles problemas que surjan durante la acción.

## **2.8 DIAGNÓSTICO DE PROYECTOS DE INVERSION**

La gestión empresarial es la más importante de las gestiones administrativas ya que trata de decir: qué hacer, cómo hacerlo, dónde hacerlo, quién lo va a hacer y cuándo hacerlo. Es así que la gestión empresarial es una actividad que da previamente las respuestas a dichas interrogantes relacionadas con toda empresa

El diagnóstico, será la consecuencia del análisis de todos los datos de los componentes técnicos de ésta. Este diagnóstico ha de ser elaborado con la máxima periodicidad a fin de que los directivos conozcan en cada momento el estado en que se encuentra su empresa.

En el terreno de gestión de empresas, se puede establecer una equivalencia, especialmente en el caso de que una empresa se encuentre en dificultades. El Diagnóstico es un medio de información que permite identificar un determinado grupo de variables:

- **De tipo externo**, que comprende la evolución del mercado, el volumen de la demanda, gusto de los consumidores, actuación de la competencia, evolución tecnológica, avances del mercado y del capital, desarrollo de las políticas económicas y sociales, así como la evolución de los sistemas socio-culturales.
- **De tipo interno**, que se refiere a la situación empresarial de la empresa en cuanto a materiales, conocimiento técnico, calificación y comportamiento del personal y recurso financieros.

### **2.8.1 OBJETIVOS DE UN SISTEMA DE DIAGNÓSTICO**

En su gran mayoría los Gerentes/empresarios de pequeñas empresas manejan su empresa guiados por la intuición, sin conocer en qué situación económica se encuentra la empresa. La única información de que disponen es el Balance y el Estado de Pérdidas y Ganancias, los cuales en muchas ocasiones son entregados por los contadores con un retraso de muchos meses.

En una situación así el manejo de la Empresa por el empresario es comparable con el manejo de un avión en el cual están fallando los instrumentos de navegación, el accidente es inevitable, en el caso del empresario sería la pérdida de dinero y posiblemente el fracaso de la empresa.

Entonces lo mínimo que necesita el empresario será el Balance y el Estado de Pérdidas y Ganancias actualizados con datos exactos y reales, aunque más importante es que el empresario esté en capacidad de analizar los datos de su Balance y estado de Pérdidas y Ganancias estableciendo comparaciones con estados financieros anteriores y así tomar sus conclusiones.

### **2.8.2 MOTIVOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO EN LA EMPRESA**

Se puede definir dos situaciones en una empresa:

- **Que se encuentre en dificultades.**  
En este caso se recurre al diagnóstico por necesidad, para identificar la causa del problema y definir medidas que mejoren las circunstancias financieras de la empresa.

- **Que se goce de buena salud**

En este caso la solicitud del diagnóstico puede deberse a una voluntad de la Dirección, de mejorar el rendimiento de la empresa. Entendiéndose la palabra "rendimiento" dentro del campo de la gestión como el equivalente a los resultados obtenidos por la Empresa tanto a nivel general como aspectos concretos.

Estos resultados pueden ser definidos por indicadores cuantitativos y cualitativos (índice de desarrollo, rentabilidad, avance tecnológico, clima social, imagen de marca, etc.). Ya que el nivel del rendimiento es consecuencia directa de la gestión, fácilmente se puede deducir que un directivo eficaz usará el diagnóstico para medir sus logros empresariales y en su defecto tratar de mejorarlos.

Por lo tanto el diagnóstico es, desde este punto de vista, una **herramienta de la dirección**, que permitirá ayudar a comprender (el pasado y presente) y a actuar (en el presente y futuro).

El concepto de diagnóstico se inscribe dentro del proceso de gestión preventiva y estratégica. Diagnóstico es un medio de información que permite identificar un determinado grupo de variables: **De tipo externo**, que comprende la evolución del mercado, el volumen de la demanda, gusto de los consumidores, actuación de la competencia, evolución tecnológica, avance del mercado y del capital, desarrollo de políticas económicas y sociales, así como la evolución de los sistemas socio culturales

### **2.8.3 BENEFICIOS QUE SE OBTIENEN DEL SISTEMA DE DIAGNÓSTICO**

Entre los beneficios que se obtiene al aplicar un sistema de diagnóstico podemos mencionar:

- Permite evaluar proyectos de inversión de una manera nueva e innovadora, medir sus eficiencias y plantearse objetivos que conlleven a un proceso de transformación.
- Permite también ordenar la información de las empresas que puede servir como base, para preparar proyectos.
- Conocer cómo va la marcha de su negocio casi en tiempo real y poder actuar antes de que sea demasiado tarde.
- Disponer de información no sólo es importante para el mismo negocio, sino que es requisito indispensable cuando se quiere atraer a un socio financiero o vender la sociedad.

Podemos concluir que un diagnóstico es una herramienta al servicio de la voluntad de cambio y progreso, característica fundamental para una gestión eficiente y eficaz.

## **2.9 ANÁLISIS DEL RECURSO FINANCIERO**

La realización de estos análisis es una herramienta valiosa para las operaciones de una empresa, también es un aliado efectivo para las decisiones de la gerencia. Los estados financieros tienen fundamental importancia, debido a que nos dará la capacidad de tomar importantes decisiones de control, planeación y estudios de proyectos.

El **análisis financiero** es el estudio pormenorizado de todas las “cuentas” que intervienen en el movimiento económico financiero, en forma positiva o negativa de los resultados.

El análisis de los estados financieros es muy importante para el staff administrativo, ya que les servirá como punto de referencia así como comparación (benchmarking) de los resultados y rendimientos de su empresa versus otras empresas en la misma línea, para la toma de decisiones.

El análisis es **estático** cuando se refiere al período de 01 año. El análisis es **dinámico** cuando se compara con dos períodos diferentes simultáneos.

A continuación se hace mención de 2 tipos de información que se presenta a los accionistas de las empresas como reportes anuales de resultados, que son los más importantes y que comúnmente coinciden con el cierre del ejercicio fiscal.

**a. Primer tipo.** Se trata de reportes anuales presentados en 4 estados financieros básicos conocidos como:

- **Estado de Resultados.** Nos muestra si la empresa tuvo utilidades o pérdidas durante el ejercicio.
- **Balance General.** Nos muestra a la empresa como una foto la cual presenta la situación FINANCIERA o posición del activo, pasivo y capital a la fecha, es decir, las operaciones de la empresa y su posición financiera a una fecha determinada.

- **El flujo de efectivo.** Contar con excedentes de liquidez permitirá a las empresas tener un mejor desempeño y ser más agresivos en su proceso operativo.
- Cambios en el capital contable o utilidades retenidas.

**b. Segundo tipo.** El otro tipo de reporte se refiere a un tipo de **información verbal**, presentado comúnmente como una carta por el director general de la compañía a los accionistas, en la cual se describen los resultados de operación de la empresa durante el último año (ejercicio fiscal) para que de ahí se discutan nuevas estrategias a perfeccionar en el desempeño de las futuras operaciones.

Estos 2 tipos de información cuantitativa y cualitativa son igualmente importantes. Los estados financieros muestran los cambios en los activos, utilidades y dividendos en los últimos años, mientras que el reporte verbal intenta explicar el cómo y por qué ocurrieron las operaciones de la forma en la cual se dieron.

Las características principales de los Análisis Financieros se concentran en:

- **Liquidez (L):** Facilidad de conversión en dinero líquido de una forma rápida y que no ocasione ninguna merma de valor, esto es, sin incurrir en pérdidas.
- **Riesgo(r):** Posibilidad de que el emisor incumpla con lo pactado, esto es, el pago del principal y los intereses. Este riesgo no hace referencia a la pérdida de valor del activo. El riesgo dependerá, por tanto, de la solvencia del emisor y de las garantías que se incorporen al activo financiero. Hay que anotar que no se entiende por riesgo de un activo el que se deriva de las fluctuaciones de su cotización en el mercado.
- **Rentabilidad(R):** Capacidad del activo de producir intereses u otros rendimientos para el adquiriente como pago de su cesión de fondos y su asunción de riesgos. Dichos rendimientos no siempre son del mismo tipo; por ejemplo, los rendimientos de bonos u obligaciones son los intereses (renta fija), mientras que en el caso de las acciones son los dividendos y las

ganancias de capital (renta variable. Esta rentabilidad es función de la liquidez y el riesgo:

$$R = F(L, r)$$

A mayor liquidez, menor rentabilidad:  $R/L < 0$

A mayor riesgo, mayor rentabilidad:  $R/r > 0$

Como se puede observar, el número de razones financieras podrá ser ilimitado si se hicieran las relaciones que a un usuario de la información contable se le ocurrieran. Sin embargo, en la práctica sólo se utilizan algunos índices que proporcionan básicamente cinco grupos, a saber:

- Razones de liquidez.
- Razones de actividad o rotación.
- Razones de endeudamiento o apalancamiento.
- Razones de rentabilidad.

Para el presente análisis financiero se tomó en consideración los componentes de los **estados financieros estáticos y dinámicos**. Los indicadores que se presentan constituyen razones financieras resultantes de la combinación de las diferentes cuentas o partidas del Balance General y del Estado de Ganancias y Pérdidas.

La clasificación de estos ratios se presenta a continuación:

### 2.9.1 RAZÓN DE LIQUIDEZ

Esta razón permite medir la capacidad que tiene las empresas para cubrir sus obligaciones corrientes en un corto plazo. Las razones de liquidez más comunes son las siguientes:

#### 2.9.1.1 Razón Corriente

Este índice mide el resultado de la empresa para cubrir oportunamente sus compromisos de corto plazo, muestra la disponibilidad corriente de la empresa por cada sol de deuda.

$$RC = \frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

RC > 1 : Aceptables, puesto que una parte del activo corriente de las empresas está siendo financiada con capitales a largo plazo.

RC < 1 : Representa problemas de liquidez para la empresa.

Nota: Una razón demasiado alta significaría, para la gerencia de la empresa, muchos recursos inmovilizados.

#### 2.9.1.2 Razón Ácida.

Conocida también como "Prueba de fuego" o "Prueba ácida", constituye un índice más exigente para medir la liquidez de una empresa a muy corto plazo, es decir la disponibilidad de activos líquidos que tiene la empresa para hacer frente a sus pasivos más exigibles en caso de que se paralicen sus ventas en forma inmediata.

$$RA = \frac{\text{Activo Corriente} - \text{Existencias}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

Razones entre [0.5, 1.0] y [1.0, 1.5] se consideran deseables, pues significa que más de la mitad de las obligaciones corrientes están respaldadas por los activos de mayor liquidez.

### **2.9.1.3 Capital De Trabajo**

Se define como la diferencia entre el activo corriente y el pasivo corriente. No constituye una razón financiera aunque se considera como una de las herramientas más utilizadas para medir de liquidez de una organización. Muestra la cantidad de dinero de que dispone una empresa para cubrir sus gastos adicionales, una vez deducidas todas sus obligaciones corrientes.

$$\text{CT} = \text{Activo corriente} - \text{Pasivo Corriente}$$

## **2.9.2 RAZÓN DE ACTIVIDAD**

Conocidas también como razones de rotación o gestión, permite observar el manejo administrativo que da la gerencia de la organización a los activos que se le ha confiado. Estas razones muestran el grado de actividad que se logra sobre las inversiones de la empresa (utilización de sus fondos, cobranzas, créditos, inventarios y ventas) Las principales razones de actividad son las siguientes:

### **2.9.2.1 Rotación De Cuentas Por Cobrar**

Se calcula dividiendo los ingresos operacionales a crédito entre el promedio de la cuenta clientes. Permite ver el número de veces que en el año la empresa convierte sus cuentas por cobrar en efectivo o puede expresar, también en días, el período promedio de cobro.

$$\text{RCC} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Cuentas por Cobrar}}$$

$$365 \text{ días} / \text{RCC} = X \text{ días}$$

Este indicador muestra cuántas veces al año la empresa convierte en efectivo sus cobros pendientes, por tanto, valores altos del indicador significan un buen manejo de la política de cobranzas y créditos.

Una rotación de cartera lenta o un período promedio de cobro prolongado produce inmovilidad de fondos por parte de la empresa, ya que las cuentas con clientes se consideran inversiones sin rentabilidad. Una rotación de cartera alta, significa políticas de crédito rígidas, lo cual se puede traducir en desestimulo para las ventas.

Nota: compararlo con el tiempo que se demora en cobrar con el tiempo que se demora en pagar. Si cobra en menor tiempo en el que paga entonces significa que está logrando financiación adicional.

### **2.9.2.2 Rotación De Mercadería**

Se calcula dividiendo el costo de ventas entre el inventario promedio de mercaderías. Este índice muestra el número de veces que rotan las existencias en un período determinado, dicho de otra manera, cuanto tiempo permanece la mercadería en la empresa.

$$RM = \frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Existencias}} \text{ (Veces por año)}$$

$$365/RM = X \text{ días}$$

Para las empresas comerciales es aconsejable procurar una mayor rotación de sus mercaderías, con el fin de convertirlas más rápidamente en efectivo y estar en disponibilidad de adquirir nuevos lotes. Otros índices de inventarios serían:

$$\text{Rotación De Materias Primas} = \frac{\text{Costo de materia prima}}{\text{Inv. Promedio de materia prima}}$$

$$\text{Rotación De Productos En Proceso} = \frac{\text{Costo de producto terminados}}{\text{Inv promedio de productos terminados}}$$

Para logra una adecuada rotación en cada una de las cuentas de inventario y disminuir períodos de inmovilidad, es necesario que la gerencia implante métodos eficientes de administración de inventarios, diseñe formas más efectivas de producción, establezca criterios de saldos máximos y mínimos y determine óptimos de pedidos.

### **2.9.2.3 Rotación De Activos Totales**

Llamado también Rotación de inversión, se calcula dividiendo los ingresos operacionales de un período por el total de activos al final del mismo.

$$\text{RAT} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activo Total}} \text{ (Veces)}$$

Este índice mide el número de veces que los ingresos operacionales cubren a los activos totales de la empresa. Su utilidad radica en el control que se puede ejercer sobre los activos y en la posibilidad de su comparación con otras empresas del sector.

### **2.9.3 RAZONES DE ENDEUDAMIENTO**

Conocida también con el nombre de razones de apalancamiento o razones de solvencia, miden la dependencia de la empresa de sus acreedores externos y permiten conocer su forma de financiación, así como la clasificación de la deuda. Las razones de endeudamiento más utilizadas son las siguientes:

### **2.9.3.1 Razón De Deuda.**

Se calcula dividiendo el total de pasivos de la empresa a una fecha entre el total de activos.

$$\text{RD} = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}} \times 100\%$$

Esto significa que el X% de sus activos totales ha sido financiado externamente, dicho de otra forma, si los acreedores de la empresa muestra una razón de deuda relativamente moderada (menor de 50%) sobre sus activos permitirá acceso al crédito.

Endeudamiento del 70%, al 80% significa que ese porcentaje es financiado por capitales de terceros pero estos índices altos son comunes en nuestro medio. Por la limitación externa en los capitales privados, las empresas deben recurrir a financiación externa para poder operar, es decir, deben hacer uso del apalancamiento financiero para desarrollar sus actividades.

### **2.9.3.2 Razón De Patrimonio A Activo**

Se calcula dividiendo el total de patrimonio entre los activos de la empresa.

$$\text{RPA} = \frac{\text{Total de patrimonio}}{\text{Activos totales}} \times 100\%$$

Esta razón muestra el porcentaje de financiación de los activos con recursos de la misma empresa. Como se puede observar, la razón de patrimonio a activo de la misma empresa, es el complemento de la razón de deuda (capital propio para financiar sus activos)

### **2.9.3.3 Razón De Composición De La Deuda**

Se calcula dividiendo los pasivos corrientes entre el total de pasivos.

$$\text{RCD} = \frac{\text{Pasivos corrientes}}{\text{Pasivos totales}} \times 100 \%$$

Este índice muestra, como su nombre lo indica, la composición de la deuda de la empresa. Del total la de deuda, en el año x el x%(anteriormente calculado) requiere ser cubierta en un período menor de un año y el restante (100 – RCD) % en un período mayor.

Se considera saludable, en términos generales, que los activos corrientes se financien con pasivos corrientes, y los activos no corrientes se financien con deuda no corriente y patrimonio.

## **2.9.4 RAZONES DE RENTABILIDAD**

Estas razones, consideradas como las más importantes para los usuarios de la información financiera, miden la capacidad desarrolladas por la empresa para producir ganancias. Determinan el éxito o fracaso de la gerencia en el manejo de sus recursos físicos, humanos y financieros. Las principales razones de rentabilidad son las siguientes:

### **2.9.4.1 Rentabilidad Sobre Los Ingresos.**

Este índice nos muestra cual ha sido la rentabilidad que la empresa ha obtenido durante un período determinado. Se calcula dividiendo la utilidad entre las ventas netas de un mismo período.

$$\text{RSI} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ventas netas}} \times 100\%$$

Significa que por cada sol de ingreso a la empresa en un año le quedan, después de impuestos, "x" céntimos de rentabilidad

La rentabilidad sobre ingresos es considerada como la primera fuente de rentabilidad de una organización. Si las ventas o los ingresos por servicios no producen a la empresa rendimientos adecuados, su desarrollo y subsistencia se ven amenazados.

Esta razón mide la efectividad de la gerencia de ventas ya que muestra su capacidad para hacer cumplir la misión de la empresa. Si a los ingresos operacionales se les compara con el motor de una máquina, se dice que la rentabilidad sobre ingresos es la medida de eficiencia de ese motor.

#### **2.9.4.2 Rentabilidad Sobre Activos.**

Conocida también con el nombre de rentabilidad económica, se calcula dividiendo la utilidad neta sobre el total de activos.

$$\text{RSA} = \frac{\text{Utilidad neta} \times 100}{\text{Total de activos}}$$

(Rentabilidad económica en porcentaje después de impuestos)

En aquellas empresas cuya rentabilidad es baja, para lograr una rentabilidad económica aceptable se requiere rotar sus existencias más rápidamente.

Lo mismo sucede en aquellas empresas cuyas existencias rotan poco, para lograr una rentabilidad económica adecuada se necesita que sus ingresos proporcionen una alta rentabilidad.

### **2.9.4.3 Rentabilidad Sobre Patrimonio.**

Conocida también como rentabilidad financiera, se calcula dividiendo la utilidad neta del período por el total de patrimonio de la empresa.

$$\text{RSP} = \frac{\text{Utilidad neta} \times 100}{\text{Patrimonio total}}$$

(% de rentabilidad depuse de impuestos sobre su patrimonio)

Esta razón es observada muy de cerca por los inversionistas actuales y potenciales de la empresa, porque para poder mantener la inversión o decidirse a invertir, se requiere una adecuada rentabilidad financiera.

## **2.10 ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN**

### **2.10.1 ORGANIZACIÓN**

La base legal que rige la organización está dada por los Artículos correspondientes del Código Civil Vigente.

A la representación gráfica que nos muestra los órganos que la componen y las **relaciones** que existen entre los diferentes órganos de una organización, se le llama ORGANIGRAMA.

Los órganos y relaciones conforman lo que se conoce como ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.

Los indicadores nos mostrarán si el cliente cuenta con una adecuada organización o no, se los establecerán a través de las siguientes preguntas:

- Su empresa cuenta con un organigrama establecido.
- El organigrama actual permite una comunicación entre todos los órganos de éste.
- Qué tipo de comunicación permite el organigrama actual.
- La empresa cuenta con un manual de organización y funciones documentado
- Existe algún plan a corto plazo para establecer el manual de organización y funciones para su empresa.
- El recurso humano que labora en su empresa conoce el MOF

### **2.10.2 DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

La dirección es una actividad que consiste en lograr que se realicen las tareas para alcanzar los objetivos y metas propuestas, mediante la organización formada por todos los trabajadores.

### **2.10.2.1 Visión.**

La visión es la forma como el empresario visualiza a su empresa en el futuro, una visión muestra hacia donde se quiere ir y como seremos cuando estemos ahí.

“La visión sirve para orientar a las personas sobre el futuro de la empresa y es el principal medio para asumir el liderazgo en una actividad económica”

Para analizar la visión se debe tener en cuenta las siguientes variables:

- La visión es apoyada y compartida por el recurso humano de la empresa.
- Refleja una imagen del futuro inspiradora pero alcanzable.
- Es amplia pero concreta.
- Es positiva y alentadora.
- Es entendible por los clientes y por el recurso humano de la empresa.

### **2.10.2.2 Misión.**

La misión representa la razón fundamental para la existencia de la empresa. Normalmente responde a la pregunta ¿para qué existe esta empresa?

“La misión orienta sobre la actividad de la empresa, su razón de ser”.

La misión debe contener tres elementos fundamentales:

- A qué actividad se dedica la empresa.
- Cómo se lleva a cabo dicha actividad, y;
- Para qué se hace.

Además debe ser:

- Concisa, simple, clara, directa, que motive a las personas.
- Atender los requerimientos de los principales agentes de la organización: Clientes, recurso humano, accionistas y la sociedad.
- Debe orientar hacia el interior de la empresa, pero reconociendo su entorno.

#### **2.10.2.3 Valores.**

Los valores son el conjunto de creencias básicas que dan un sentido noble y ético a nuestra actividad laboral. Son elementos generadores de una cultura organizacional.

Los valores constituyen auténticas reglas de conducta y deben ser profundamente respetados, divulgados y practicados en la vida cotidiana.

Todas las decisiones de negocios se basan en valores; de hecho, todas las decisiones organizacionales tienen como fundamento los valores. La búsqueda de valores involucra un examen profundo de los siguientes 5 elementos:

- Los valores personales del recurso humano de la empresa.
- Los valores de la empresa como un todo.
- La filosofía operativa de la empresa.
- La cultura de la empresa.
- Los grupos de interés de la empresa.

**CAPITULO III  
DESARROLLO**

### **3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Las decisiones cruciales en relación con qué examinar y a quien preguntar u observar se basa en un enfoque estructural llamado muestreo. En él se seleccionarán sistemáticamente los elementos representativos de una población como reportes, formas y demás documentos de salida, así como a las personas afectadas directamente

#### **3.1.1 POBLACIÓN**

Nuestras unidades de análisis son todos los Proyectos de Inversión de nuestros clientes que tienen relación financiera con la Entidad. Para el presente estudio, nos dirigiremos a las fuentes de datos que se disponen en formato digital y en papel.

#### **3.1.2 UNIDAD DE ANÁLISIS**

La muestra será igual a todos los clientes de los cuales se tenga un registro histórico ya sea en formato digital o en papel que nos permitan analizar su información de balances y estados financieros en el pasado.

### **3.1.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.1.3.1 Técnicas**

**Recopilación O Acopio De Datos:** Se realizó en base a la revisión de bibliografía (fichaje), entrevistas, Internet y observación al objeto de estudio.

**Proceso De Datos:** Después de recolectar la información procedimos a la clasificación, codificación y procesamiento de datos en forma manual y utilizando paquetes de software (Word, Excel).

**Análisis E Interpretación De Resultados:** La información procesada fue interpretada y analizada haciendo uso de cuadros y gráficos.

### **3.1.3.2 Instrumentos**

**Fichaje:** Se utilizarán fichas bibliográficas y textuales con la finalidad de codificar, registrar y recopilar la información que servirán como fuente de referencia.

**Observación:** Nos permitirá recopilar la información sobre determinados comportamientos y características de la investigación.

**Entrevista:** Se utilizará para obtener información de fuentes primarias involucradas en el trabajo de investigación.

**Fuentes Secundarias:** Libros, revista, diarios, guías, Internet y otros.

## **3.2 ANÁLISIS DEL PROYECTO DE SOFTWARE**

### **3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO**

Después de haber aplicado una encuesta a las personas que trabajen en la entidad, se pudo recopilar las siguientes necesidades:

- Aprender el proceso de la toma de decisiones para la evaluación de proyectos de inversión.
- Aprender hacer uso de los índices para tomar decisiones.
- Contar y manejar información financiera para aumentar su competitividad y mejorar su gestión financiera.

- Contar con información de productividad, comercialización y distribución que permitan formular planes de acción.
- Contar con información de los procesos, infraestructura, investigación y sistemas de información.
- Contar con información de la organización y dirección de los clientes.

Luego de lo expresado por los involucrados, se concluyó que el estudio a realizar se orienta a un sistema de evaluación y clasificación de Proyectos de Inversión usando técnicas de Redes Neuronales Artificiales que de soporte a la toma de decisiones, el cual permita contar con información oportuna y verás de gestión empresarial y además brindar herramientas que permitan poder analizar esta información, descubriendo parámetros difíciles de localizar con herramientas tradicionales.

### 3.2.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Para los proyectos de sistemas, la *factibilidad* es valorada en tres formas principales: económica, técnica y operacional. Un proyecto debe ser factible en las tres formas para merecer su desarrollo.

#### 3.2.2.1 Viabilidad Económica

Para determinar la viabilidad económica del proyecto, necesitamos determinar los beneficios y costos, tanto para el desarrollador del sistema y para el usuario, que acarreará el proyecto de software.

Se considera que el gasto en cuanto a la adquisición del software, por parte del usuario, es factible ya que será un único gasto, el cual será una inversión más que un gasto propiamente dicho.

En lo referido a materiales y demás gastos generados en el desarrollo del software se considera el siguiente presupuesto:

RUBRO	TOTAL S/.	TOTAL \$
Servicios Profesionales	3840.00	1476.92
Utilización de Hardware	719.90	276.88
Utilización de Software	717.96	276.13
Recursos Diversos	494.10	190.04
Servicios Diversos	808.00	310.76
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 6579.96</b>	<b>\$ 2530.73</b>

**Tabla 3 RESUMEN DE GASTOS  
(Dólar, tipo de cambio: S/.2.60)**

Los beneficios económicos que la entidad obtendrá por el uso de este sistema de información son difíciles de medir pero son importantes, ya que incluirá la mejora en la toma de decisiones en

la evaluación y clasificación de proyectos. Esto traerá como consecuencia un incremento en su producción y por ende aumentará sus ingresos económicos.

### **3.2.2.2 Beneficios**

#### **Para el Usuario: Tangibles**

- Aumento en la producción.
- Aumento de las colocaciones de créditos.
- Aumento en el rendimiento del personal.
- Contar con una buena organización de la información.
- Aumentar el desarrollo de la gestión de la información de los clientes.
- Contar con un diagnóstico interno de los proyectos.

#### ***Intangibles:***

- Aprender el proceso de la toma de decisiones usando técnicas de inteligencia artificial.
- Contar con información oportuna y veraz que va a permitir tomar una buena decisión en la evaluación de proyectos de inversión.
- Facilidad de consultas: índices financieros, de producción, etc.
- Facilidad de contar con reportes de gestión empresarial.
- Aprender a utilizar índices financieros, de producción, entre otros.

**Para el Desarrollador del Sistema: Tangibles**

- Obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

***Intangibles:***

- Adquirir experiencia en el campo de la Inteligencia artificial en especial en el área de desarrollo Redes Neuronales artificiales.
- Adquirir experiencia en el campo de Finanzas en especial en lo que respecta a la evaluación y clasificación de proyectos de Inversión de Cajamarca, en especial en el sector Financiero.
- Adquirir mayor experiencia en desarrollar software.
- Satisfacción del cumplimiento del proyecto emprendido.

**3.2.2.3 Costos**

**Para el Usuario: Tangibles**

- Adquirir el Software.

***Intangibles***

- Tener que ser capacitado en el uso del sistema.

### **Para el Desarrollador del Sistema: Tangibles**

- Alquiler de los equipos y herramientas necesarias para el desarrollo del sistema (hardware y software).
- Tiempo
- Gastos en recursos y servicios diversos.

### ***Intangibles:***

- Oportunidad de desarrollar otros sistemas transaccionales.

Teniendo en cuenta los beneficios económicos tanto tangibles como intangibles que la aplicación del software generará al usuario como al desarrollador, la viabilidad económica está comprobada.

### **3.2.2.4 Viabilidad Legal**

La presente tesis pretende mantenerse dentro del marco legal establecido tanto a nivel mundial como también en el Perú.

La aplicación a desarrollar será de uso interno en la entidad. El Estado protege jurídicamente la teleinformática, por tanto está sujeta a leyes que respaldan la seguridad e integridad de los datos informáticos, personales, Base de Datos y operaciones electrónicas.

Existen sanciones por piratería del software establecido en el ámbito civil, en la ley 13714, en su artículo 129, entre las cuales está la ***incautación, multa y subsanación de omisiones***.

En el artículo 23, de la misma ley, menciona que la protección de los derechos de autor al software “se extiende tanto a los programas operativos como a los programas aplicativos, ya sea en firma de código fuente o código objeto”, además precisa que el ámbito de protección de los derechos de autor incluye las creaciones intelectuales de software a medida, contribuyendo así la certeza e identificación de las obras protegidas en la actividad informática.

El software es un bien inmaterial tridimensional, en efecto las dimensiones de este son:

- La forma de presentación literal o gráfica de sus componentes en sí,
- El contenido: las ideas, conceptos, etc., y
- Las aplicaciones o potencialidades de aplicación

Cabe mencionar que los derechos de autor protegen **la forma de expresión** literal o gráfica **mas no la idea** o contenido de lo que esta expresado.

### **3.2.2.5 Viabilidad Técnica**

Técnicamente el Sistema a desarrollar es viable por cuanto los requerimientos de hardware y software están disponibles en el mercado.

En cuanto a las habilidades y requerimientos tenemos las siguientes:

- **Habilidades requeridas del desarrollador del Sistema de Información:**

- Tener la capacidad así como el entendimiento en desarrollo de proyectos de Inteligencia artificial, especialmente en el área de desarrollo de Redes Neuronales Artificiales
- Tener un completo conocimiento de los requerimientos de información, en Evaluación y Clasificación de Proyectos de Inversión para la evaluación de créditos e entidades financieras.
- Conocer los diferentes paquetes que se utilizarán para el desarrollo del sistema.

- **Requerimiento para el desarrollo del Sistema**

- **Requerimiento de hardware**

- 01 Computador Compatible
      - Placa Madre Pentium II/ III
      - Cache L2 pipeline burst de 512 KB.
      - Memoria SDRAM 128 MB DIMM 168 PIN.
      - Memoria gráfica de 08 MB AGP.
      - Disco duro 10 GB.
      - Monitor 15"
      - Lectora de CD: 52X
      - FDD 3.5" 1.44
      - Estabilizador
    - 01 Scanner
    - 01 Impresora

- **Requerimiento de software**

- Windows 98
    - Office 2000/XP (Microsoft Word, Excel, Access)

- Rational Rose Enterprise
- Visual Basic 6.0
- Internet Explorer 5.0

- **Requerimiento para el funcionamiento del Sistema**

- **Requerimiento de hardware**

- 01 Computador Compatible
- Procesador: PENTIUM III 1Ghz
- Memoria: RAM 384 Mb EDO. CACHE 512Kb Pipeline
- Video: 02Mb DRAM 9685 Trident exp 4Mb
- Lectora de CD: 52X
- HDD: 6.4 Gb Quantum fireball 3.5"
- Monitor: 15" SVGA color.28 Samsung 400b Digital NE
- Puertos: 01 paralelo, 02 seriales, 01 para teclado
- Teclado: 104 teclas Win98
- Case Minitorre: 250W de poder
- Mouse
- Ventilador para procesador
- Estabilizador 1000W

- **Requerimiento de software**

- Windows 95/98/XP
- Office 97/200/XP (Microsoft Word, Access)
- Visual Basic 6.0
- Internet Explorer 5.0
- Visual Basic 6.0

### **3.2.2.6 Viabilidad Operativa**

Teniendo en cuenta la necesidad actual de la Entidad de contar con información oportuna y veraz para poder tomar una buena decisión, la utilización del sistema a desarrollar está garantizada.

Para asegurar un adecuado uso del sistema de información será necesario realizar pruebas con algunos usuarios finales.

### **3.2.3 DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

La alternativa que se tomó en cuanto al software a utilizar fue el lenguaje de programación **Visual Basic**; en una primera etapa se usó el **Microsoft Excel** para el análisis de los datos ya que las potencialidades que presenta son suficientes para el trabajo a realizar teniendo en cuenta los recursos existentes. En la segunda etapa se utilizó el lenguaje de programación visual **Basic 6.0** junto con el manejador de base de datos de **Access**. También se consideró la experiencia y familiaridad con este lenguaje de programación, ya que el desarrollo de la tesis se retrasaría hasta adquirir nuevos conocimientos en otros lenguajes.

También se utilizó el **Rational Rose Enterprise**, como herramienta de análisis, modelado y diseño, ya que permite que la transición entre el planteo y programación se acorte debido a un mejor entendimiento entre el diseño y la implementación, además es completamente compatible con cualquier otro software, entre ellos el **Visual Basic**.

Los sistemas operativos, **Windows 98**, **Windows NT**, **Windows 2000**, etc. podrían ser utilizados, la elección que se realizó fue el **Windows 98** por ser el más estándar en la actualidad, además de su eficiencia y es el que más se ajusta a las necesidades del Sistema.

### **3.2.4 DEFINICIÓN DEL SISTEMA**

Por la naturaleza del sistema y el tipo de información que manejará, se cree conveniente llamarlo: “EVALUACIÓN Y CLASIFICACION DE PROYECTOS DE INVERSIÓN USANDO TÉCNICAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES”, en esta tesis se estudiará proyectos de inversión presentados a entidades financieras y afines para que sean evaluadas y clasificadas según su riesgo

El sistema permitirá consultar información referente a:

- Recurso humano.
- Organización.
- Finanzas.

### **3.2.5 SEGURIDAD**

Los datos constituyen un activo muy valioso y su seguridad debe ser una de las prioridades de toda institución.

Se ha considerado tres tipos de seguridad: Física, lógica y de comportamiento.

#### **3.2.5.1 Seguridad Física.**

Esta referida a seguridad de las instalaciones de computación, equipos y software por medios físicos. Esto incluye control de acceso a recursos físicos como disquetes, puertos de comunicaciones y de impresora.

#### **3.2.5.2 Seguridad Lógica.**

Esta referida a los controles lógicos dentro del mismo software. Los controles lógicos usados son las contraseñas. La integridad lógica involucra la integridad, identificación y autorización. Son acciones de

seguridad lógica tomadas: Perfiles de acceso por usuarios, identificación y autenticación de usuarios, auditoría y registro de actividades.

- **Integridad.** Dentro del contexto de los controles de seguridad, la integración es básicamente el aseguramiento que el sistema sea funcionalmente correcto. La ausencia de integridad hace que la implementación de la identificación y autorización sea ineficaz.
- **Identificación Del Usuario:** El sistema será capaz de distinguir entre usuarios a los que se les permita el acceso y aquellos a los que no. Sobre la base del nivel de seguridad requerido, el usuario deberá identificarse de manera que el derecho de utilizar el sistema pueda verificarse y pueda hacerse responsable al usuario.

### **3.2.5.3 Seguridad De Comportamiento.**

Las políticas referentes a la seguridad deben ser escritas, distribuidas y actualizadas para que el personal este consiente de las responsabilidades y expectativas

Los **riesgos** existentes que puedan causar una pérdida de datos, archivos, registros, capacidad de operación, etc. pueden ser:

- Una **mala operación** del sistema puede ser causante de una pérdida de datos, la cual se puede contra restar capacitando al personal que usará el sistema.
- **Sabotaje** por personas mal intencionadas, causando daños en el sistema.

- **Las fallas en la programación**, por lo cual se debe realizar una minuciosa prueba antes de que el sistema se entregue al usuario final.
- **Las fallas en el equipo**, por lo cual estos deben estar en constante mantenimiento tanto correctivo como preventivo.
- **Hechos fortuitos**, como terremotos, fuego, etc.

#### **3.2.5.4 Plan De Contingencias.**

Existen situaciones de emergencia que en muchas oportunidades no se puede evitar, es por ello que se debe estar preparado para estas situaciones con el fin de que el impacto causado sea disminuido, es por ello que es necesario tener a todo el personal capacitado en lo referente a cómo evitar desastres y cómo actuar frente a ellos

A continuación se describen algunas acciones necesarias referentes a la seguridad:

- Establecer un reglamento y sanciones en caso de violaciones de seguridad así como en negligencia.
- Identificación del usuario.
- Claves de acceso (al sistema, a la Base de Datos, etc.)
- Prevención de desastres:
  - No conectar muchos equipos eléctricos a un solo toma corrientes.
  - Revisión permanente de las instalaciones eléctricas y sanitarias.
  - Desconectar los equipos que no se van a utilizar durante algunas horas.
  - Señales de seguridad como no fumar, señalización de zonas de seguridad, salidas, etc.
  - Restricción de acceso a los sistemas.

- Capacitación permanente al personal.
- Contar con un respaldo físico de la data y tenerlo en diferentes ubicaciones.
  
- Tener la póliza de seguros actualizada de las computadoras (hardware y software)
- Coordinar con los proveedores las acciones a tomar en caso de emergencia.
- Después del desastre proceder a la recuperación de la información en base a las copias de seguridad guardadas.
- No originar riesgos innecesarios por falta de entendimiento, se debe solicitar ayuda a una persona del área de sistemas.

### **3.3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE SOFTWARE**

#### **3.3.1 ALCANCE DEL SISTEMA**

En la planificación del proyecto de software, para determinar su alcance, es necesario evaluar la función y rendimiento a la vez ya que están íntimamente ligados, por lo tanto se desarrollara un sistema de información que garantice un rendimiento óptimo en:

##### **3.3.2.1 Funciones**

- Permitir el registro de datos de clientes
- Permitir el registro de datos del análisis cualitativo de clientes.
- Permitir el registro de datos del análisis financiero de clientes.
- Utilizar técnicas de redes neuronales artificiales para la evaluación de Proyectos de inversión
- Utilizar técnicas de redes neuronales artificiales para la clasificación de Proyectos de inversión.
- Elaborar reportes sobre la situación financiera.

- Elaborar reportes del recurso humano
- Elaborar reportes del análisis de la producción y comercialización.
- Elaborar reportes de la situación organizativa y directiva.

### **3.2.5.2 Objetivos**

#### **a. OBJETIVO GENERAL**

Determinar en qué medida las Redes Neuronales Artificiales influyen en la evaluación de los Proyectos de Inversión Privados en Cajamarca en el 2012.

#### **b. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar los métodos de evaluación de proyectos de inversión privados en la ciudad de Cajamarca desde el año 2008 al 2012
- Elaborar un sistema de evaluación de proyecto de inversión privado utilizando redes artificiales neuronales.
- Evaluar la eficiencia de la red neural artificial para la evaluación de proyectos privados respecto a los otros métodos de evaluación de proyectos de inversión privados en la ciudad de Cajamarca en el año 2008 al 2012
- Proponer la implementación del uso de Redes Neuronales Artificiales por parte de las entidades financieras de la Región Cajamarca..

### **3.2.5.3 Rendimiento**

Para obtener un adecuado rendimiento del sistema a desarrollar, se debe tener los siguientes **requerimientos mínimos**:

- 01 computadora con procesador Pentium III de 500mhz, 128 MB de memoria RAM, disco duro de 30 GB de

capacidad, teclados español 102 teclas, floppy drive 1.44 Mb. Monitor SVG.

- Impresora Matricial Epson LX-300.

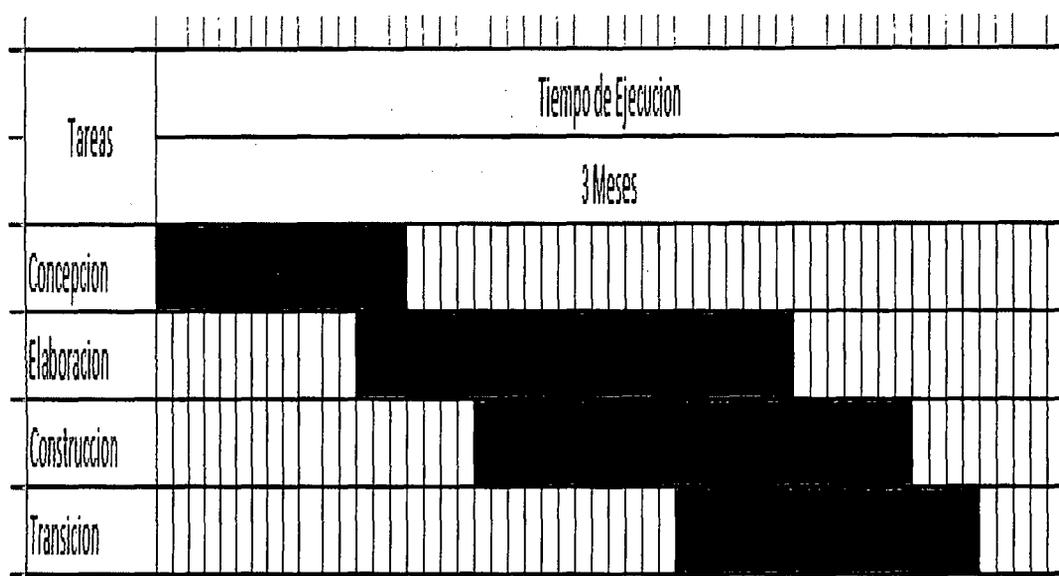
Para obtener un rendimiento **óptimo** del sistema, se debe contar con los siguientes requerimientos.

- 01 computadora con procesador Pentium IV de 2 GHz, 254 MB de memoria RAM, disco duro de 40 GB de capacidad, teclados español 102 teclas, floppy drive 1.44 Mb. Monitor SVGA.(o superiores)
- Impresora láser Jet 1100A.

## AGENDA DE TRABAJO

### DIAGRAMA DE GANNT

Tareas



**Figura 34: Agenda de trabajo la tesis**

### LEYENDA:

TAREAS	TIEMPO (Semanas)
<b>A. Concepción</b>	<b>5</b>
Requerimientos generales del proyecto.	1.5
Características principales.	1.5
Modelo inicial de casos de uso (10% a 20% listos)	2
<b>B. Elaboración</b>	<b>6</b>
Modelo de caso de uso (80% completos) con descripción detallada.	2
Descripción de la arquitectura del software.	2
Un prototipo ejecutable de la arquitectura.	2
<b>C. Construcción</b>	<b>3</b>

Producto de software integrado y corriendo en la plataforma adecuada.	2
Manuales de usuario.	1
<b>D. Transición</b>	<b>2</b>
Pruebas para validar el producto con las expectativas del usuario final.	2

Tabla 4: Leyenda de Agenda de Trabajo de Tesis

### 3.2.5.4 ASIGNACIÓN DE RECURSOS

#### Recurso Humano

- **Tarea a desarrollar:** Recopilar los documentos de análisis  
**Descripción:** Son la documentación que aporta el cliente que encarga la aplicación. También es la documentación elaborada de forma informal en reuniones de trabajo para entender las solicitudes del cliente.  
**Habilidades:** Ser capaz de recopilar toda información que pueda ser útil para el desarrollo del software.  
**Responsabilidad:** Entregar los documentos debidamente clasificados para ser procesados.
- **Tarea a desarrollar:** Especificación de Requisitos o Requerimientos  
**Descripción:**
  - Es la especificación más técnica y elaborada de los documentos de análisis
  - Es importante codificar los requisitos para poder seguirlos a lo largo del proceso de construcción del software**Habilidades:** debe tener un amplio poder de percepción para poder captar y entender los requerimientos del usuario  
**Responsabilidad:** Entregar los requerimientos de los usuarios debidamente establecidos.
- **Tarea a desarrollar:** Elaborar diagramas de Casos de Uso

**Descripción:**

- Es un diagrama que muestra sistemas, casos de uso y actores
- Es una documentación que describe cada caso de uso, cada sistema y cada actor
- Es importante codificar cada caso de uso
- Los casos de uso sólo muestran aspectos muy generales

**Habilidades:** Debe ser capaz de conceptuar la forma en que los datos fluyen, conocer las necesidades de información para poder ofrecer información procesada como salida.

**Responsabilidad:** Entregar el diagrama de Casos de Uso en el plazo establecido.

- **Tarea a desarrollar:** Elaborar diagramas de escenarios y sub-escenarios

**Descripción:**

- A cada caso de uso le corresponden varios escenarios donde se pueden mostrar los detalles
- Cada escenario puede dividirse en sub-escenarios para bajar más el nivel de detalle
- Los escenarios se codifican siguiendo los valores de los casos de uso

**Habilidades:** Conceptuar a detalle como fluye la información y cuáles son las transformaciones que esta sufre para generar otro tipo de información útil al empresario.

**Responsabilidad:** Entregar en el plazo establecido los diagramas de escenarios y sub-escenarios.

- **Tarea a desarrollar:** Elaborar diagramas de Secuencia

**Descripción:**

- Se corresponden con los escenarios y sub-escenarios pero con mucho más detalle
- Siguen la misma codificación que los escenarios y sub-escenarios
- Algunos diagramas de secuencia pueden refinarse más en la fase de diseño detallado

**Habilidades:** Conceptuar a detalle como fluye la información y cuáles son las transformaciones que esta sufre para generar otro tipo de información útil al empresario.

**Responsabilidad:** Entregar el diagrama de secuencia en el plazo establecido.

- **Tarea a desarrollar:** Elaborar diccionario de datos

**Descripción:**

– Es un listado organizado de todos los casos de uso, con definición precisa y rigurosa que permite al usuario comprender al sistema.

**Habilidades:** Catalogar diferentes términos que se refieran al mismo concepto del datos, además debe tener facilidad para expresar de forma escrita la labor que cumple cada uno de los elementos del diagrama de caso de usos.

**Responsabilidad:** Al final del plazo se deberá entregar la documentación del diccionario de datos.

- **Tarea a desarrollar:** Diagramas de Colaboración

**Descripción:**

– Permiten profundizar en el nivel de detalle en los diagramas de Secuencia

– Expresan las colaboraciones de los objetos en tiempo de ejecución

**Habilidades:** Saber especificar los papeles (roles) del diagrama de clases, indicando también las claves y restricciones del diagrama de clases en el diagrama de objetos

**Responsabilidad:** Entregar el diagrama de colaboración en el plazo especificado.

- **Tarea a desarrollar:** Diagramas de clases (estáticos)

**Descripción:**

– Estos diagramas son los más importantes del diseño orientado a objetos, son la piedra angular de nuestro diseño.

– Contienen toda la información de todas las clases y sus relaciones con otras clases

- Aunque son los más importantes no se llega a ellos directamente dado que tienen un gran nivel de abstracción dado que contemplan el modelo globalmente sin particularizarse en ningún escenario concreto
- Cuando se construyen los diagramas anteriores (Casos de uso, Secuencia, Colaboración) las herramientas van obteniendo nombres de clase y generando los atributos y operaciones de cada clase siguiendo las indicaciones dadas por las especificaciones de requisitos en los casos de uso y escenarios

**Habilidades:** Saber especificar los papeles (roles) del diagrama de clases, indicando también las claves y restricciones del diagrama de clases en el diagrama de objetos

**Responsabilidad:** Tener el diagrama de clases debidamente diseñado para poder implementarlo en una base de datos.

- **Tarea a desarrollar:** Diagramas de Actividad

**Descripción:**

- Los Diagramas de Actividad representan como se dirigen los flujos de los procesos internos (en oposición a los eventos externos)
- Los Diagramas de Actividad se utilizan en situaciones donde todos o la mayoría de los eventos representan la totalidad de acciones generadas internamente (es decir procedimientos de control de flujo)

**Habilidades:** Saber representar como fluye la información en los procesos en la mayoría de acciones generadas internamente.

**Responsabilidad:** Entregar el diagrama de Actividad en el plazo establecido.

- **Tarea a desarrollar:** Diagramas de Estados

**Descripción**

- Los diagramas de estados muestran la secuencia de estados por los que pasa un objeto durante su vida y que se corresponden con los estímulos recibidos, junto con sus respuestas y acciones
- Cada diagrama de estados se corresponde con una clase o con un método

**Habilidades:** Saber mostrar la secuencia de estados por los que pasa un objeto durante su vida.

**Responsabilidad:** Realizar el diagrama de estados en el plazo establecido.

- **Tarea a desarrollar:** Codificación del sistema

**Descripción:** Consiste en realizar el programa traduciendo las representaciones del software a una forma que pueda ser comprendida por la computadora, que permitirá el funcionamiento del sistema trasladando los algoritmos hechos a un lenguaje de programación.

**Habilidades:** Tener amplio dominio en un lenguaje de programación para traducir los algoritmos realizados en etapas anteriores.

**Responsabilidad:** Documentación interno del código del software.

- **Tarea a desarrollar:** Prueba del sistema

**Descripción:** La prueba del sistema representa una revisión final de las especificaciones del diseño y la codificación que permita la ubicación de errores antes no descubiertos.

**Habilidades:** Crear una serie de pruebas que intenten "demoler " el sistema que ha sido construido. Habilidad de detectar errores antes no descubiertos a través de la comprobación con datos reales, para una posterior corrección del software.

**Responsabilidad:** Obtener un sistema que funcione correctamente y que satisfaga al cliente.

### **3.2.5.5 Recurso hardware**

- 01 Computador Compatible
  - Procesador: PENTIUM III 1Ghz Intel
  - Memoria: RAM 384 Mb EDO. CACHE 512Kb Pipeline
  - Video: 02Mb DRAM 9685 Trident exp 4Mb
  - FDD: 3.5" 1.44
  - HDD: 6.4 Gb Quantum fireball 3.5"
  - Monitor: 15" SVGA color.28 Samsung 400b Digital NE
  - Puertos: 01 paralelo, 02 seriales, 01 para teclado
  - Teclado: 104 teclas Win95
  - Case Minitorre: 250W de poder
  - Mouse
  - Ventilador para procesador
  - Estabilizador 1000W
- Impresora laser jet 1100A/ canon 2100
- ESCÁNER

### **3.2.5.6 Recurso Software**

- Tipo de software : Sistema operativo  
Tarea a desarrollar : durante todo el proyecto.  
Asignación : Windows 98  
Tiempo de requerimiento: 3 meses
- Tipo de software : Procesador de texto  
Tarea a desarrollar : Toda la documentación del proyecto.  
Asignación : Microsoft Word (Office 2000/XP)  
Tiempo de requerimiento: 3 meses
- Tipo de software : Herramienta de programación.  
Tarea a desarrollar : Codificación y prueba del sistema.  
Asignación : Rational Rose Enterprise,  
Visual Basic 6.0, Power Builder 8.0, Internet explorer 5.0,  
Tiempo de requerimiento: 3 meses

- Tipo de software : Manejador de Base de datos  
Tarea a desarrollar : Almacenar la base de datos del sistema. Codificación y prueba.  
Asignación : SQL Anywere  
Tiempo de requerimiento: 3 meses

### 3.3.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS

#### 3.3.2.1 Costo por Servicios Profesionales

RUBRO	UNIDAD
Disponibilidad de personal	1 Persona
Duración de desarrollo de la tesis	3 meses
Número de horas trabajadas semanalmente	40 H.
Costo por hora de trabajo	S/. 6
<b>TOTAL</b>	<b>3840.00</b>

Tabla 5: Costo por Servicios Profesionales

#### 3.3.2.2 Costo por Utilización de Hardware

HARDWARE	HORA S UTILIZ	COSTO ALQUILER POR HORA	CANTIDA D	TOTALES S/.
Computadoras: Pentium III	676	S/. 1.00	1	676.00
Impresora	1	S/. 8.00	1	8.00
Insumos Impresora	-	-	1 tóner	35.90
<b>TOTAL</b>	-	-	-	<b>S/. 719.90</b>

Tabla 6: Costo por Utilización de Hardware

### 3.3.2.3 Costo por Utilización de Software

La estimación de costos se realizará para el software que se adquirirá para el desarrollo del sistema de diagnóstico en todas sus etapas. Cabe mencionar que parte del software como Macromedia dreamweaver, Rational Rose e Internet Explorer, se obtendrá de Internet sin costo alguno.

SOFTWARE	COSTO INICIAL (\$)	COSTO DEPREC. MENSUAL (\$)	VALOR UTIL (AÑOS)	TOTAL DE MESES	COSTO TOTAL (\$) meses*depre
Windows 98	111.00	9.25	1	6	55.50
Office XP	396.66	33.1	1	6	198.60
Visual Basic 6.0	380.00	15.83	2	3	47.50
Power Builder 8.0	30	2.5	1	1	2.50
TOTAL					\$ 306.6 S/.797.16

Tabla 7: Costo por utilización de software

### 3.3.2.4 Costo por Recursos Diversos

RECURSO	CANTIDAD	COSTO /UNIDAD (soles)	COSTO TOTAL (soles)
Papel bond A4	2 millar	35.80	71.60
Lápices	1 unidad	0.50	0.5
CD	5 unidades	2.80	14.00
Fólder Manila	10 unidades	0.30	3.00
Corrector (tipex)	1 unidad	5.00	5.00
Bibliografía:	4 libros	-	300.00
Imprevistos	-	-	100.00
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/. 494.10</b>

**Tabla 8:** Costo por recursos diversos

### 3.3.2.5 Costo por Servicios Diversos

MATERIAL	TOTAL
Fotocopiados	100.00
Anillados	8.00
Energía Eléctrica	150.00
Servicio de Internet	300.00
Pasajes	150.00
Viáticos	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 808.00</b>

**Tabla 9:** Costo por servicios diversos

### 3.3.2.6 Resumen de Costos para el desarrollo del Sistema

RUBRO	TOTAL S/.	TOTAL \$
Servicios Profesionales	3840.00	1476.92
Utilización de Hardware	719.90	276.88
Utilización de Software	717.96	276.13
Recursos Diversos	494.10	190.04
Servicios Diversos	808.00	310.76
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 6579.96</b>	<b>\$ 2530.73</b>

**Tabla 10:** Costo por desarrollo del software  
(Dólar, tipo de cambio: S/.2.60)

**Nota:** La depreciación del software a utilizar para el desarrollo del sistema se realizó en base al valor útil de este (vida útil del software) de la siguiente manera:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor de adquisición de software}}{\text{Valor útil del software (en años)}}$$

$$\text{Depreciación} = X \text{ dólares anuales}$$

### **3.4 MODELAMIENTO DEL NEGOCIO (MODELO DE CASO DE USO DEL NEGOCIO)**

Este diagrama nos muestra cómo los actores y los casos de uso del negocio se relacionan. Además este modelo describe como el negocio es usado por el usuario y personas involucradas. El modelo se define en términos de actores de negocio y procesos. **Los actores del negocio** son entidades externas, como sistemas, y personas humanas con quienes el negocio actúa recíprocamente.

### 3.5 REQUERIMIENTOS

Este flujo de trabajo tiene como propósito acordar con el usuario que es lo que el sistema va a realizar, de esta manera de delimitará el sistema. Pero aunque parezca una tarea transparente podemos encontrarnos con algunas dificultades como que los requerimientos no siempre son fáciles de expresar con palabras, existen diferentes tipos de requerimientos los cuales pueden ponerse inmanejables si no son controlados

#### 3.5.1 DIAGRAMA DE CASO DE USO

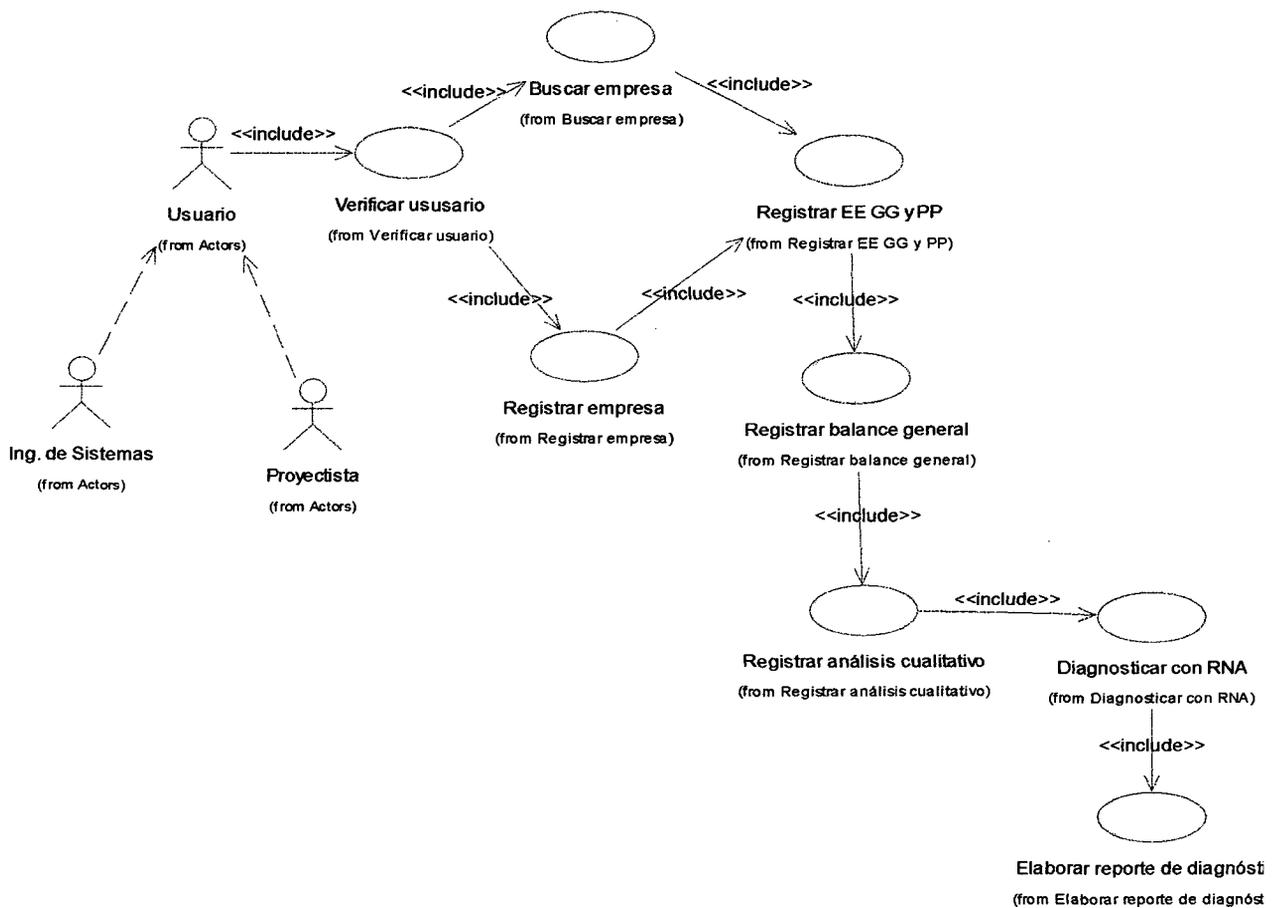


Figura 35: Diagrama de Caso de Uso

### 3.6 DOCUMENTACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Un diagrama de caso de uso describe lo que hace el sistema, pero no describe cómo lo hace, al construir los diagramas de casos de uso se debe tener bien en claro esta separación. El comportamiento de un caso de uso, puede ser descrito de muchas maneras dependiendo de la conveniencia, a veces podemos usar pseudocódigo; sin embargo, comúnmente un caso de uso se documenta de manera informal mediante una lista de pasos que sigue el actor durante su interacción con el sistema.

A continuación se describen los casos de uso del sistema:

<b>Caso de Uso 1</b>		<b>VERIFICAR USUARIO DE SISTEMA</b>
<b>Objetivo dentro del contexto</b>		Identificar al usuario que podrá acceder al sistema para establecer la seguridad correspondiente.
<b>Alcance y nivel</b>		Sistema de Información.
<b>Precondiciones</b>		Tener el nombre del usuario y su respectiva clave de acceso.
<b>Condición final de éxito</b>		Ingresar al sistema.
<b>Condición final de falla</b>		Salir del sistema.
<b>Actores primarios y secundarios.</b>		Usuario.
<b>Disparador o Trigger</b>		Ingreso al sistema.
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Elegir usuario.
	2	Ingresar clave de acceso.
<b>Variaciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	2a	2ª.1: Cancelar.
<b>Prioridad</b>		Alta.
<b>Performance</b>		0.5 minutos.
<b>Frecuencia</b>		Cuando se ingrese al sistema.
<b>Canales o actores</b>		Usuario.
<b>Asuntos abiertos</b>		Qué pasaría si se olvidan de la clave de acceso.
<b>Fecha o Versión</b>		Versión 1.0

<b>Caso de Uso 2</b>		<b>REGISTRAR EMPRESA</b>
<b>Objetivo dentro del contexto</b>		Permite Registrar todos los datos de una empresa.
<b>Alcance y nivel</b>		Sistema.
<b>Precondiciones</b>		Tener todos los datos de la empresa a registrar y que la empresa no este previamente registrada.
<b>Condición final de éxito</b>		Empresa registrada en el sistema.
<b>Condición final de falla</b>		No se realiza el registro de la empresa.
<b>Actores primarios y secundarios.</b>		Usuario.
<b>Disparador o Trigger</b>		Existe un requerimiento de autogeneración de código de la empresa
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Ingreso datos de la empresa (nombre, actividad, modalidad, clave, e-mail, teléfono y dirección).
	2	Auto generar código de empresa
	3	Guardar datos de la empresa.
<b>Variaciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	1a	1ª.1: No ingresan todos los datos de la empresa.
	2a	2ª.1: Cancelar
<b>Prioridad</b>		Alta.
<b>Performance</b>		2 minutos por empresa.
<b>Frecuencia</b>		Cuando se requiera hacer registrar a una empresa.
<b>Canales o actores</b>		Usuario.
<b>Asuntos abiertos</b>		Qué pasa si no se ingresa todos los datos de la empresa. Qué pasa si ya existe la empresa.
<b>Fecha o Versión</b>		Versión 1.0
<b>Sub ordinado</b>		Buscar empresa.

<b>Caso de Uso 3</b>	<b>BUSCAR EMPRESA</b>
----------------------	-----------------------

<b>Objetivo dentro del contexto</b>	Hacer una búsqueda de la empresa para verificar su existencia, modificarla, registrar sus estados financieros.	
<b>Alcance y nivel</b>	Sistema	
<b>Precondiciones</b>	Contar con el código de la empresa a consultar.	
<b>Condición final de éxito</b>	Encontrar empresa buscada.	
<b>Condición final de falla</b>	No se encuentra empresa buscada.	
<b>Actores primarios y secundarios.</b>	Administrador del sistema.	
<b>Disparador o Trigger</b>	Ingresar nueva empresa, modificarla, generar reportes y/o generar consultas.	
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Ingresar código de la empresa
	2	Obtener datos de empresa buscada.
<b>Extensiones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
<b>Variaciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	1a	1ª. 1 : ingresar nombre de la empresa
<b>Prioridad</b>	Alta	
<b>Performance</b>	1 minuto	
<b>Frecuencia</b>	Cada vez que desee ingresar o modificar una empresa, generar reportes o consultas.	
<b>Canales o actores</b>	Administrador del sistema.	
<b>Asuntos abiertos</b>	Qué pasaría si no encontramos a la empresa con el código registrado.	
<b>Fecha o Versión</b>	Versión 1.0	
<b>Súper ordinario</b>	Modificar empresa. Registrar empresa. Generar reporte de diagnóstico. Consultar diagnóstico.	
<b>Sub ordinado</b>		

<b>Caso de Uso 4</b>		<b>INGRESAR ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS</b>
<b>Objetivo dentro del contexto</b>		Registrar datos del estado de ganancias y pérdidas o datos de sus operaciones históricas de la empresa a diagnosticar.
<b>Alcance y nivel</b>		Sistema.
<b>Precondiciones</b>		Tener todos los datos de la empresa.
<b>Condición final de éxito</b>		Datos de estado de ganancias y pérdidas registrados.
<b>Condición final de falla</b>		No se realiza el registro por falta de datos.
<b>Actores primarios y secundarios.</b>		Usuario.
<b>Disparador o Trigger</b>		Registrar estado de ganancias y pérdidas.
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Llamar código de la empresa.
	2	Llenar datos financieros o de operaciones.
	3	Guardar datos.
	4	Confirmar guardado de datos.
<b>Extensiones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	2a	2ª.1: Ingresar la fecha. 2ª.2: Ingresar datos de estado de resultados.
<b>Variaciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	4a	4ª.1: Cancelar.
<b>Prioridad</b>		Alta.
<b>Performance</b>		5 minutos.
<b>Frecuencia</b>		Cuando se realice un diagnóstico de una empresa.
<b>Canales o actores</b>		Usuario.
<b>Asuntos abiertos</b>		Qué pasaría si se dejen algunos campos vacíos.
<b>Fecha o Versión</b>		Versión 1.0
<b>Súper ordinario</b>		Ingresar datos de gestión empresarial.
<b>Sub ordinado</b>		

<b>Caso de Uso 5</b>	<b>INGRESAR BALANCE GENERAL</b>
----------------------	---------------------------------

<b>Objetivo dentro del contexto</b>	Registrar el balance general de la empresa a diagnosticar.	
<b>Alcance y nivel</b>	Sistema de diagnóstico.	
<b>Precondiciones</b>	Tener todos los datos del balance general de un determinado período de la empresa a diagnosticar.	
<b>Condición final de éxito</b>	Datos del recurso financiero registrados.	
<b>Condición final de falla</b>	No se realiza el registro del recurso financiero por falta de datos.	
<b>Actores primarios y secundarios.</b>	Usuario.	
<b>Disparador o Trigger</b>	Diagnosticar recurso financiero.	
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Llamar código de la empresa.
	2	Llenar datos del recurso financiero.
	3	Guardar datos del recurso financiero.
	4	Confirmar guardado de datos.
<b>Extensiones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	2a	2ª.1: Ingresar fecha. 2ª.2: Ingresar datos del Balance general.
<b>Variaciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	4a	4ª.1: Cancelar.
<b>Prioridad</b>	Alta.	
<b>Performance</b>	5 minutos.	
<b>Frecuencia</b>	Cuando se realice un diagnóstico de una empresa.	
<b>Canales o actores</b>	Empresario.	
<b>Asuntos abiertos</b>	Qué pasaría si se dejen algunos campos vacíos.	
<b>Fecha o Versión</b>	Versión 1.0	
<b>Súper ordinario</b>	Ingresar datos de gestión empresarial.	
<b>Sub ordinado</b>		

<b>Caso de Uso 6</b>	<b>INGRESAR ANALISIS CUALITATIVO</b>
<b>Objetivo dentro del contexto</b>	Registrar datos de organización y dirección

		empresarial de la empresa a diagnosticar.
<b>Alcance y nivel</b>		Sistema de diagnóstico.
<b>Precondiciones</b>		Tener todos los datos de organización y dirección de la empresa a diagnosticar.
<b>Condición final de éxito</b>		Datos de organización y dirección registrados.
<b>Condición final de falla</b>		No se realiza el registro de organización y dirección por falta de datos.
<b>Actores primarios y secundarios.</b>		Usuario.
<b>Disparador o Trigger</b>		Diagnosticar organización y dirección.
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Llamar código de la empresa.
	2	Llenar datos de organización.
	3	Llenar datos de dirección.
	4	Guardar datos de organización y dirección.
	5	Confirmar guardado de datos.
<b>Extensiones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	2a	2ª.1: Ingresar datos del tipo de garantía. 2ª.2: Ingresar datos de antecedentes crediticios 2ª.3: Ingresar datos de tiempo en el negocio.
	3a	3ª.1: Ingresar datos de evidencias en el manejo. 3ª.2: Ingresar datos de declaración de ventas. 3ª.3: Ingresar datos de riesgo del sector
<b>Variaciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	4a	4ª.1: Cancelar.
<b>Prioridad</b>		Alta.
<b>Performance</b>		5 minutos.
<b>Frecuencia</b>		Cuando se realice una evaluación de una empresa.
<b>Canales o actores</b>		Empresario.
<b>Asuntos abiertos</b>		Qué pasaría si se dejen algunos campos vacíos.
<b>Fecha o Versión</b>		Versión 1.0
<b>Súper ordinario</b>		Ingresar datos de gestión empresarial.
<b>Sub ordinado</b>		

<b>Caso de Uso 7</b>		<b>CALCULAR RATIOS FINANCIEROS</b>
<b>Objetivo dentro del contexto</b>		Permite calcular los ratios financieros de una empresa para un periodo de tiempo.
<b>Alcance y nivel</b>		Sistema de diagnóstico
<b>Precondiciones</b>		Contar con todos los datos de gestión empresarial registrados.
<b>Condición final de éxito</b>		Índices financieros calculados y almacenados.
<b>Condición final de falla</b>		No se calcularon los índices.
<b>Actores primarios y secundarios.</b>		Administrador del sistema.
<b>Disparador o Trigger</b>		Generar ratios.
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Ingresar opción de gestión empresarial.
	2	Generar respuestas.
	3	Presentar índices.
	4	Guardar valor.
<b>Extensiones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	1a	1 <sup>a</sup> .1: Calcular índices de recurso humano. 1 <sup>a</sup> .2: Calcular índices de recurso financiero. 1 <sup>a</sup> .3: Calcular índices de organización y dirección empresarial. 1 <sup>a</sup> .4: Calcular índices de actividades internas. 1 <sup>a</sup> .5: Calcular índices de proceso económico.
<b>Prioridad</b>		Alta
<b>Performance</b>		1 minuto
<b>Frecuencia</b>		Cada vez que desee generar un reporte o consultar resultados de gestión empresarial.
<b>Canales o actores</b>		Administrador del sistema.
<b>Fecha o Versión</b>		Versión 1.0
<b>Sub ordinario</b>		Generar reporte de diagnóstico. Buscar datos de gestión empresarial.

<b>Caso de Uso 8</b>		<b>GENERAR DIAGNOSTICO CON RNA</b>
<b>Objetivo dentro del contexto</b>	Permite evaluar cuantitativamente según los ratios financieros de la empresa, los que son analizados por la red neuronal previamente entrenada.	
<b>Alcance y nivel</b>	Sistema de diagnostico	
<b>Precondiciones</b>	Contar con los índices financieros generados y registrados	
<b>Condición final de éxito</b>	Diagnostico generado	
<b>Condición final de falla</b>	No se genera el diagnostico	
<b>Actores primarios y secundarios.</b>	Administrador del sistema	
<b>Disparador o Trigger</b>	Generar reporte de diagnóstico empresarial y consultar diagnóstico	
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Escoger Opción
	2	Entrenar nuevamente la RNA
	3	Testear la red
	4	Evaluar empresa actual
	5	Reportar diagnostico
<b>Extensiones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	2a	Testear la red sin reentrenarla
<b>Variaciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	2a	Cancela acción
<b>Prioridad</b>	Alta	
<b>Performance</b>	1 minuto	
<b>Frecuencia</b>	Cada vez que desee generar un diagnóstico.	
<b>Canales o actores</b>	Administrador del sistema.	
<b>Fecha o Versión</b>	Versión 1.0	
<b>Súper ordinario</b>	Generar reporte de diagnóstico. Buscar datos de gestión empresarial.	

<b>Caso de Uso 9</b>	<b>GENERAR REPORTE DE DIAGNÓSTICO</b>
----------------------	---------------------------------------

<b>Objetivo dentro del contexto</b>		Generar reporte del diagnóstico interno de la empresa mostrando la clasificación y evaluación económica de la empresa.
<b>Alcance y nivel</b>		Sistema de diagnóstico.
<b>Precondiciones</b>		Tener los valores obtenidos después del proceso de cada rubro.
<b>Condición final de éxito</b>		Mostrar diagnóstico en pantalla.
<b>Condición final de falla</b>		No obtener las interpretaciones del diagnóstico.
<b>Actores primarios y secundarios.</b>		Empresario.
<b>Disparador o Trigger</b>		Existe un requerimiento de mostrar el diagnóstico de la empresa.
<b>Descripción</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	Elegir opción de gestión empresarial.
	2	Mostrar interpretación.
	3	Mostrar valores por rubros.
<b>Extensiones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción de difusión o bifurcación</b>
	1,2,3	1 <sup>a</sup> .1: Elegir y mostrar valores e interpretación de recurso humano. 1 <sup>a</sup> .2: Elegir y mostrar valores e interpretación de recurso financiero. 1 <sup>a</sup> .3: Elegir y mostrar valores e interpretación de organización y dirección. 1 <sup>a</sup> .4: Elegir y mostrar valores e interpretación de actividades internas. 1 <sup>a</sup> .5: Elegir y mostrar valores e interpretación de proceso económico.
<b>Prioridad</b>		Alta.
<b>Performance</b>		1 minutos.
<b>Frecuencia</b>		Cada vez que se desee visualizar el diagnóstico de una empresa.
<b>Canales o actores</b>		Empresario.
<b>Asuntos abiertos</b>		Que pasaría dejamos algunos campos vacíos.
<b>Fecha o Versión</b>		Versión 1.0

<b>Sub ordinario</b>	Buscar empresa. Calcular índices de diagnóstico.
----------------------	---

### **3.7 DIAGRAMA DE SECUENCIA**

El Diagrama de Secuencia es un tipo de Diagrama de Interacción que muestra justamente la interacción de un conjunto de objetos, poniendo énfasis en el orden cronológico del envío de mensaje entre objetos. Mediante los diagramas de secuencia podemos dar detalle a los casos de uso, aclarándolos al nivel de mensajes de los objetos existentes.

Se denominan:

- Diagrama de Secuencia en UML.
- Diagrama de Interacción en Booch.
- Diagrama de seguimiento de sucesos en OMT.

## **3.8 FLUJO DE TRABAJO: ANÁLISIS Y DISEÑO**

### **3.8.1 DIAGRAMAS ESTÁTICOS**

#### **3.8.1.1 Diagrama De Clases**

Muestran un conjunto de clases (grupos de objetos que tienen las mismas características y comportamiento), así como sus relaciones. Estos diagramas son los más comunes en el modelado de sistemas orientados a objetos y cubren la vista estática de un sistema (por lo que también se los denomina **Diagramas Estáticos**). Un diagrama de estructura estática muestra el conjunto de clases y objetos importantes, que conforman un sistema, junto con las relaciones existentes entre los mismos, pero no como actúan unos con otros, ni que mensajes se envían.

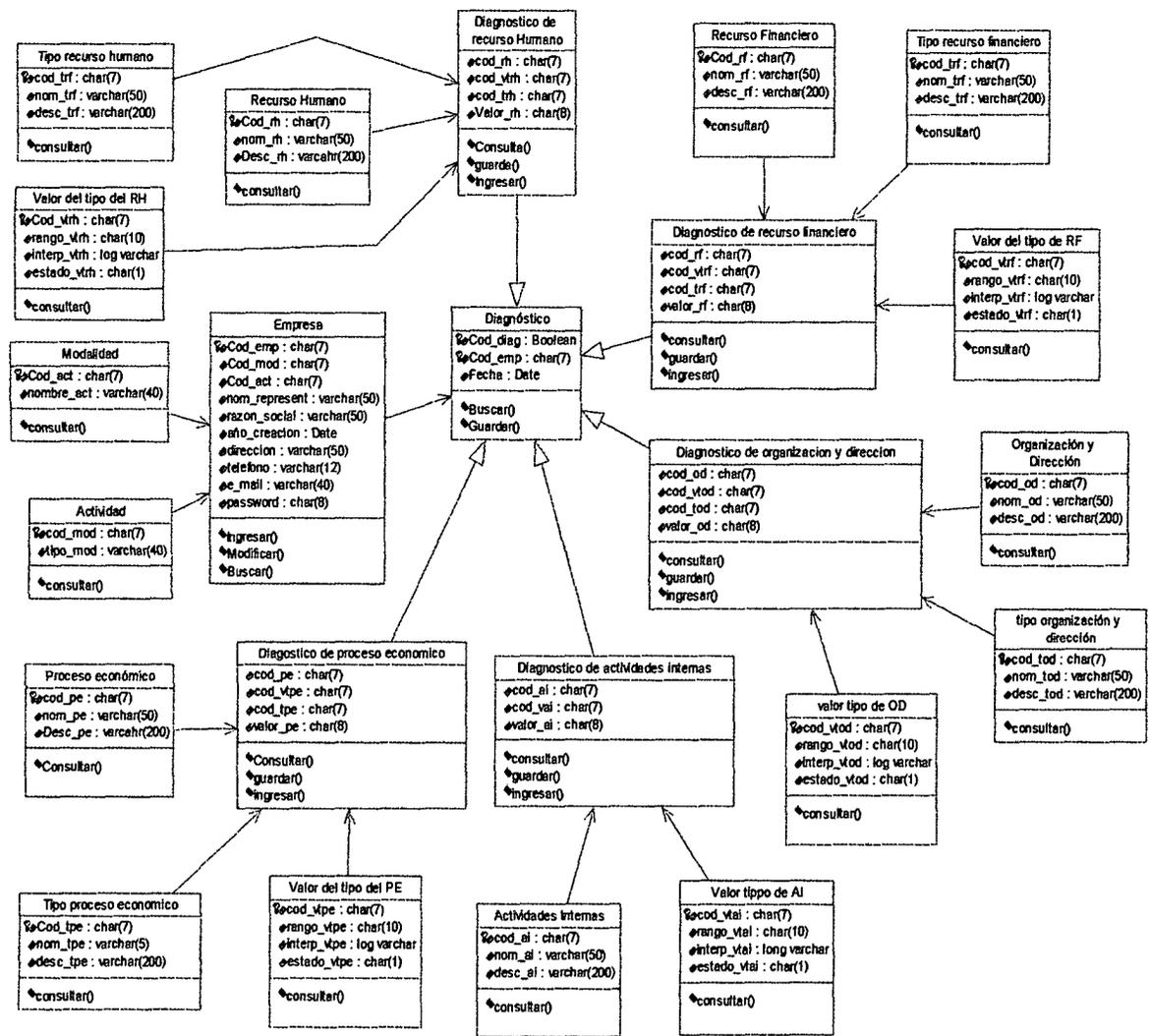


Figura 36: Diagrama de Clases

### 3.8.2 DIAGRAMAS DE COMPORTAMIENTO

#### 3.8.2.1 Diagramas De Interacción:

##### 3.8.2.1.1 Diagrama De Secuencia

El Diagrama de Secuencia es un tipo de Diagrama de Interacción que muestra justamente la interacción de un conjunto de objetos, poniendo énfasis en el orden cronológico del envío de mensaje entre objetos. Mediante los diagramas de secuencia podemos dar detalle a los casos de uso, aclarándolos al nivel de mensajes de los objetos existentes.

## 2. Registrar empresa

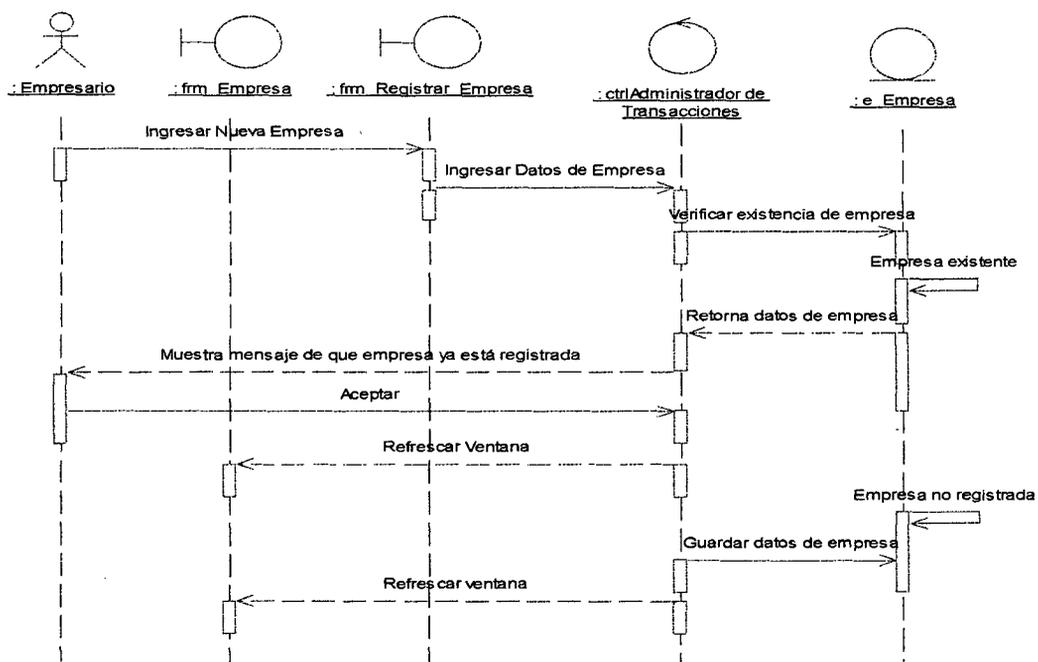


Figura 38: Registrar empresa

## 3. Buscar empresa

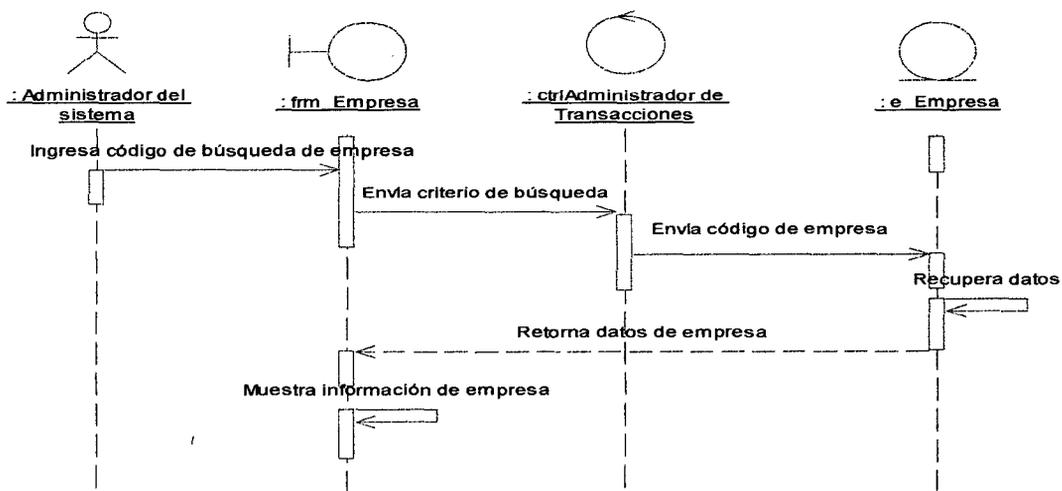


Figura 39: Buscar empresa

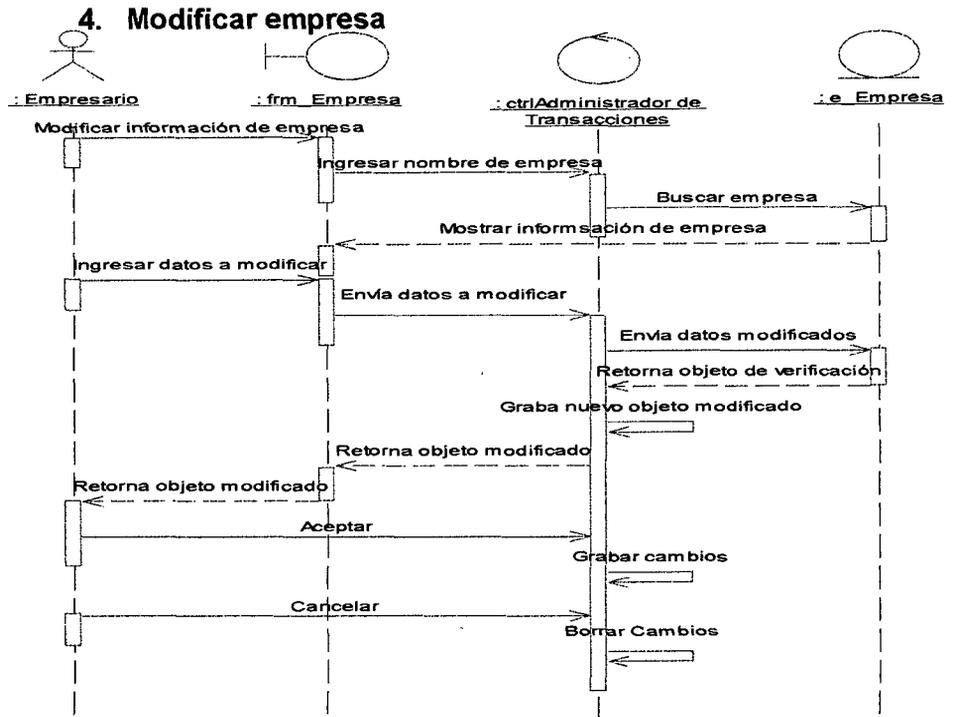


Figura 40: Modificar empresa

### 5. Ingresar datos de gestión empresarial

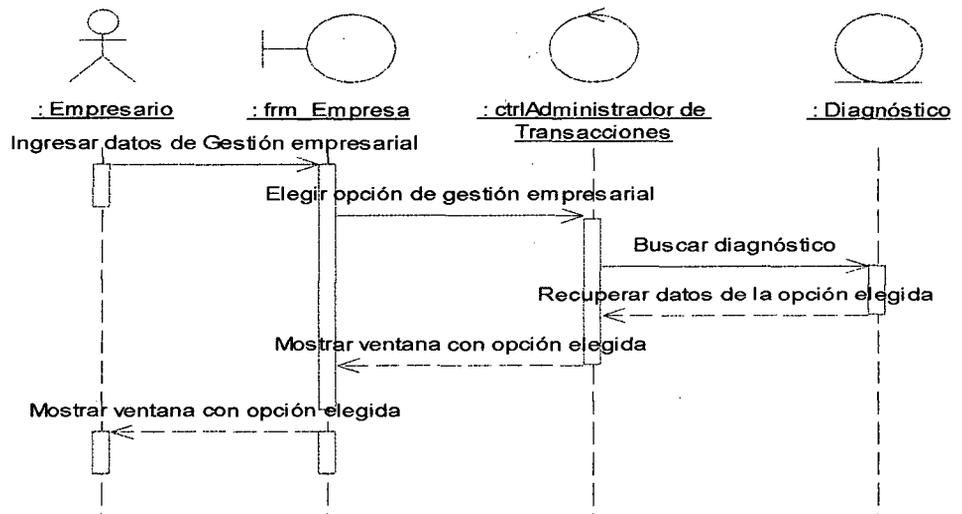


Figura 41: Ingresar datos de gestión empresarial

### 6. Ingresar recurso humano

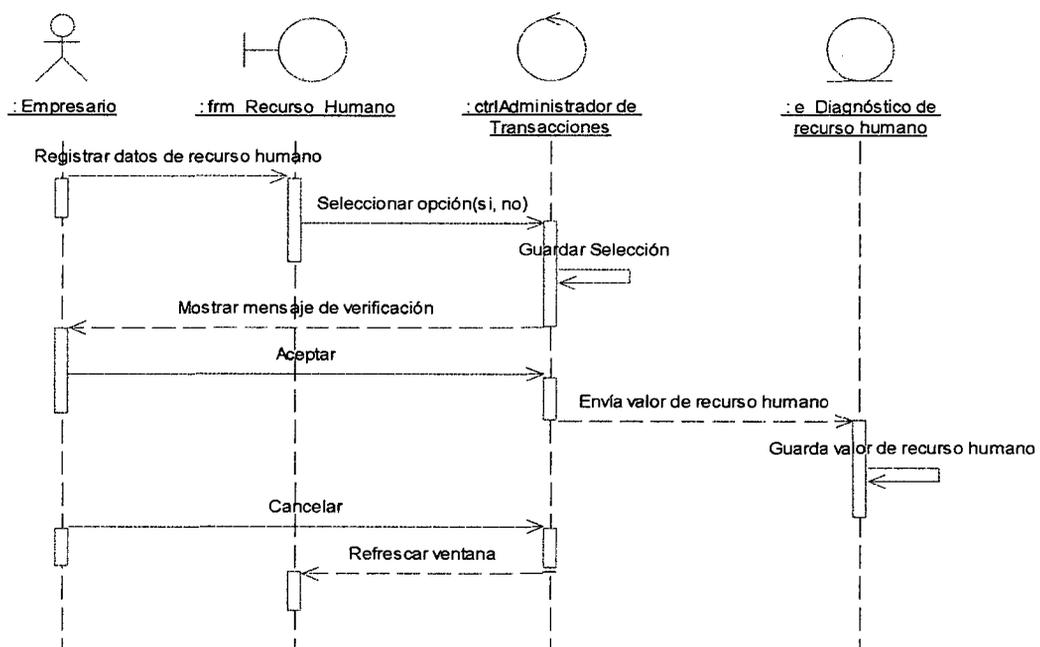


Figura 42: Ingresar recurso humano

### 7. Ingresar recurso financiero

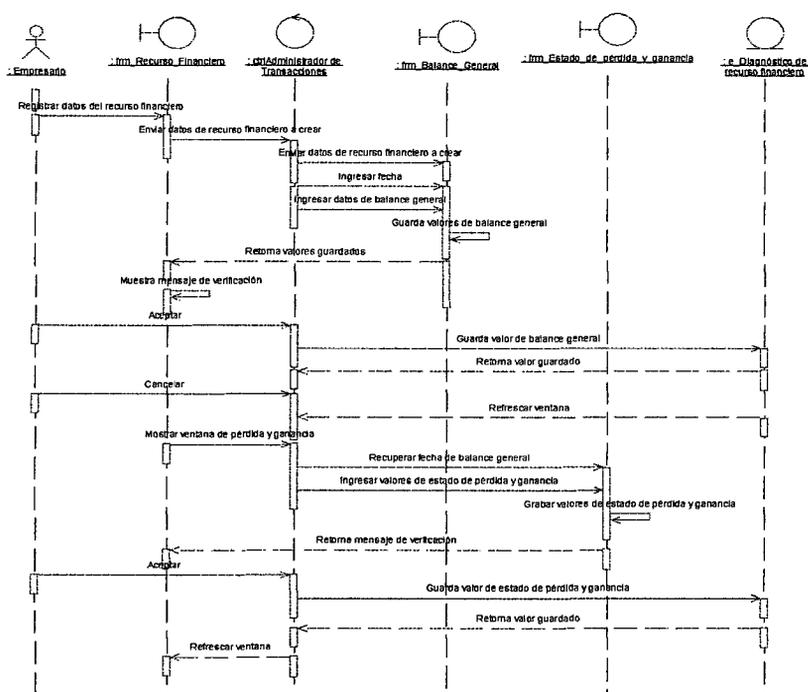


Figura 43: Ingresar recurso financiero

### 8. Ingresar organización y dirección empresarial

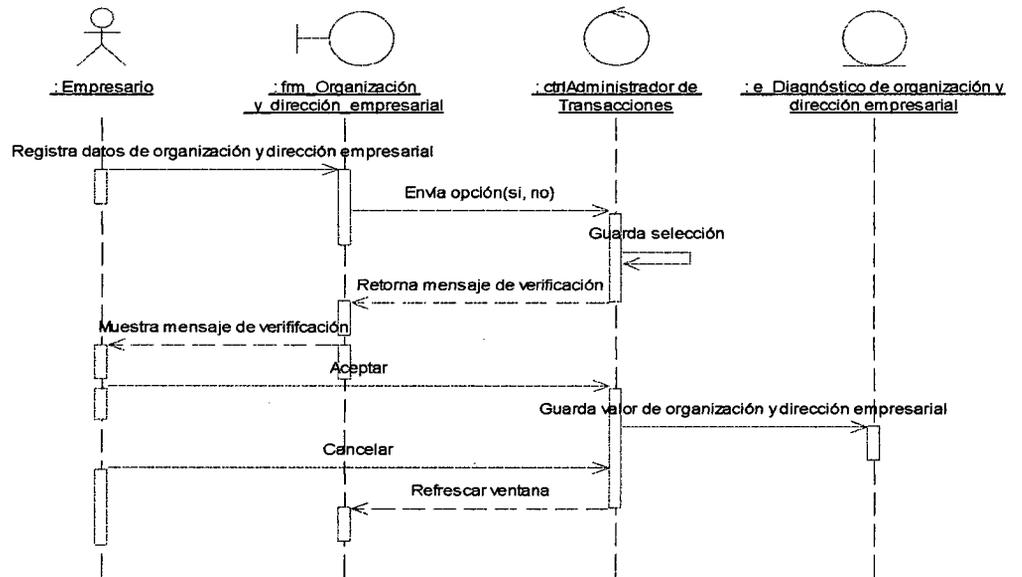


Figura 44: Ingresar organización y dirección empresarial

### 9. Ingresar actividades internas

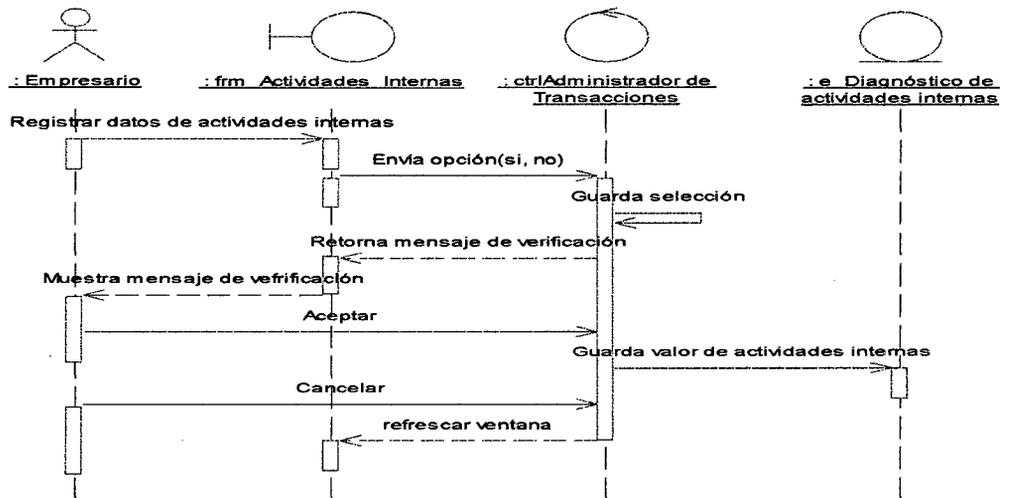


Figura 45: Ingresar actividades internas

### 10. Ingresar proceso económico

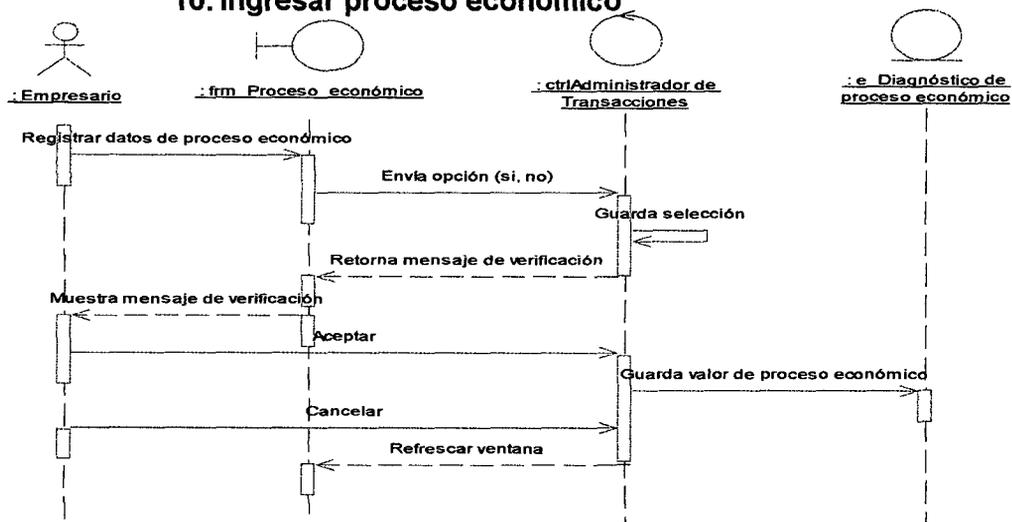


Figura 46: Ingresar proceso económico

### 11. Calcular índices de diagnóstico

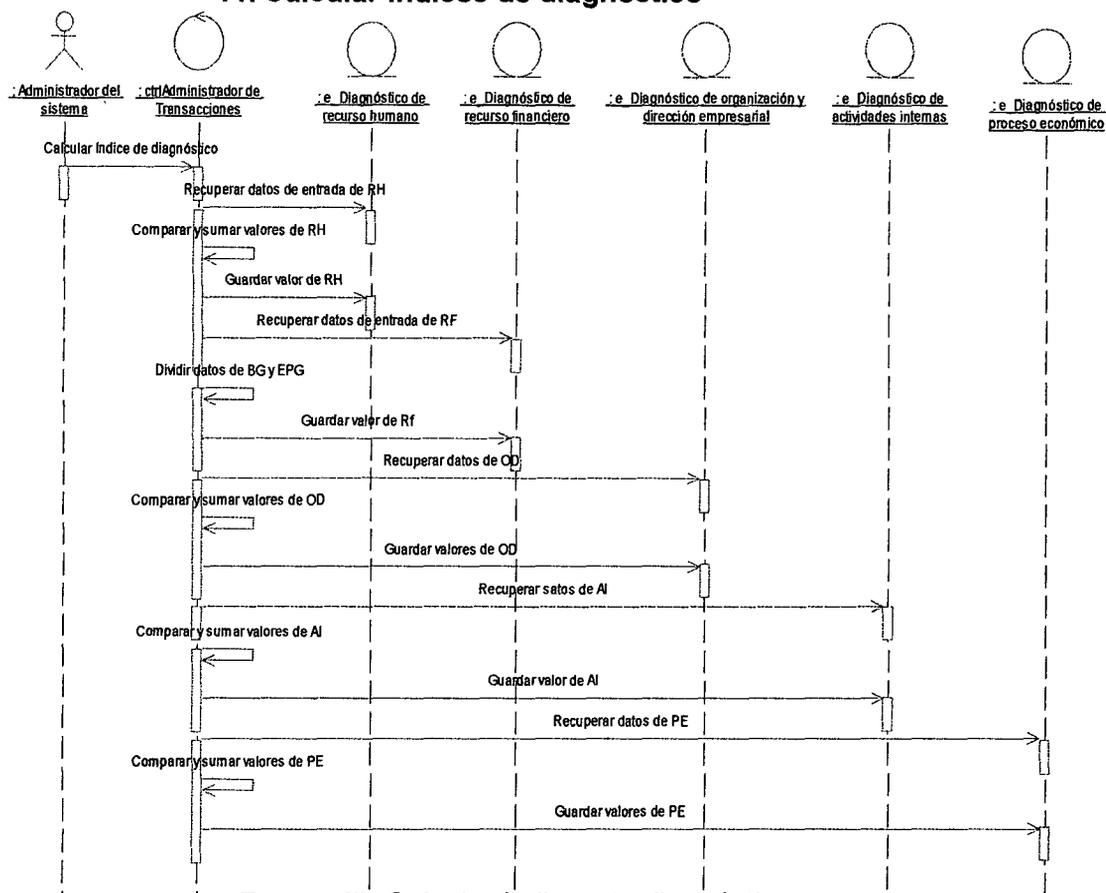


Figura 47: Calcular índices de diagnóstico

## 12. Generar reporte de diagnóstico

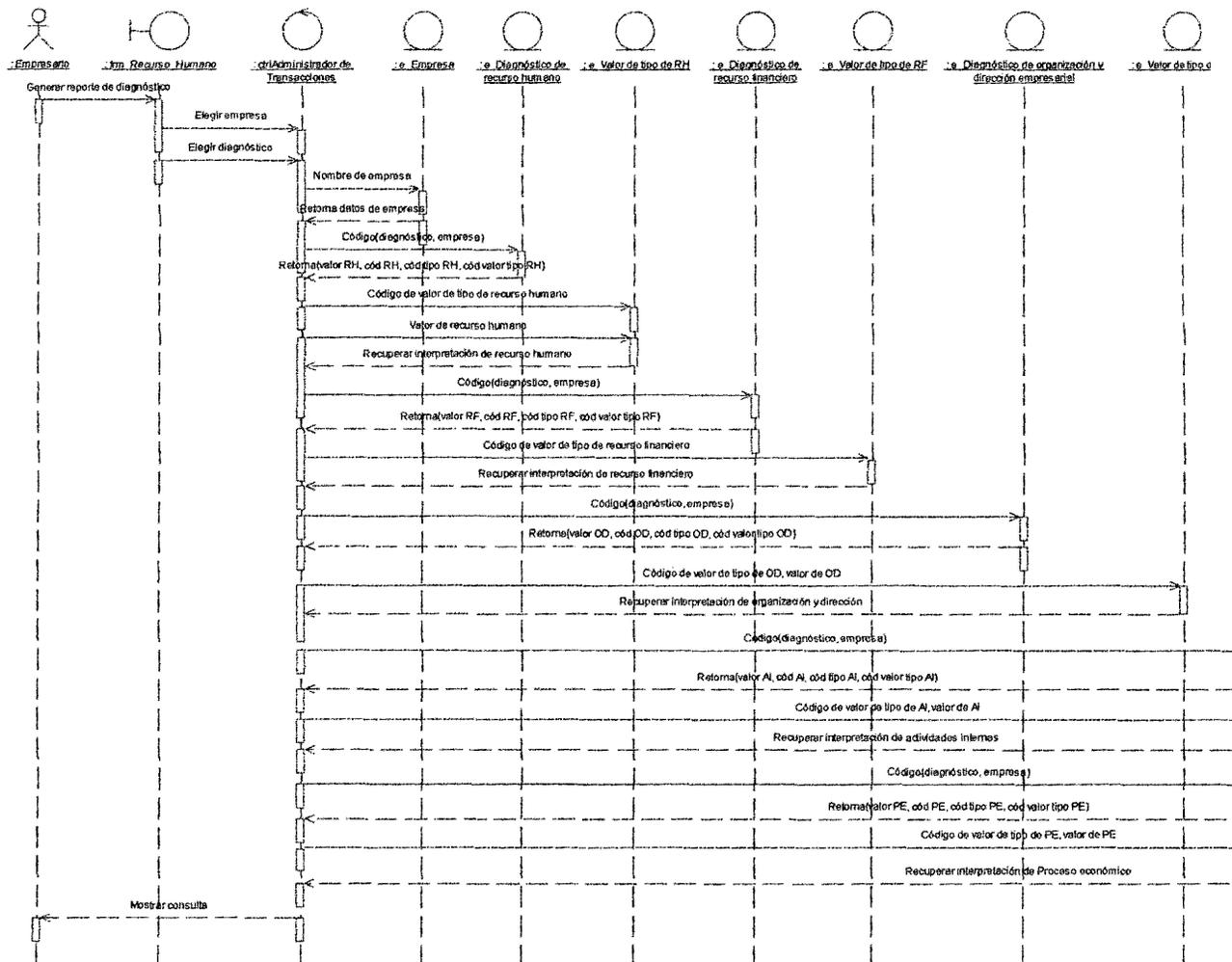


Figura 48: Generar reportes de diagnóstico

### 13. Consultar diagnóstico

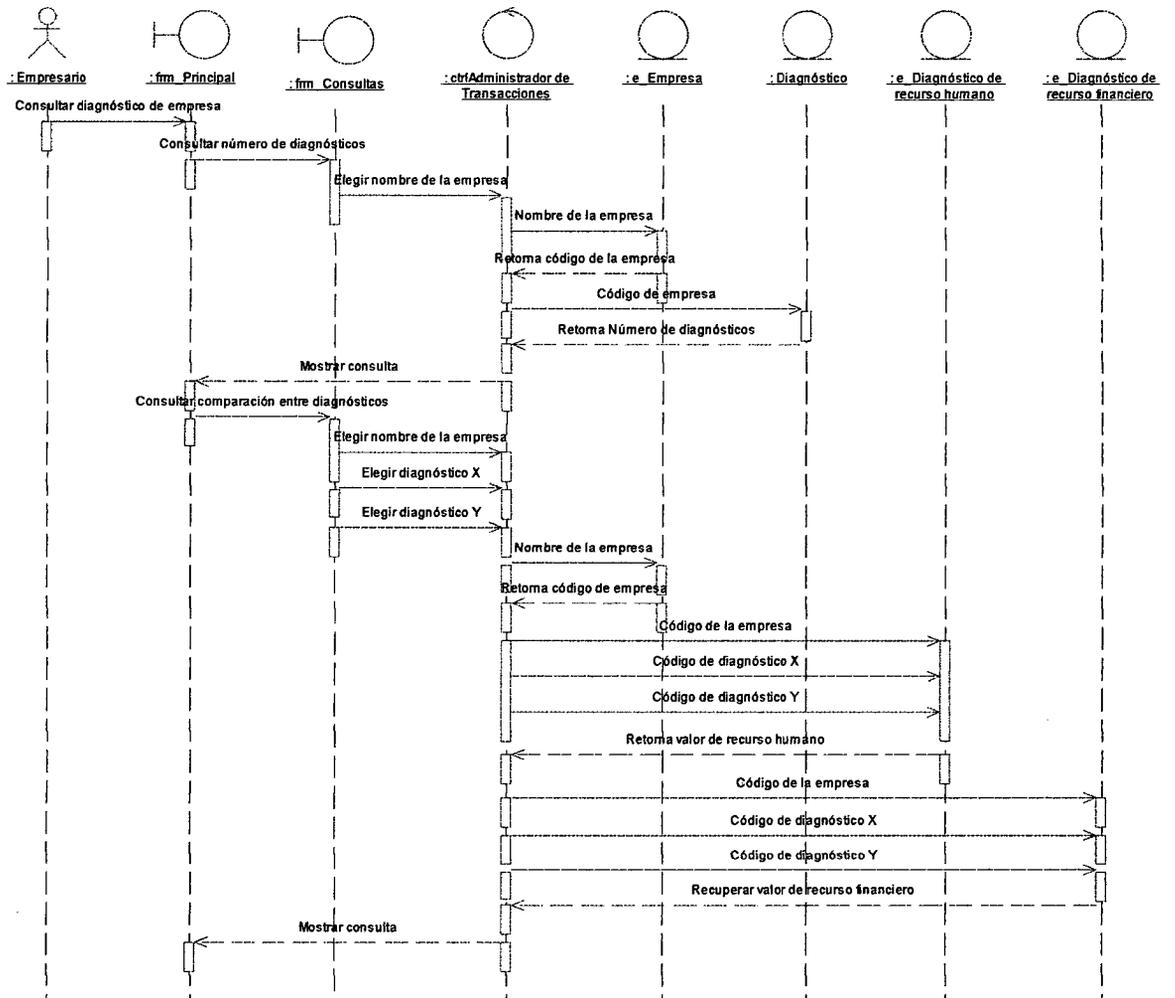


Figura 49: Consultar diagnóstico

### 3.8.2.1.2 Diagrama De Colaboración:

Es un tipo de *diagrama de Interacción* que muestra justamente la interacción de un conjunto de objetos, poniendo énfasis en la estructura organizacional de los objetos que envían y reciben mensajes. Los Diagramas de Colaboración muestran la colaboración entre los objetos para realizar una tarea mediante el uso de mensaje enviados entre ellos. A diferencia de los Diagramas de Secuencia, éstos diagramas pueden mostrar el contexto de la operación, no reservan una dimensión para el tiempo, sino que enumeran los mensajes para indicar la secuencia.

#### 1. Verificar usuario de sistema

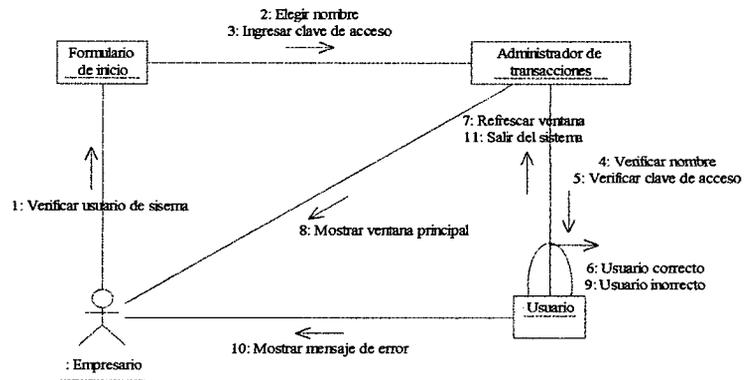


Figura 50: DC Verificar usuario de sistema

#### 2. Registrar empresa

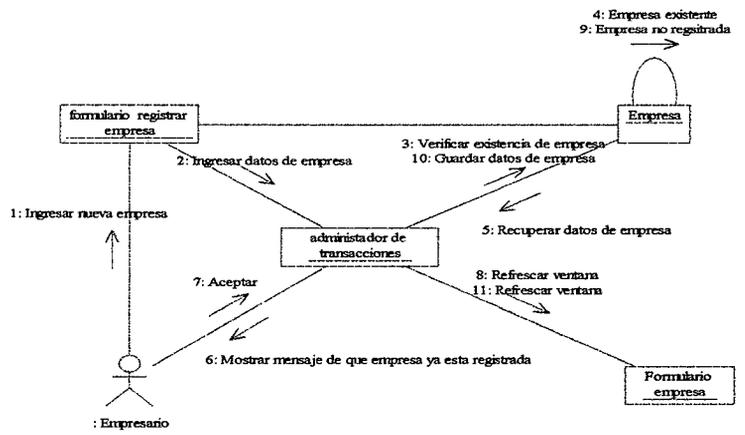


Figura 51: DC Registrar empresa

### 3. Buscar empresa

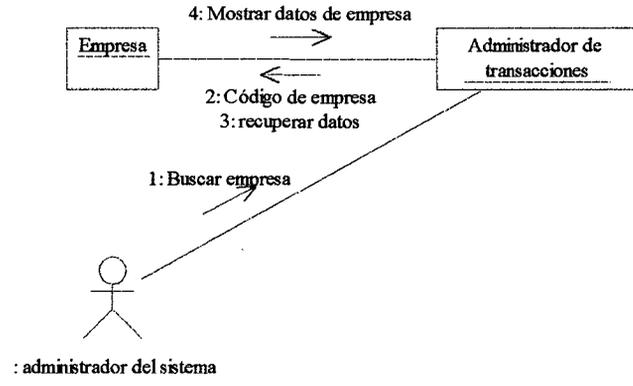


Figura 52: DC Buscar empresa

### 4. Modificar empresa

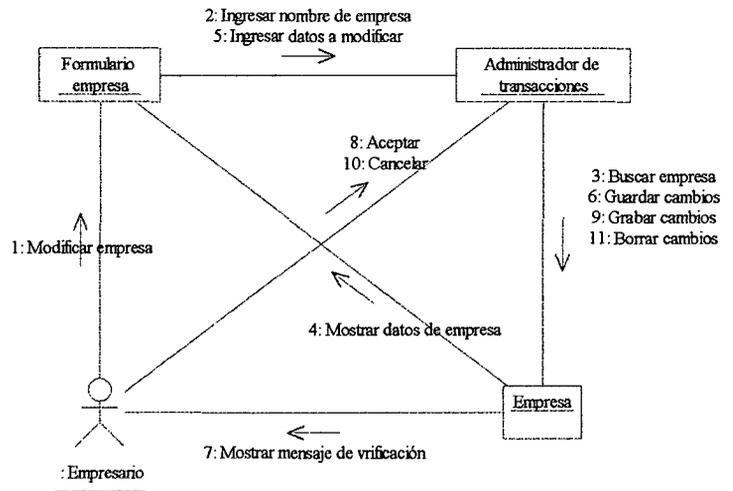


Figura 53: DC Modificar empresa

### 5. Ingresar datos de gestión empresarial

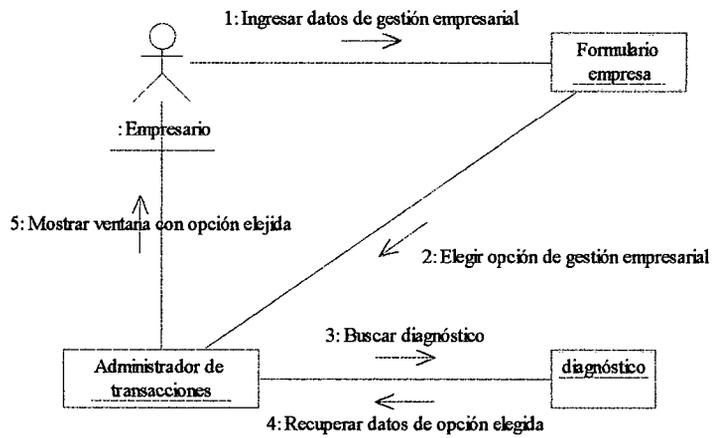


Figura 54: DC Ingresar datos de gestión empresarial

## 6. Ingresar recurso humano

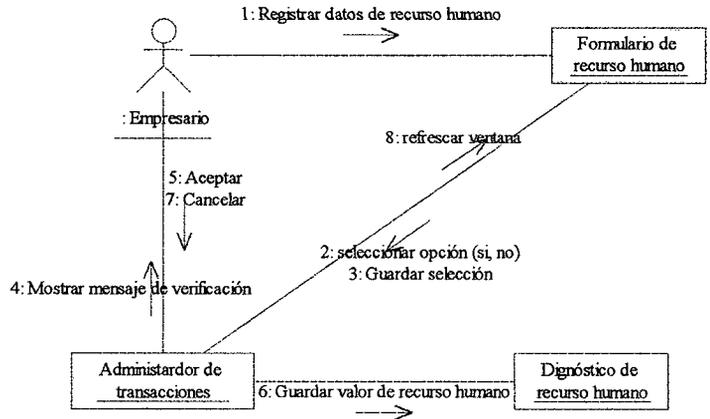


Figura 55: DC Ingresar recurso humano

## 7. Ingresar recurso financiero

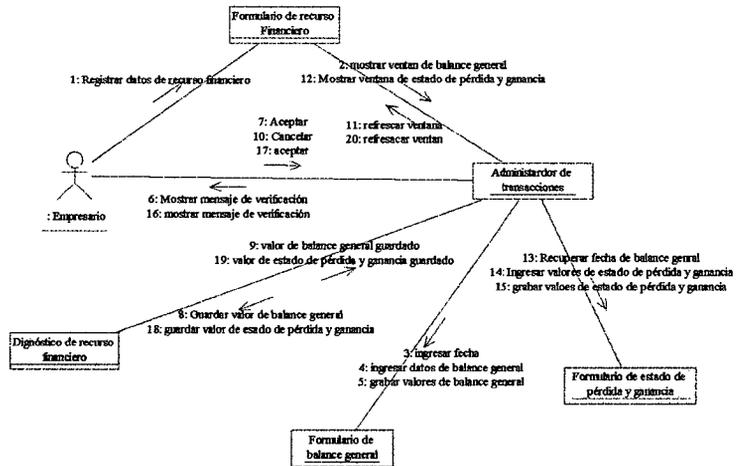


Figura 56: DC Ingresar recurso financiero

### 8. Ingresar organización y dirección empresarial

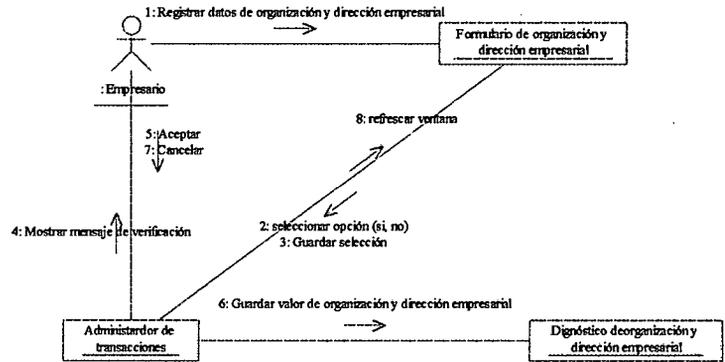


Figura 57: DC Ingresar organización y dirección empresarial

### 9. Ingresar actividades internas

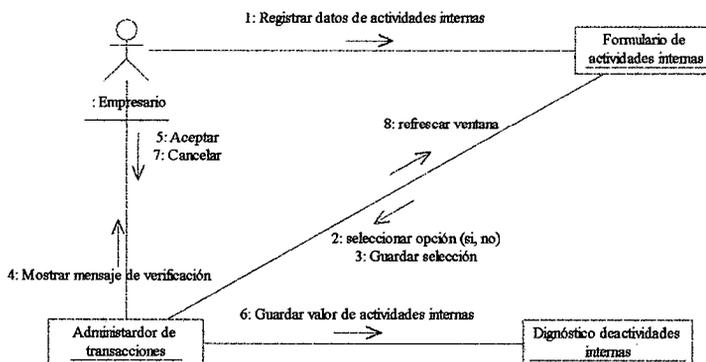


Figura 58: DC Ingresar actividades internas

### 10. Ingresar proceso económico

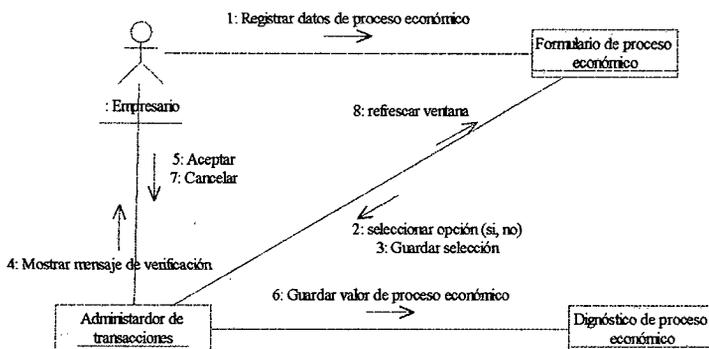


Figura 59: DC Ingresar proceso económico

## 11. Modificar datos de gestión empresarial

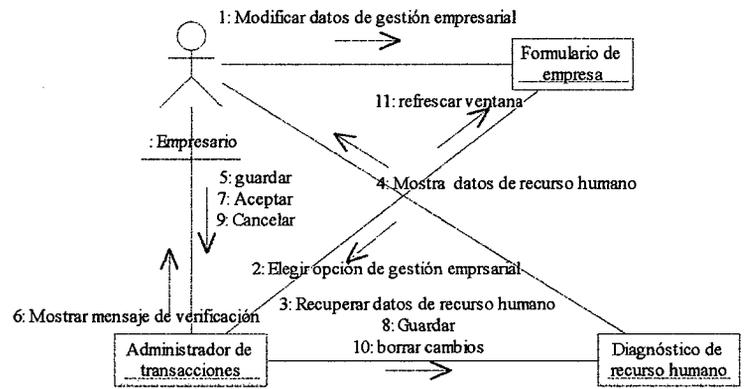


Figura 60: DC Modificar datos de gestión empresarial

## 12. Buscar datos de gestión empresarial

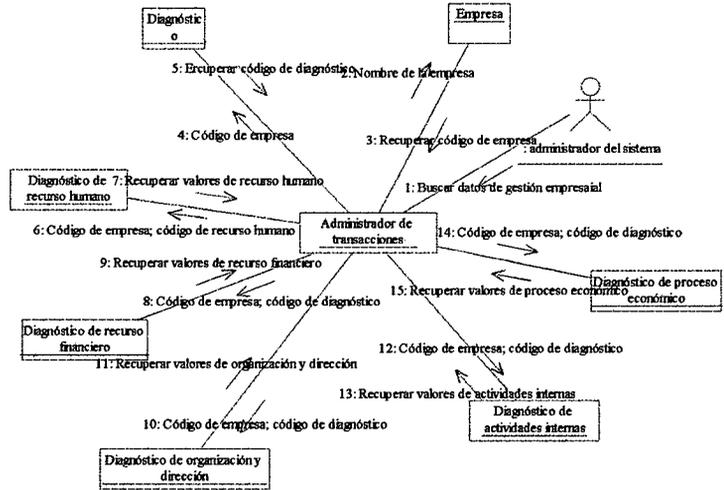


Figura 61: DC Buscar datos de gestión empresarial

## 13. Calcular índice de diagnóstico

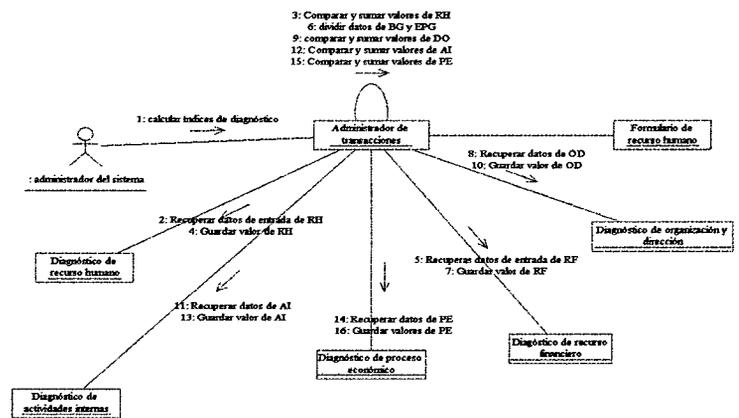


Figura 62: DC Calcular índice de diagnóstico

## 14. Generar reporte de diagnóstico

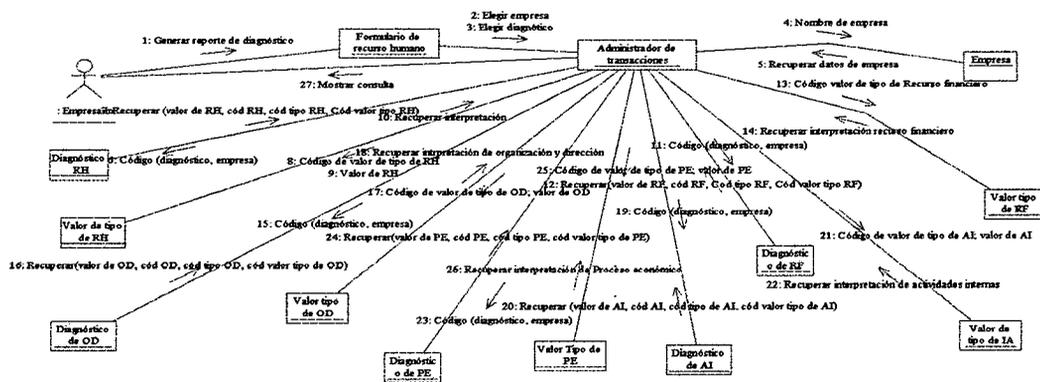


Figura 63: DC Generar reporte de diagnóstico

### 15. Consultar diagnóstico

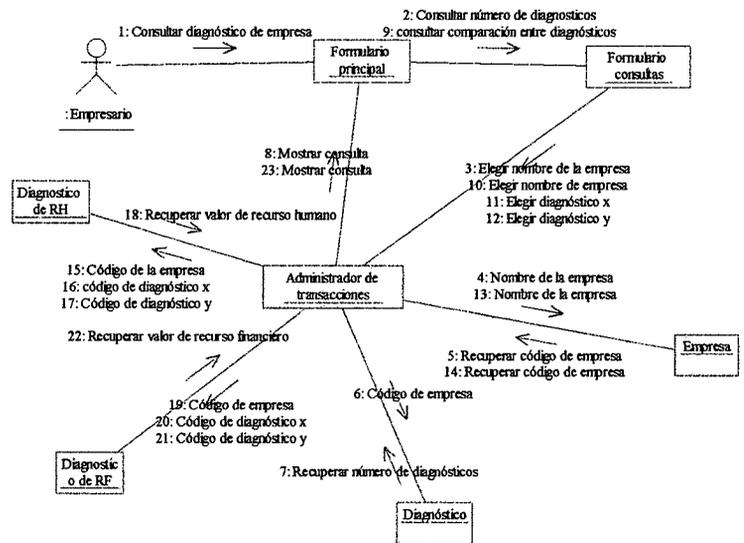


Figura 64: DC Consultar diagnóstico

### 16. Consultar módulo de capacitación

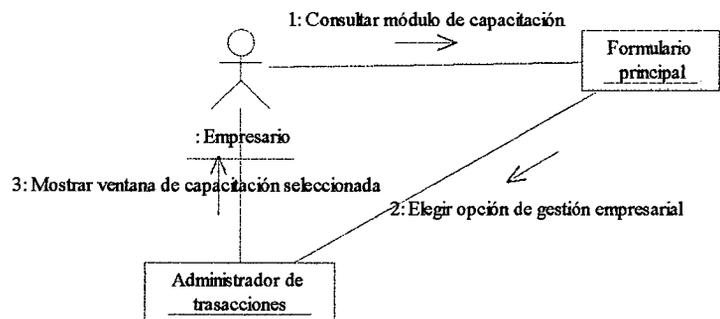


Figura 65: DC Consultar módulo de capacitación

#### 3.8.2.1.3 Diagramas De Estados:

Un Diagrama de Estado muestra el conjunto de estados por los cuales pasa un único objeto durante su vida dentro de una aplicación, junto con los eventos que provocan las transiciones que permiten pasar de un estado a otro.

En los Diagramas de Estado suponemos que se procesa un evento a la vez y termina con todas las consecuencias antes de pasar a otro. Los eventos no interactúan con otros eventos y conceptualmente las acciones son instantáneas (esto significa atómicas y no interrumpibles) y los eventos nunca son simultáneos. Si un objeto recibe un evento mientras está ejecutando una acción, el evento se pone en cola hasta que finalice la acción.

### 1. Verificar usuario de sistema

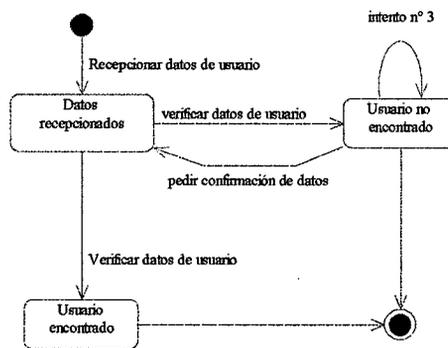


Figura 66: DE Verificar usuario de sistema

### 2. Registrar empresa

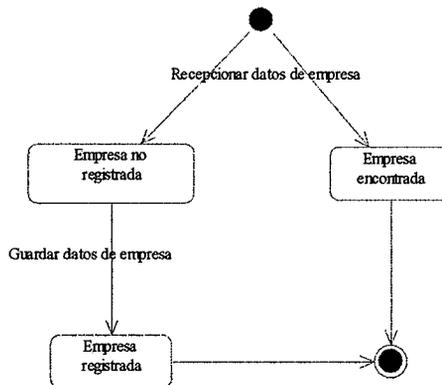
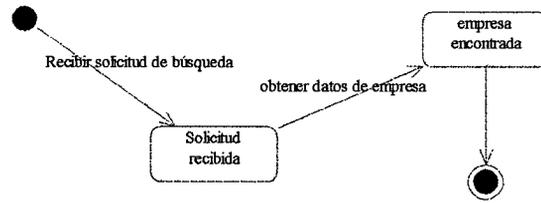


Figura 67: DE Registrar empresa

### 3. Buscar empresa



**Figura 68:** DE Buscar empresa

#### 4. Modificar empresa

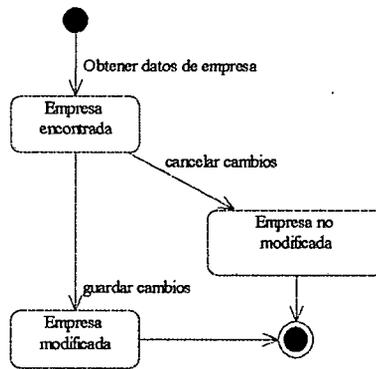


Figura 69: DE Modificar empresa

#### 5. Ingresar datos de gestión empresarial

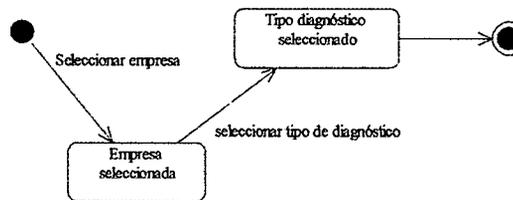


Figura 70: DE Ingresar datos de gestión empresarial

#### 6. Ingresar recurso humano

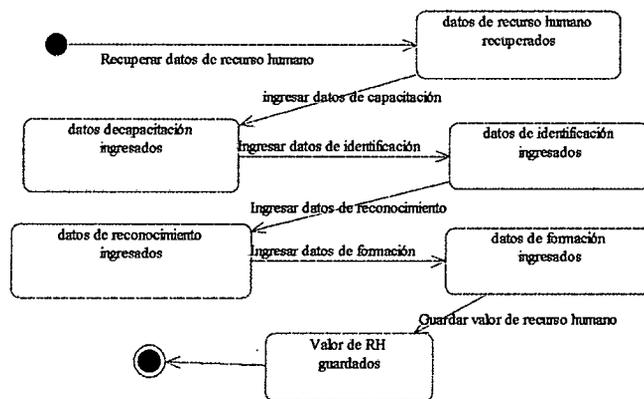


Figura 71: DE Ingresar recurso humano

## 7. Ingresar recurso financiero

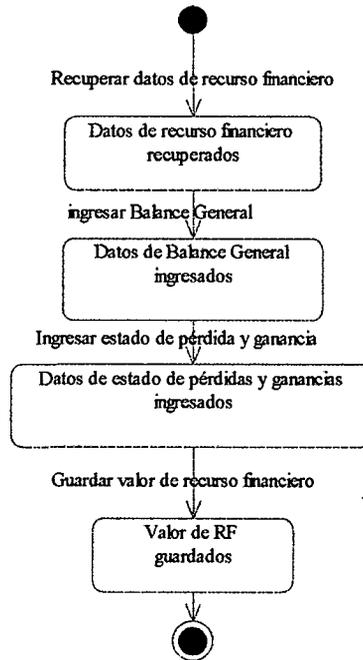


Figura 72: DE Ingresar recurso financiero

## 8. Ingresar organización y dirección empresarial

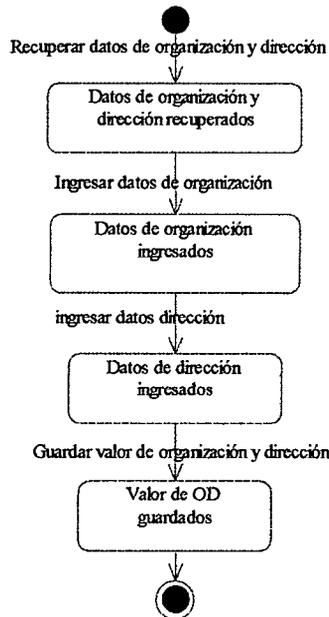


Figura 73: DE Ingresar organización y dirección empresarial

### 9. Ingresar actividades internas

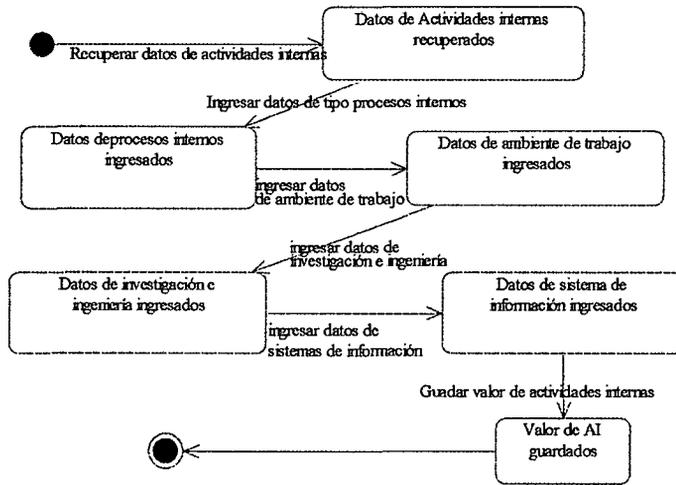


Figura 74: DE Ingresar actividades internas

### 10. Ingresar proceso económico

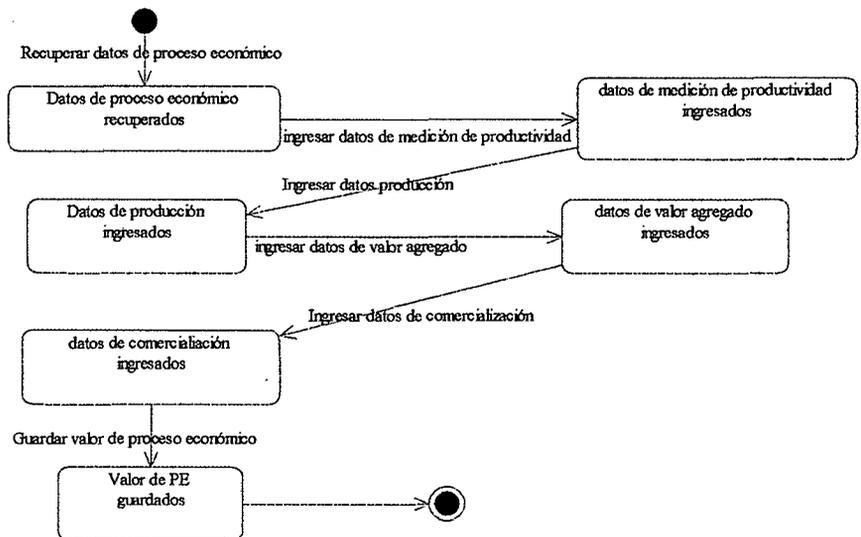


Figura 75: DE Ingresar proceso económico

## 11. Modificar datos de gestión empresarial



Figura 76: DE Modificar datos de gestión empresarial

## 12. Buscar datos de gestión empresarial

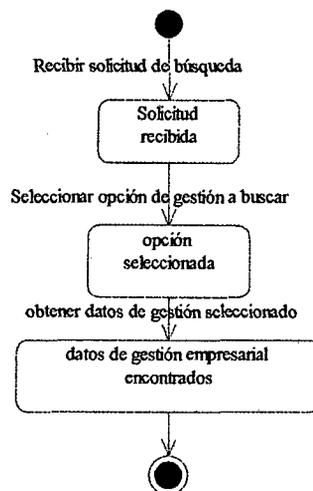


Figura 77: DE Buscar datos de gestión empresarial

### 13. Calcular índice de diagnóstico

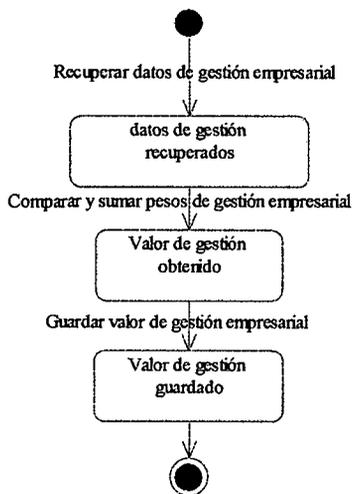


Figura 78: DE Calcular índice de diagnóstico

### 14. Generar reporte de diagnóstico

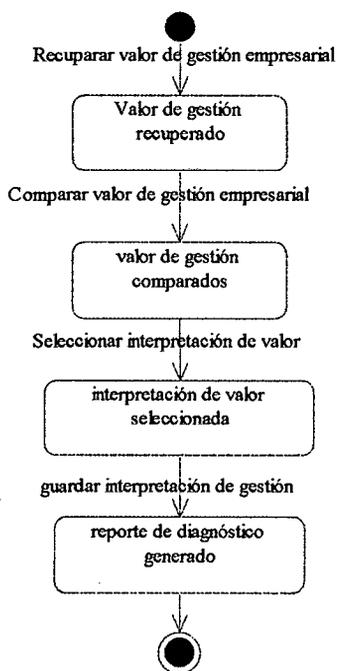


Figura 79: DE Generar reporte de diagnóstico

## 15. Consultar diagnóstico

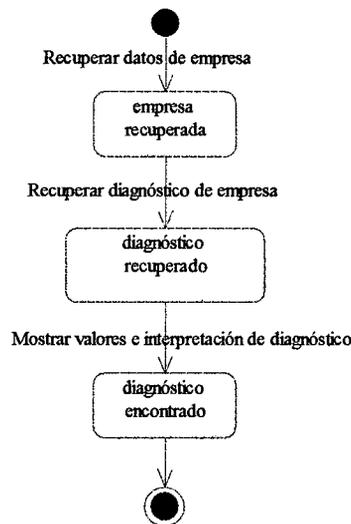


Figura 80: DE Consultar diagnóstico

## 16. Consultar módulo de capacitación

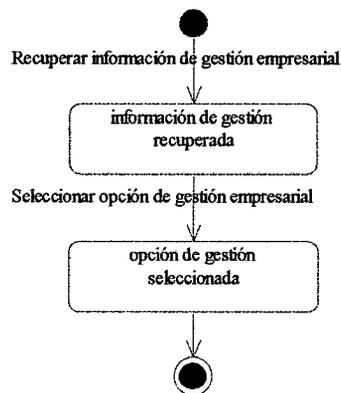


Figura 81: DE Consultar módulo de capacitación

### 3.8.2.1.4 Diagramas De Actividad:

Los Diagramas de Actividad representan como se dirigen los flujos de los procesos internos (en oposición a los eventos externos). No están disponibles en Booch ni en OMT.

Un diagrama de actividad muestra la relación de operación para conseguir un objetivo. Presenta una visión simplificada de lo que ocurre en un proceso, mostrando los pasos que se realizan,

constituyéndose en uno de los diagramas que modelan los aspectos dinámicos del sistema.

Comúnmente los diagramas de actividad se utilizan en dos formas. En el **modelado de flujos de trabajo**, haciendo hincapié en las actividades tal y como son vistas por los actores que colaboran con el sistema, esto es, modelando procesos de negocio. En el **modelado de una operación**, utilizando los diagramas de actividades como diagramas de flujo para mostrar detalles de un algoritmo, haciendo amplio uso de las condiciones y modelado de procesos concurrentes.

### 1. Verificar usuario de sistema

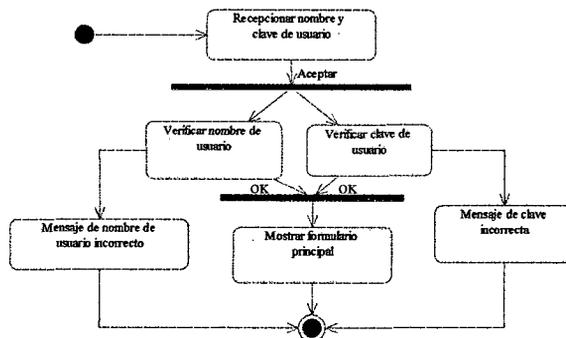


Figura 82: DA Verificar usuario de sistema

## 2. Registrar empresa

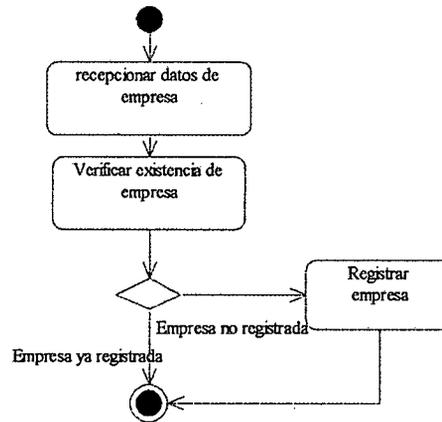


Figura 83: DA Registrar empresa

### 3. Buscar empresa

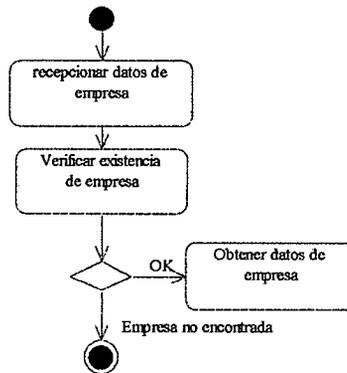


Figura 84: DA Buscar empresa

### 4. Modificar empresa

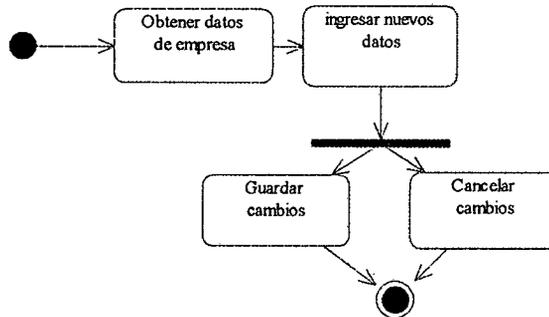


Figura 85: DA Modificar empresa

### 5. Ingresar datos de gestión empresarial

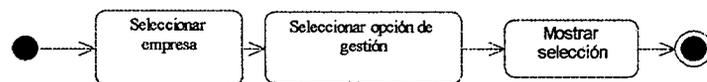


Figura 86: DA Ingresar datos de gestión empresarial

## 6. Ingresar recurso humano

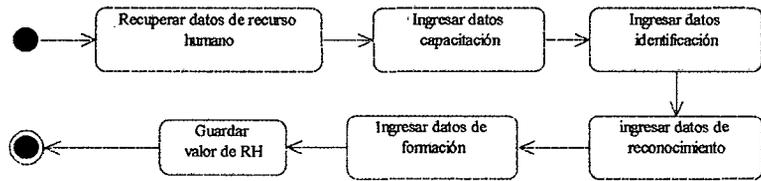


Figura 87: DA Ingresar recurso humano

### 7. Ingresar recurso financiero

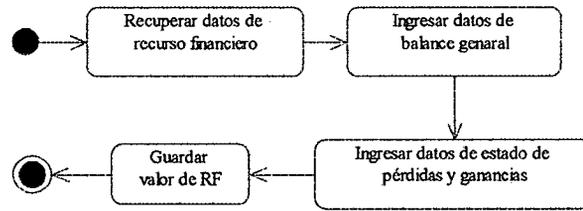


Figura 88: DA Ingresar recurso financiero

### 8. Ingresar organización y dirección empresarial

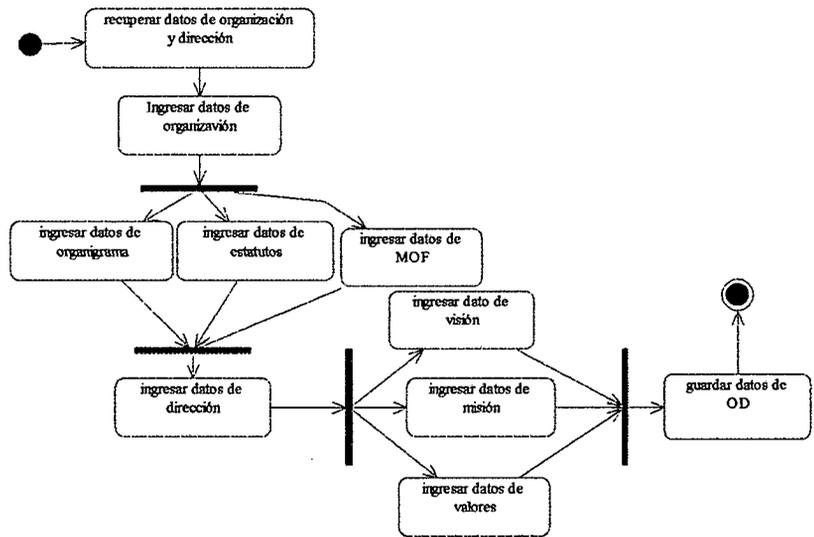


Figura 89: DA Ingresar organización y dirección empresarial

### 9. Ingresar actividades internas

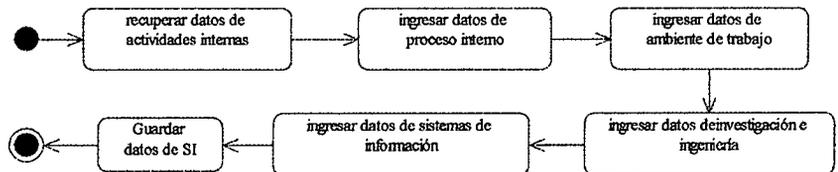


Figura 90: DA Ingresar actividades internas

### 10. Ingresar proceso económico

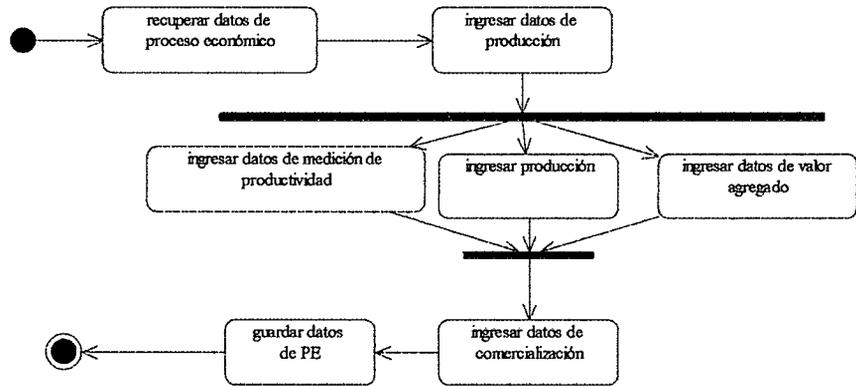


Figura 91: DA Ingresar proceso económico

### 11. Modificar datos de gestión empresarial

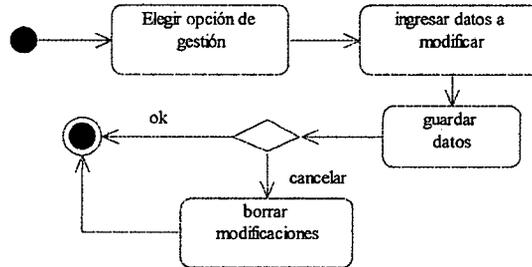


Figura 92: DA Modificar datos de gestión empresarial

### 12. Buscar datos de gestión empresarial

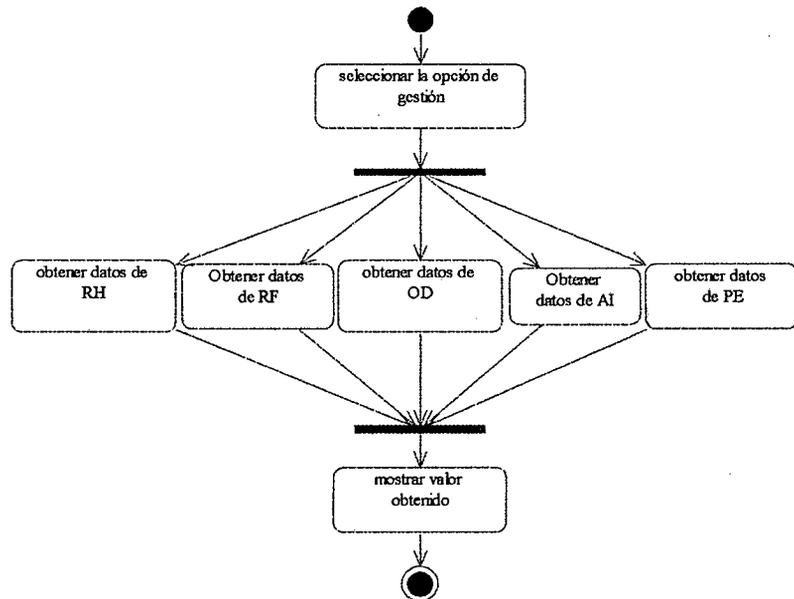


Figura 93: DA Buscar datos de gestión empresarial

### 13. Calcular índice de diagnóstico

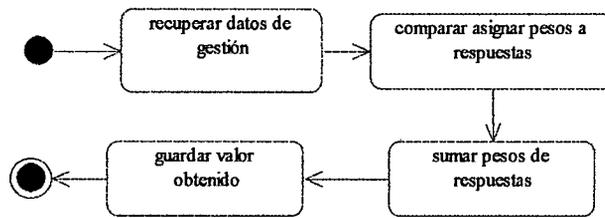


Figura 94: DA Calcular índice de diagnóstico

### 14. Generar reporte de diagnóstico

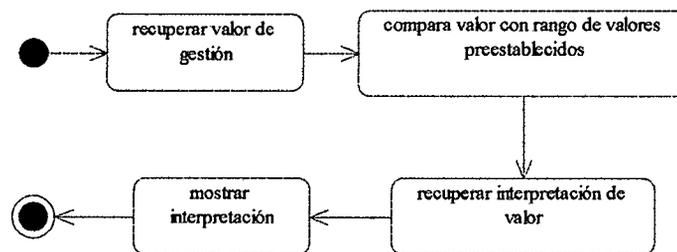


Figura 95: DA Generar reporte de diagnóstico

### 15. Consultar diagnóstico

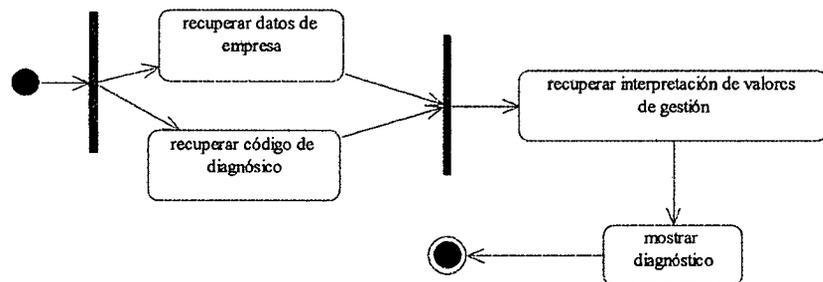


Figura 96: DA Consultar diagnóstico

### 16. Consultar módulo de capacitación

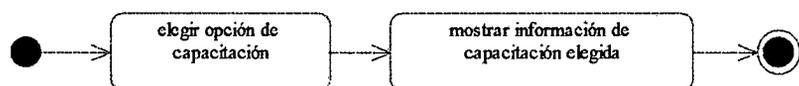


Figura 97: DA Consultar módulo de capacitación

### 3.8.2.2 DIAGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Los diagramas de implementación, como su propio nombre indica, representan aspectos relativos a la implementación incluyendo la estructura del código fuente y otras características propias del tiempo de ejecución. UML tiene dos tipos de diagramas de implementación:

**Diagrama De Componentes:** Los Diagramas de componentes permiten visualizar las partes de un sistema, mostrando las diversas formas en que pueden ensamblarse para construir ejecutables. Un Diagrama de Componentes muestra las dependencias entre componentes físicos de software, tales como archivos de código fuente, binarios, ejecutables, etc. En sí, los Diagramas de Componentes muestran la dependencia entre los componentes software.

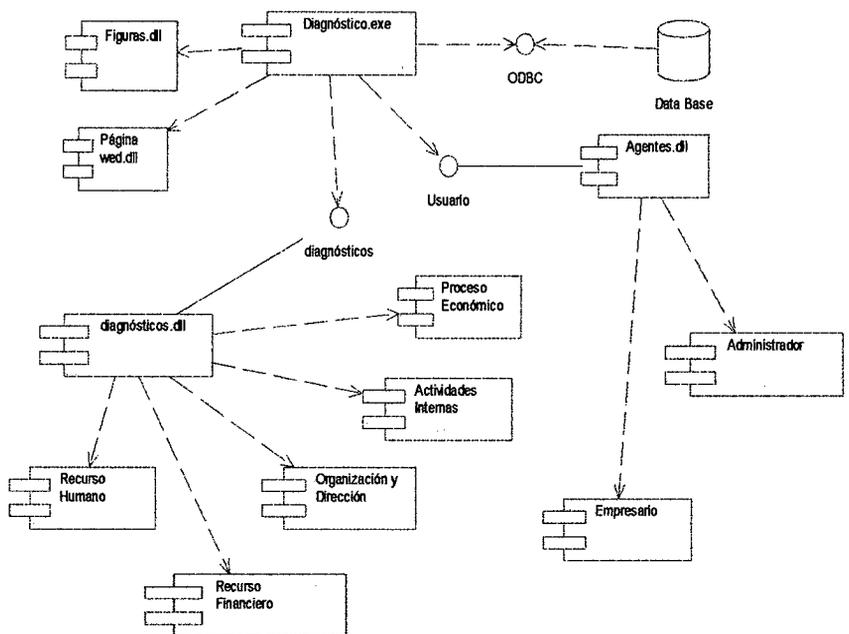


Figura 98: Diagrama de Componentes

### Aprendizaje de la RNA

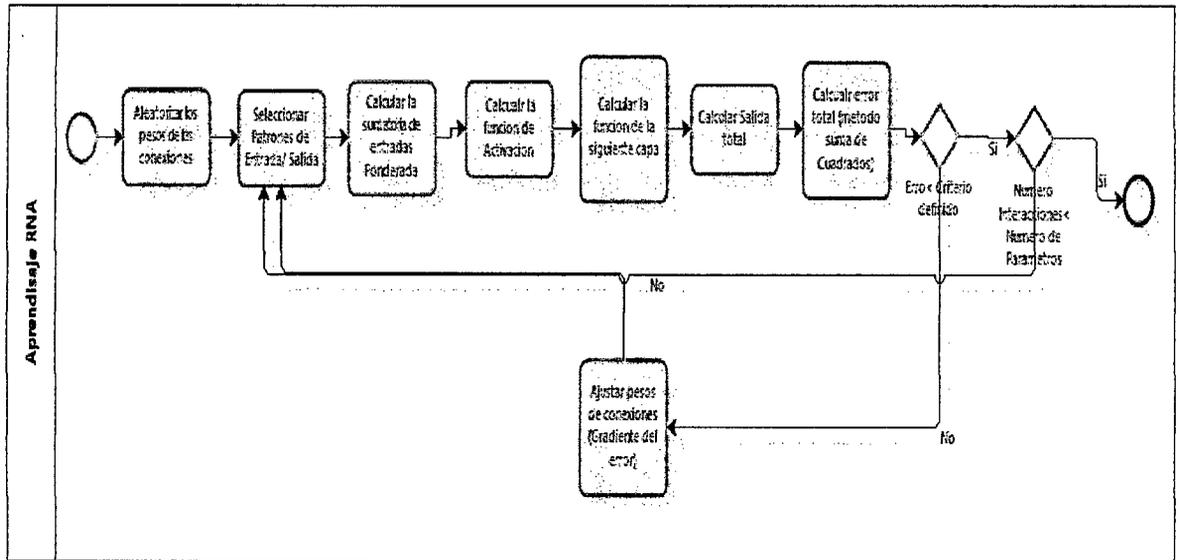


Figura 99: Diagrama de RNA

### 3.9 DISEÑO DE INTERFAZ

#### Menú Principal

#### PANTALLA PRINCIPAL

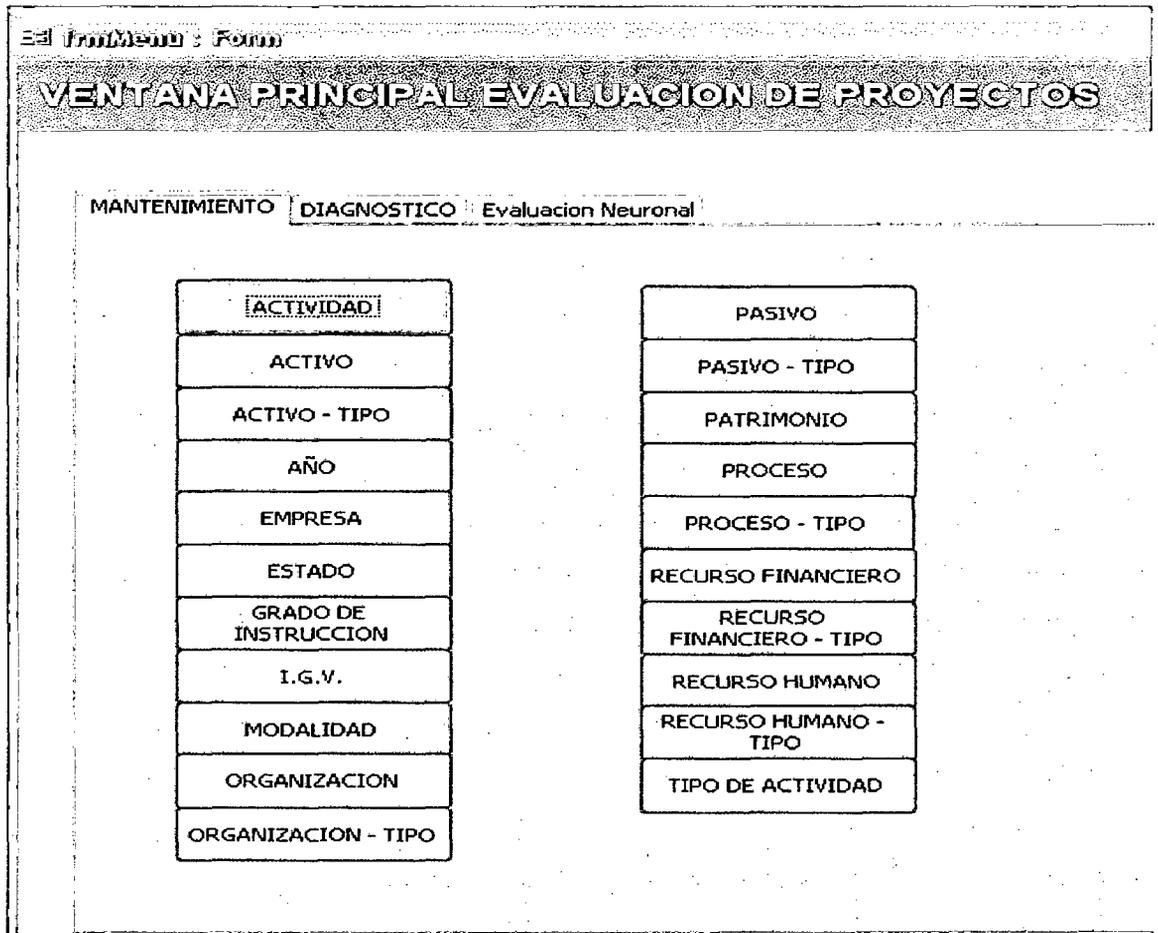


Figura 101: Pantalla de Menú principal

## Contenido Del Menú Principal

### Mantenimiento De Empresa

The screenshot shows a software application window titled "frmEmpresa" with a dark header bar containing the text "EMPRESAS". Below the header is a form with the following fields and values:

Nombre	EMPRESA 1
RazonSocial	S.R.L.
Direccion	Jr. Puno 228
Telefono	343247
e - mail	empresa1@hotmail.com
Representante	Mario Vasquez
Tipo Actividad	Servicios
Modalidad	Sociedad anonima
Estado	OPERATIVO

At the bottom of the form, there is a record navigation bar that reads "Record: 1 of 2" with navigation icons for first, previous, next, and last records.

Figura 102: Pantalla de ingreso de nueva empresa

### INGRESO DE UN NUEVO DIAGNÓSTICO

**DIAGNOSTICO**

Nombre Proyecto:

Fecha:

Empresa:

Estado:

Actividades Internas:

frmDiagnosticoActividadesInternas

Actividad	Valor	Estado	Local Propio	Ambiente Adecuado	Señalizaciones	Ventilado Iluminado
▶ Actividad 1	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
*	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Record: 14 of 3

Figura 103: Pantalla de ingreso de nuevo diagnóstico

### Menú Activos

frmActivo

**ACTIVOS**

Activo:

Estado:

Record: 1 of 7

Figura 104: Pantalla de ingreso de activos

### Menú Grado de Instrucción

frmGradoInstruccion

**GRADO DE INSTRUCCION**

Descripción: Analapeto

Estado: OPERATIVO

Record: 1 of 8

Figura 105: Pantalla de grado de instrucción

### Menú Organización Y Dirección Empresarial

frmOrganizacion

**ORGANIZACION**

Descripción: Organización 1

Tipo: Finanzas

Estado: CERRADO

Record: 1 of 2

Figura 106: Pantalla de ingreso de datos de organización

### Menú Pasivos

frmPasivo

**PASIVO**

Descripción: Sobregiros y préstamos

Estado: OPERATIVO

Record: 1

Figura 107: Pantalla de ingreso de datos de proceso (actividades internas)

### Menú Proceso Productivo

The screenshot shows a window titled 'frmRecursoHumano' with a header 'RECURSO HUMANO'. The form contains the following fields:

Nombres	Juan Perez
Tipo	
Grado Instrucción	Secundaria Incompleta
Fecha Nacimiento	01/Jan/08

Record: 1 of 6

Figura 108: Pantalla de ingreso de datos de Proceso Productivo

### Menú Diagnostico y ratios

Microsoft Access: [frmDiagnostico]

File Edit View Insert Format Records Tools Window Help Type a question for help

**DIAGNOSTICO**

Nombre Proyecto: PROYECTO 1

Fecha: \_\_\_\_\_

Empresa: EMPRESA 1

Estado: PENDIENTE

Actividades Internas: Balance Estado de resultados Organización Proceso Económico Recurso Financiero Recurso Humano

frmDiagnosticoBalance

IdEmpresa: EMPRESA 1

Record: 14 of 1

Activos			Pasivos			Patrimonio	
Activo	Activo Tipo	Valor	Pasivo	Pasivo Tipo	Valor	Patrimonio	Valor
▶ Caja y Bancos	Activo Corriente	100	▶ Sobregiros y préstamos bancarios	Pasivo corriente	10	▶ Capital adicional	100
Cuentas por cobrar	Activo Corriente	1000	Cuentas por pagar comerciales	Pasivo corriente	20	Reservas	10
Existencias	Activo Corriente	10	Beneficios sociales	Pasivo corriente	30	Resultados acumulado	50
Otros activos	Activo Corriente	50	Otras cuentas por pagar	Pasivo no corriente	40	Capital adicional	20
Intangibles	Activo no Corriente	515	Cuentas por pagar a largo plazo	Pasivo no corriente	50	Reservas	10
Inm. Maq. Y	Activo no Corriente	15				Resultados acumulado	10

Figura 109: Pantalla de ingreso de datos de Diagnóstico y Ratios

Módulo de evaluación Neuronal

Fin (Fin) Red (Neuronal) : Form

Empresa **INFPEEA**

Razon Acida	Razon Actividad Activo	Razon Actividad Cuentas Cobrar	Razon Actividad Rotacion Mercaderia
Razon Corriente	RotacionActivoTotal	CuentasCobrar	RotacionMercaderia
▶ 19.166666666667	▶ 5.84453635943892	▶ 10	▶ 1

Razon Corriente	Razon Endeudamiento Com	Razon Endeudamiento Deuda	Razon Endeudamiento Patrimonio Acti
Razon Corriente	ComposicionDeuda	Endeudamiento	DeudaPatrimonioAct
▶ 19.3333333333	▶ 0.4	▶ 0.08766803039	▶ 11.6890707188

Razon Utilidad Activos	Razon Utilidad Ingresos	Razon Utilidad Patrimonio
UtilidadIngresos	UtilidadIngresos	UtilidadIngresos
▶ 5.497369959088	▶ 0.9406	▶ 47.03

Figura 110: Pantalla Evaluación Neuronal

Hoja Excel par a entrenamiento d la Red Neuronal

C10		Empresa																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
10	Empresa	RATIO 1	RATIO 2	RATIO 3	RATIO 4	RATIO 5	RATIO 6	RATIO 7	RATIO 8	RATIO 9	RATIO 10	RATIO 11	RATIO 12	RATIO 13	RATIO 14	RATIO 15	Evaluacion				
11	Proyecto 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Proyecto 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Proyecto 3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.66666667			
14	Proyecto 4	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0.49999999			
15	Proyecto 5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.93333333			
16	Proyecto 6	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8			
17	Proyecto 7	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.65666667			
18	Proyecto 8	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.73333333			
19	Proyecto 9	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0.65666667			
20	Proyecto 10	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0.73333333			
21	Proyecto 11	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8			
22	Proyecto 12	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.66666667			
23	Proyecto 13	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.73333333			
24	Proyecto 14	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.73333333			
25	Proyecto 15	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.65666667			
26	Proyecto 16	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.73333333			
27	Proyecto 17	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8			
28	Proyecto 18	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0.6			
29	Proyecto 19	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.66666667			
30	Proyecto 20	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.8			
31	Proyecto 21	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.65666667			
32	Proyecto 22	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0.8			
33	Proyecto 23	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.85666667			
34	Proyecto 24	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0.73333333			
35	Proyecto 25	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.26666667			
36	Proyecto 26	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0.53333333			
37	Proyecto 27	0.44	0.26	1	1	0.81	0.92	0.91	0.86	0	0	1	1	1	1	1	1	0.73333333			
39	Evaluacion Neuronal																				

Figura 111: Pantalla de Entrenamiento Neuronal

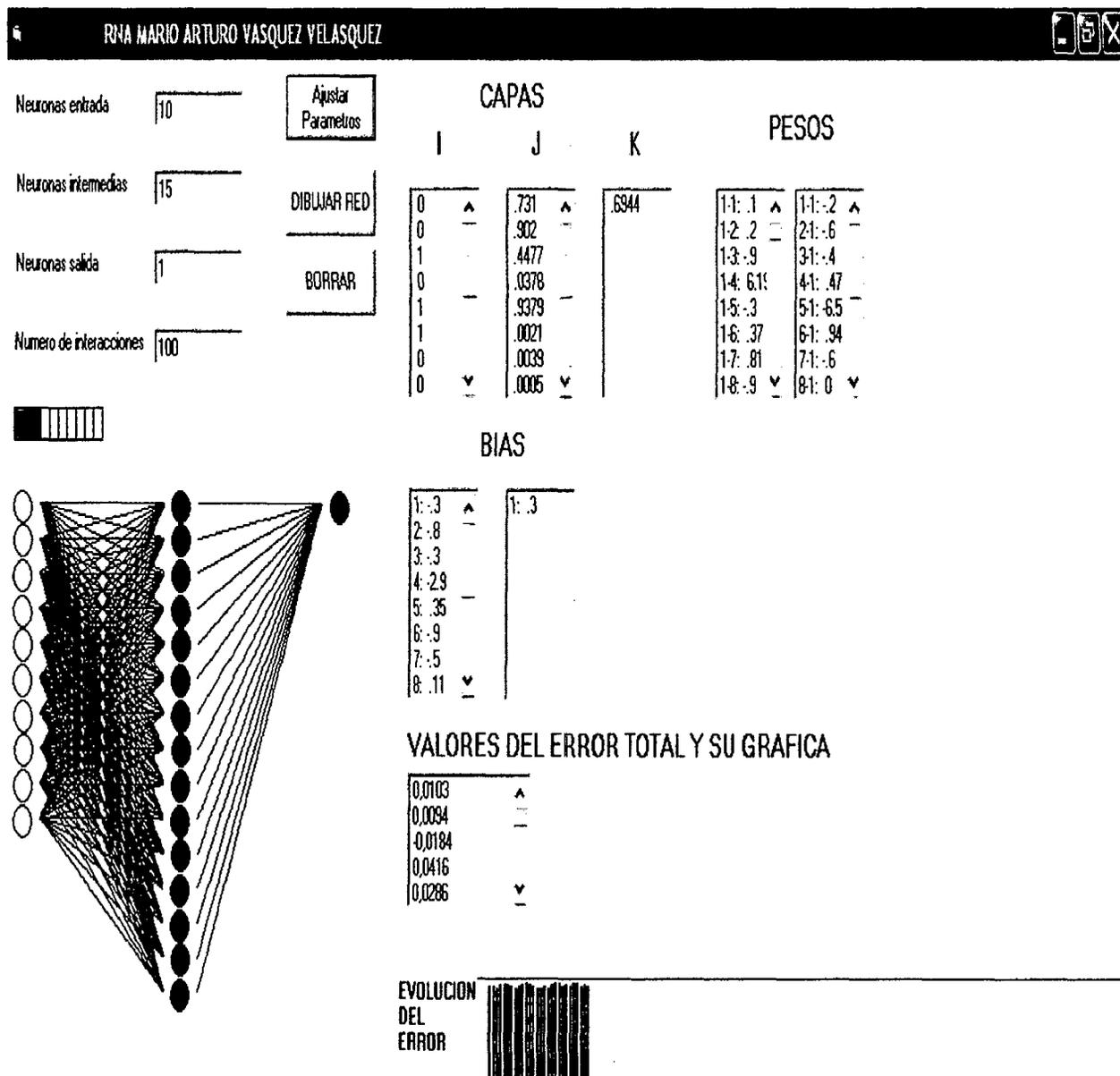


Figura 112: Pantalla de Entrenamiento Neuronal



**CAPITULO IV**  
**METODOLOGIA D E LA INVESTIGACION**

#### **4.1 Planteamiento del problema**

##### **Situación problemática**

- La evaluación de Proyectos de Inversión Privados se realiza por métodos muy subjetivos y en base a la experiencia del evaluador.
- Algunos Proyectos de Inversión Privados no toman en cuenta el análisis de variables cualitativas para la evaluación.
- No es posible evaluar el éxito de un Proyecto de Inversión Privado Nuevo pues sólo se analizan datos históricos.

La experiencia en la mayoría de entidades, refleja la ausencia de herramientas eficientes y eficaces para poder analizar las diferentes variables que están involucradas en el proceso de evaluación y clasificación e Proyectos de Inversión Privados.

Como en el medio local no existen aplicaciones similares de este tipo, considerando que se convierte en una gran oportunidad para desarrollar un estudio que abarque esta clase de aplicaciones.

Las entidades financieras para ser competitivas requieren superar restricciones, entre estas tenemos: predicción manual y lenta de clientes que clasifican para la evaluación de Proyectos de Inversión Privada, baja productividad de empleados, también se ven afectadas por limitaciones externas para atraer más clientes así como el marco regulatorio.

Actualmente en nuestra ciudad operan alrededor de 4000 pequeñas y microempresas, responsables de generar el mayor porcentaje de empleo, es necesaria crear técnicas y métodos que permitan a las entidades financieras evaluar las distintas variables que influyen para determinar si es factible otorgar créditos a sus clientes para el financiamiento de Proyectos de Inversión Privados, así como predecir la evolución de algunas variables.

##### **Formulación del problema**

¿En qué medida las Redes Neuronales Artificiales influyen en la evaluación de los Proyectos de Inversión Privados realizados por las entidades financieras en ciudad de Cajamarca en el 2008-2012?

## **4.2 Delimitación y justificación**

### **Desde el punto de vista económico**

La presente tesis tiene relevancia porque se fortalecerá el análisis de proyectos de inversión privados, clasificándolos por patrones que no son perceptibles a simple vista permitiendo así ahorros en costos y tiempo.

### **Desde punto de vista teórico y metodológico**

Esta tesis aportará las pautas para futuras investigaciones en el campo de la inteligencia artificial, se espera que sirva de base para el desarrollo de aplicaciones basadas en Redes Neuronales artificiales.

### **Limitación de la investigación**

El único límite que se encuentra está dado por la confidencialidad de la información acerca de los proyectos de inversión, los empresarios no permiten ver el registro de sus ratios financieros de manera libre.

### 4.3 Formulación de hipótesis

#### Hipótesis

Hi: las Redes Neuronales Artificiales influyen eficazmente en más de un 15% en la evaluación de los Proyectos de Inversión Privados en Cajamarca en el 2012

Ho: las Redes Neuronales Artificiales influyen eficazmente en menos de un 15% en la evaluación de los Proyectos de Inversión Privados en Cajamarca en el 2012

Operacionalización de variables para la hipótesis:

Variable Independiente	Indicadores	Unidades/Categorías	Escala
Técnica de Red Neuronal Artificial	Tipo de Red Neuronal	Perceptron Adalina BackPropagation Bolztman Hopfield Kohonen	Nominal

**Tabla 11 Operacionalización Variable Independiente**

Variable Dependiente	Indicadores	Unidades/Categorías	Escala
Eficacia en la evaluación de Proyectos de Inversión	Tiempo Costo	Máximo 5% del tiempo y costo total del proyecto	Continua Continua

**Tabla 12 Operacionalización Variable dependiente**

#### 4.4 Indicadores

- Perceptron
- Adalina
- BackPropagation
- Bolztman
- Hopfield
- Kohonen

## **4.5 Metodología de investigación**

### **4.5.1 Tipo de la investigación**

De acuerdo al fin que se persigue esta tesis es de tipo aplicada, teniendo en cuenta que se llegara a implementar un software capaz de comportarse como una red neuronal artificial.

De acuerdo a la técnica de contrastación Correlacionales porque tengo una variable independiente que es La Red Neuronal Artificial y la variable dependiente que es la Evaluación y Clasificación de Proyectos de Inversión Privados y se pretende demostrar cómo influye en la otra variable

### **4.5.2 Régimen de Investigación**

El régimen es libre

### **4.5.3 Procedimiento y técnicas de recolección de datos**

Se dispone de información histórica de proyectos de inversión Privados desde los años 2004 hasta el 2012 los cuales contienen todos los ratios financieros para su evaluación. Dicha información se encuentran registradas en hojas en Excel que no guardan un formato único.

### **4.5.4 Descripción de equipos e instrumentos de medición**

Para realizar la evaluación de un proyecto de inversión privado se registran datos en hojas en Excel que no guardan un formato único ya que dependerá del tipo de inversión a realizar, naturaleza del negocio, número de trabajadores, tipo de organización que la ejecutara.

Así mismo se registra información cualitativa la cual se la monitorea ponderando dichas variables a equivalentes cuantitativas.

### **4.5.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Se realiza el registro de cada proyecto de inversión en formatos únicos en hojas Excel, registrando los Balances Generales y los Estados de Ganancias y pérdidas. Se generan así los diferentes ratios financieros para el estudio.

Se crea una hoja en Excel con la funcionalidad de macros hechas en Visual Basic, la misma que es capaz de generar una Red Neuronal Artificial capaz de aprender de dichos datos, se utiliza un 80% de estos datos para el aprendizaje y un 20% para el testeo.

Una vez que la red es capaz de aprender, se pasa la lógica de la RNA a un aplicativo hecho en Visual Basic en su versión 6.0.

Hasta este punto la RNA ya es capaz de minimizar la función cuadrática total y ya puede ser utilizada en un aplicativo completo con motor de base de datos Access.

#### **4.5.6 Control de calidad de datos**

En el proceso de entrenamiento de la Red neuronal Artificial siempre se separa un 20% de datos para el posterior testeo y aseguramiento de la buena predicción de porcentaje de éxito de un proyecto de inversión privado.

Así, de esta manera, se toman datos al azar hecho por el software separando dentro de este 20% proyectos buenos, regulares y malos para evitar el sesgo en la predicción y que la red neuronal no haya sido entrenada sólo con un tipo de datos.

#### **4.5.7 Localidad e Institución donde se desarrollará el plan de investigación**

La presente tesis se aplicará al Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Perú

#### **4.5.8 IMPORTANCIA DE ESTUDIO Y ANTECEDENTES (Teórica y práctica)**

##### **Teórico**

La presente investigación se sustenta en la teoría pura del Análisis Matemático, Inteligencia artificial, Estadística, Desarrollo de Software y Evaluación de proyectos de inversión Privados.

##### **Práctico**

La presente investigación encuentra su justificación práctica en la medida en que ayuda a las empresas a mejorar la evaluación de proyectos de Inversión Privados

#### **4.5.9 Investigación analítica**

##### **Lo q se plantea**

Los tipos de investigación que se están considerando para el presente proyecto están basados en una mezcla de **investigación exploratoria y descriptiva** y más que considerar una clasificación, constituye un continuo de “causalidad” del alcance que se puede tener. Con esta reflexión importante, la estrategia de la investigación, así como el diseño, los procedimientos y otros componentes de los procesos serán distintos.

En este sentido, se propone desarrollar un simulacro de evaluación de proyectos de inversión sobre modelos multivariantes dinámicos construidos a partir de redes neuronales artificiales, para predecir el porcentaje de qué tan bueno, regular o malo puede resultar dicho proyecto. Los resultados estarán siendo evaluados con modelos Backpropagation, series de tiempo, regresión lineal y múltiple, y un modelo multivariante construido en forma aleatoria. Los mejores modelos producidos por las redes neuronales artificiales arrojaron un porcentaje de predicción de signo.

Para cada paso se obtendrá una probabilidad y una estadística, obteniéndose al final una traza de la ejecución de la red neuronal artificial, y que coopera también con dichos resultados a un nivel más detallado. Permitiendo evaluar el desempeño propuesto.

La administración de riesgo empresarial. El administrar el riesgo es administrar el negocio, ya que el riesgo es inherente en toda la organización. Por lo que la naturaleza y la extensión del riesgo que se asume dependen de los objetivos del negocio y la forma de cómo se responde a esos riesgos al intentar mitigarlos.

Se pondrá énfasis en la aplicación de modelo como una herramienta de administración de riesgo empresarial así como la econometría expondrá conceptos y conocimientos de procesos estocásticos, probabilidad e inferencia estadística para la estimación y análisis de los modelos econométricos.

#### **4.5.10 Estructura del modelo**

Para resolver los problemas citados en el apartado anterior, se necesita crear un sistema que sea capaz de registrar datos cualitativos y cuantitativos que influyen en la evaluación de un proyecto de inversión y que con los sistemas actuales no detectan.

Para llegar a esta solución se implementara un sistema Neuronal capaz de analizar los ratios financieros que serán el resultado del procesamiento de los Balances y estados de Resultados registrados en un software implementado con base de datos.

El poder radica en que dicha RNA ira aprendiendo de los datos históricos que se le vaya suministrando, ajustando su error de predicción con cada dato por lo menos 400 veces hasta llegar al error mínimo aceptable. Obviamente dicho software sólo será una herramienta más para el experto humano que tendrá la posibilidad de decidir basado en información más rica.

Una propuesta confiable para reducir la incertidumbre del cálculo del riesgo objetivo de un proyecto antes de ser iniciado, consiste en establecer un modelo que utilice los datos históricos de proyectos similares ejecutados, con el fin de identificar los factores de riesgo que afecten las variables de éxito del proyecto. El modelo propuesto usa como herramienta de análisis las redes neuronales artificiales, el cual tendrá como salida, variable de evaluación estimada, el indicador del objetivo del proyecto (efectividad, eficiencia y calidad) y el cálculo del riesgo en términos de la probabilidad de éxito o fracaso del proyecto antes de su ejecución. Esta medida estimada del riesgo debe definir las estrategias y planes de monitoreo o mitigación de riesgos.

Durante la etapa de evaluación del riesgo surge el problema de averiguar en qué medida los riesgos pueden repercutir en los objetivos del proyecto. Por ejemplo, si los riesgos impactan demasiado sobre el proyecto se obtiene baja probabilidad de éxito. Sin embargo, hay que tener en cuenta la base o umbral de comparación que arroja el modelo. Por ejemplo, supóngase a la efectividad como objetivo del proyecto, la cual se mide por el índice de efectividad (resultados alcanzados sobre

resultados planificados), a fin de definir el éxito o el fracaso de un proyecto, el cual se compara con los índices de efectividad de proyectos similares. Por ejemplo, supóngase que un proyecto obtiene un índice de efectividad  $E_1$  entre 0,7 y 0,8. Si se define un índice de efectividad teórico de éxito  $E_2 = 1,0$  como umbral de comparación, entonces, el proyecto es considerado como fracaso, ya que  $E_1 < E_2$ . Por el contrario, si se eligió como umbral el valor que arroja el modelo basado en redes neuronales artificiales, teniendo como dato la información de todos los proyectos similares ejecutados por la organización (y esta fuera,  $E_3 = 0,65$ ) se tendría éxito ( $E_1 > E_3$ ). Esto último ocurre porque el objeto de comparación se basa en experiencias reales de la organización. Por lo tanto, se procurará determinar el criterio de evaluación de los datos observados en base a las actuaciones reales de la empresa, mediante información relevante y actualizada, con el fin de formular un modelo adecuado que use la herramienta de las redes neuronales artificiales.

La estrategia que se propone está basada en el diseño de indicadores históricos comunes a los proyectos de una organización, que permitan construir una base de datos históricos de su comportamiento en la ejecución de proyectos similares, con el fin de calcular el impacto de los factores de riesgo sobre los objetivos del proyecto. El propósito de esta estrategia es generar una base de comparación del valor del riesgo. Por otra parte, se debe tener especial cuidado al definir los factores de riesgo, procurando identificar factores característicos, de modo que estos no resulten teóricos, irreales o de medición complicada. Se debe lograr que los datos tengan la mayor exactitud posible y puedan ser obtenidos con facilidad.

Además, deben identificarse los factores del riesgo que tienen impacto positivo o negativo en los objetivos de un proyecto. A fin de evaluar el valor del riesgo, debe medirse la variación del impacto de los factores del riesgo en los objetivos.

Este documento propone definir los objetivos de un proyecto bajo el esquema de rentabilidad descrito en la figura 34. El esquema permite identificar los indicadores del negocio, relacionando elementos cuantificables para luego transformarlos a indicadores básicos. El esquema de rentabilidad está sostenido por tres indicadores generales: efectividad, eficiencia y calidad.

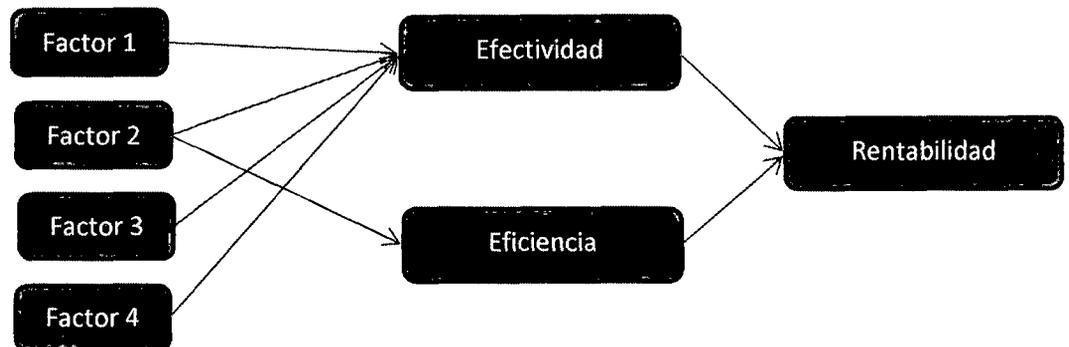
Con el fin de comprobar si un proyecto está cumpliendo con los objetivos expuestos, se consideran los umbrales de efectividad, eficiencia y calidad; de esta manera, el éxito o el fracaso del proyecto se definen según cómo se establecen estos umbrales. Esta interpretación permite definir un proyecto como exitoso, sobre la base de un aspecto específico (por ejemplo, un proyecto puede considerarse exitoso si el Ratio de Liquidez supera o iguala el umbral establecido por el modelo, en caso contrario el proyecto se considera como regular o malo). Este concepto puede ser representado por una función de muchas variables, que calcula la métrica elegida para representar el éxito.



**Figura 114: Calculo Rentabilidad**

La figura 35 proporciona un esquema asociado a la presente propuesta.

Asimismo, al usar la herramienta de redes neuronales artificiales puede calcularse la probabilidad de éxito para el proyecto actual; si esta probabilidad es inferior al umbral escogido, el impacto de los factores de riesgo aumenta, y tiene que activarse un plan de contingencia para mitigar el riesgo; caso contrario, si esta probabilidad es superior al umbral definido, el impacto de los factores de riesgo disminuye, por lo tanto la influencia de los factores de riesgo sobre los objetivos del proyecto (esquema de rentabilidad) es mínima y manejable en la etapa de monitoreo del proceso de gestión del riesgo



**Figura 115: Calculo Rentabilidad**

Los datos históricos basados en los factores del riesgo permitirán construir una función de regresión para la evaluación del riesgo, ya que posibilita generar como salida los umbrales de comparación de los objetivos del proyecto. Esta función es generada al usar como herramienta las redes neuronales artificiales, cuyo resultado representa la métrica elegida para representar el éxito.

El modelo de predicción tiene como finalidad la estimación de la métrica de éxito del proyecto representado por una función de regresión no lineal, utilizando para tal fin la herramienta de redes neuronales artificiales. La métrica de éxito elegida es el índice de efectividad en las utilidades del proyecto (EFU) y la estructura de la red neuronal artificial utilizada en el modelo es la de retropropagación conocida como red multicapa Feedforward (Rumelhart et al. 1986), donde las variables de entrada son los indicadores de los factores de riesgo del proyecto, y la salida es la métrica de éxito del proyecto (estimación de función de regresión no lineal). Una descripción de este modelo, se aprecia en la figura 36, donde el modelo de predicción calcula la métrica de éxito del proyecto, lo que da como resultado el valor del indicador de efectividad EFU. En síntesis, el modelo permite predecir el indicador de efectividad EFU de un proyecto nuevo y, asimismo, sirve para generar una base de datos donde estén clasificados los proyectos ejecutados como proyectos con éxito o fracaso. En particular, si para un proyecto su indicador de efectividad real es mayor que el indicador de efectividad estimado por el modelo de predicción (valor umbral estimado por la red neuronal) el proyecto se clasifica como éxito (1); en caso

contrario se clasifica como un fracaso (0) y se almacena en la base de datos con los indicadores de los factores de riesgos que le corresponde.

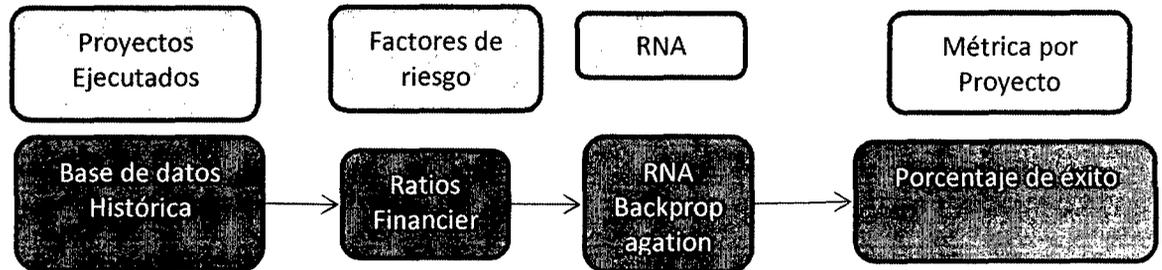


Figura 116: Calculo Rentabilidad

El modelo anterior permite clasificar los proyectos (proyectos ejecutados), en tres clases (Bueno, regular o malo), mediante la comparación del valor que arroja la red, que es el valor umbral del índice de efectividad en las utilidades (EFU), el cual es comparado con el EFU real del proyecto ejecutado, si el EFU real es mayor o igual que 70%, entonces se clasifica como éxito, si esta entre un rango de 70% y 45% se considera regular, en caso contrario como malo.

Considerando este esquema se puede construir una base de datos histórica donde los proyectos de infraestructura ejecutados pertenecen a una clase Bueno con clasificación 1 y a una clase Malo con clasificación 0.

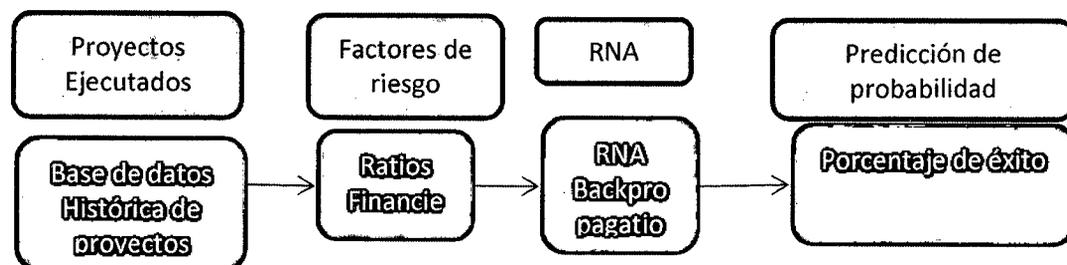
Asimismo, esta información permite estimar la probabilidad de éxito de un proyecto de infraestructura en general antes de que el proyecto se inicie.

Efectivamente, a partir de los conjuntos de clasificación definidos por la red (clase proyecto Bueno, Regular y clase proyecto Malo) y basados en el modelo de validación de eficiencia (Sarcià et al. 2007) se puede calcular la probabilidad a priori del éxito proyecto de la siguiente forma:

CE= Número de proyectos de la clase Buenos

CF= Número de proyectos de la clase Malos

Una vez clasificados los proyectos ejecutados por la empresa, como Buenos  $\geq 0.70$ ,  $0.70 > \text{Regulares} > 0.35$  y Malos  $\leq 0.35$ , agrupados en forma conjunta con los indicadores de los factores de riesgo que determinan su clasificación, es posible aplicar un modelo que pueda predecir la probabilidad de éxito de un nuevo proyecto, indicando su tendencia de éxito o fracaso. Esta metodología implica el uso de una segunda red neuronal artificial feedforward donde las entradas son los indicadores de los factores de riesgo que afectan los objetivos del proyecto y la salida es un valor entre uno y cero que representa la probabilidad de éxito de un nuevo proyecto. Para esto se establece un patrón de aceptación o rechazo, lo cual permitirá aplicar las medidas de evaluación del modelo. En este caso, si el valor de salida es entre 0,9 y 1, se establece la tendencia de éxito del proyecto, y si el valor de salida es entre 0 y menos de 0,5 se establece la tendencia de fracaso del proyecto. Un esquema de este modelo se aprecia en la figura 37



**Figura 117: Calculo Rentabilidad**

En este caso se considera un conjunto real de observaciones constituido por la información de los proyectos ejecutados.

Se logró contar con la data histórica de 30 proyectos de ejecutados desde 2004 hasta el 2012. La información de cada proyecto se distribuye por empresa conforme a la siguiente tabla:

Proyecto	RATIO 1	RATIO 2	RATIO 3	RATIO 4	RATIO 5	RATIO 6	RATIO 7	RATIO 8	RATIO 9	RATIO 10	RATIO 11	RATIO 12	RATIO 13	RATIO 14	RATIO 15	Evaluación
Proyecto 1	1.67	1.82	1.72	1.87	1.85	2.1	1.21	1.21	1.92	1.82	1.26	1.28	1.65	1.92	1.02	1.621333
Proyecto 2	0.56	0.21	0.02	0.89	0.98	0.3	0.07	0.03	0.34	0.21	0.21	0.34	0.56	0.6	0.21	0.368667
Proyecto 3	0.23	0.12	0.62	0.15	2.3	1.78	1.76	1.92	2.7	2.3	3.1	1.82	0.23	2.82	1.2	1.536667
Proyecto 4	2	3.2	0.33	2.34	0.24	1.2	0.25	0.35	0.11	0.99	0.15	0.14	0.97	0.11	0.2	0.838667
Proyecto 5	0.23	2.54	1.2	1.56	2.3	3.45	2.12	2.34	1.23	2.3	4.56	0.97	0.96	0.94	0.76	1.830667
Proyecto 6	0.34	0.16	0.43	2.45	2.34	0.12	0.43	2	3	2.3	2.12	3.13	1.89	1.12	1.08	1.527333
Proyecto 7	0.023	0.034	0.052	0.45	1.23	0.32	0.04	0.02	0.05	0.03	0.03	0.08	0.034	1.65	1.27	0.3542
Proyecto 8	0.34	1.87	0.23	1.45	1.98	0.87	0.23	0.234	1.35	1.23	1.56	1.78	1.23	1.98	1.34	1.178267
Proyecto 9	1.45	2.65	1.23	0.43	1.26	0.24	0.16	1.54	1.64	1.35	0.72	1.12	1.32	1.26	1.23	1.173333
Proyecto 10	1.23	1.31	0.23	1.21	1.27	0.34	0.17	1.27	1.28	1.38	0.32	1.2	1.92	1.26	1.25	1.042667
Proyecto 11	1.26	0.25	1.27	0.25	1.29	0.23	1.29	1.92	1.25	1.28	1.26	1.54	1.22	1.76	1.78	1.19
Proyecto 12	0.03	0.04	0.031	0.025	0.029	0.02	0.052	0.034	0.029	0.031	0.026	2.16	1.21	0.31	1.56	0.372467
Proyecto 13	1.76	0.32	1.64	0.63	1.37	0.61	1.84	1.72	1.62	1.42	1.2	1.21	1.23	1.86	1.62	1.336667
Proyecto 14	1.54	1.45	1.56	1.63	0.43	0.62	1.74	1.53	1.97	1.61	1.97	1.45	1.83	1.43	1.87	1.508667
Proyecto 15	1.24	0.21	1.62	1.62	0.2	0.31	1.56	1.56	1.21	0.61	1.82	1.25	1.83	1.12	1.93	1.206
Proyecto 16	1.21	0.43	0.25	1.45	0.21	1.82	1.35	1.54	1.42	0.25	1.72	1.95	1.83	1.92	1.82	1.278
Proyecto 17	0.21	0.15	1.46	1.73	0.41	1.73	1.62	1.52	1.97	1.38	1.68	1.51	1.92	1.34	1.36	1.332667
Proyecto 18	0.022	0.065	0.35	0.42	0.73	0.011	0.082	0.021	0.035	0.024	0.027	1.37	0.32	1.83	1.42	0.448467
Proyecto 19	0.26	1.56	1.72	1.76	1.84	1.85	1.73	1.85	1.96	1.94	1.95	1.63	0.84	1.63	1.93	1.63
Proyecto 20	1.03	1.74	0.05	0.76	1.04	1.57	1.83	1.23	1.67	1.83	1.34	1.84	0.03	1.74	1.76	1.297333
Proyecto 21	0.05	1.87	1.84	1.65	1.27	1.56	1.94	1.74	1.89	1.94	1.04	1.84	0.003	1.65	1	1.418867
Proyecto 22	1.56	1.76	0.84	0.83	0.99	1.34	1.56	1.76	1.76	1.54	1.76	0.34	1.83	1.54	1.6	1.400667
Proyecto 23	0.87	1.67	1.83	1.23	1.65	1.234	2.4	3.5	2.12	1.23	0.34	0.45	1.56	1.83	1.92	1.588933
Proyecto 24	1.56	0.03	1.75	0.04	1.34	1.76	1.92	0.53	1.74	1.93	1.67	0.05	1.56	1.43	1.23	1.236
Proyecto 25	0.04	0.03	0.65	1.65	1.67	0.07	1.43	0.01	0.03	0.02	0.05	0.07	0.04	0.07	0.01	0.389333

Proyecto 26	1.76	1.45	1.56	0.02	1.98	1.45	1.34	1.65	0.95	1.56	0.75	0.74	0.65	0.43	0.02	1.087333
Proyecto 27	0.44	0.26	1.65	1.83	0.81	0.92	0.91	0.66	0.03	0.03	1.84	1.42	1.25	1.45	1.56	1.004

Las pruebas de clasificación se efectuaron con el modelo de red neuronal artificial multicapa feedforward (Rumelhart et al. 1986) usando el algoritmo de aprendizaje de retropropagación de Levenberg-Marquardt (gradiente descendente optimizado).

A fin de mejorar la precisión de la red, se empleó una cantidad más amplia de datos, considerando un conjunto de prueba adicional al de validación. A diferencia del conjunto de validación, el conjunto de prueba no aporta ningún tipo de índice al entrenamiento de la red pues se trata de un indicador externo. El conjunto de validación aporta la razón de aprendizaje, que está en función al error cuadrático medio de la regresión con dicho conjunto. Se probaron 16 arquitecturas de redes neuronales artificiales. La distribución del número de capas como la cantidad de neuronas por capa se dio bajo la permutación de los números 5, 9, 15 y 20 (obtenidos por una función random de rango [2; 20]). Así mismo, se empleó el software SPSS para el cálculo de los datos estadísticos. La función de transición empleada en la red perceptrón multicapa feed forward es la función sigmoideal para la capa de entrada y las capas ocultas, y una función lineal para la capa de salida de la red.

De los 30 conjuntos de datos empleados en la preparación de las redes neuronales se emplearon 23 en el conjunto de entrenamiento y 7 en el de prueba. Para el entrenamiento se emplearon hasta dos métodos: máximo alcanzado (media) y gradiente mínimo alcanzado (razón de entrenamiento). Esto se debe a la necesidad de encontrar un mínimo local lo suficientemente bajo como para minimizar el error tanto en el conjunto de entrenamiento como en el de validación.

El entrenamiento de las diferentes arquitecturas de redes neuronales artificiales se evaluó teniendo en consideración dos métricas: el grado de error y el rendimiento.

Para la medición del grado del error de cada arquitectura se empleó el error porcentual absoluto medio (Mean Absolute Percent Error- MAPE) del conjunto de validación y del conjunto de prueba.

Finalmente, la definición del mejor modelo se realizó en base al cálculo del error absoluto medio de ambos conjuntos.

Para la evaluación de los resultados de salida de las diferentes arquitecturas probadas se empleó el índice de rendimiento error cuadrático medio (Mean Square Error- MSE) relativo al conjunto de entrenamiento, y el error porcentual absoluto medio (MAPE) de los conjuntos de validación y prueba.

Se procedió a clasificar los proyectos históricos de la empresa (proyectos ejecutados) en tres clases:

Bueno  $\geq 0.70$ ,  $0.70 > \text{Regular} > 0.35$  o Malo  $\leq 0.35$ , mediante la comparación del valor que arroja la red: el valor umbral del índice de efectividad en las utilidades (EFU), el cual es comparado con el EFU real del proyecto ejecutado; si el EFU real es mayor o igual que el EFU que arroja el modelo de predicción, entonces el proyecto se clasifica como éxito, en caso contrario como fracaso. Considerando este esquema se puede construir una base de datos histórica donde los proyectos evaluados por la empresa forman una clase éxito con clasificación 1 y una clase fracaso con clasificación 0.

Las salidas se determinaron según el signo de la diferencia entre el valor real y el valor estimado del índice EFU, en el caso de ser no nulo o positivo se califica el valor como 1 (éxito), en caso de ser negativo (si realmente se está por debajo del promedio) se califica como fracaso. Por ejemplo, si el valor estimado del índice

EFU obtuvo un valor de 1, 0 y el valor real del EFU es de 1,1 se puede inferir que el proyecto está por encima del promedio de la regresión, por lo cual es un hecho positivo (es una mejora). En caso contrario, si la red predice un valor del índice EFU de 1,1 y el valor real es 1,0; se puede decir que el proyecto no ha sido satisfactorio pues está por debajo del promedio histórico (estimado por el modelo).

El Cálculo de la probabilidad de éxito se calcula creando una matriz de datos con todas las combinaciones posibles de entrada. Esta etapa procesa la probabilidad de éxito de un proyecto (TP=1) y restringe el valor de los índices.

Una vez construida la base de datos que contiene todos los proyectos ejecutados, con sus indicadores de ratios financieros y su respectiva clasificación como Bueno, Regular o Malo, se procedió a implementar el modelo que prediga la probabilidad de éxito de un nuevo proyecto, indicando su tendencia de Bueno, Regular o Malo. Esta metodología implicó el uso de una segunda red neuronal artificial feedforward, donde las entradas son los indicadores de los factores de riesgo que afectan los objetivos del proyecto y la salida que se obtuvo es un valor entre cero y uno que representa la probabilidad de éxito de un nuevo proyecto.

Por ejemplo, un valor de salida 1 indica que el proyecto será un éxito, y un valor cero que será un fracaso, pero si la salida es un valor fraccionario como 0,3 significa que existe una probabilidad de 0,3 de que el proyecto sea un éxito y de un 0,7 de probabilidad de que sea un fracaso.

Para culminar el caso de estudio se procedió a construir una interfaz visual que acepte los valores de los ratios financieros del proyecto como datos de entrada, con el fin de predecir la métrica de éxito, que en el modelo es el indicador de efectividad (EFU).

Se eligió construir una interfaz que se programó en el lenguaje Visual Basic con capacidad de interactuar con una base de datos hecha en Access.

La interfaz visual es un formulario, el cual tiene como parámetros los 14 ratios financieros para el empleo del modelo. También tiene opciones para cerrar la ventana, limpiar los campos y predecir el resultado según los datos ingresados

Si sospechamos que un dato no ha sido validado para que se produzcan la predicción correcta, podríamos realizar 400 predicciones, tomando nota del número de aciertos obtenidos. Si obtenemos un valor demasiado alto o bajo consideraríamos que el resultado es poco compatible con la hipótesis de que la red evalúa bien un Proyecto de Inversión, y concluiríamos que las observaciones contradicen dicha hipótesis.

La aplicación de cálculos probabilísticos permite determinar a partir de qué valor debemos rechazar la hipótesis garantizando que la probabilidad de cometer un error es un valor conocido *a priori*. Las hipótesis pueden clasificarse en dos grupos, según:

1. Especifiquen un valor concreto o un intervalo para los parámetros del modelo.
2. Determinen el tipo de distribución de probabilidad que ha generado los datos.

Para esta tesis opto por considerar el segundo grupo pues determinare la probabilidad de éxito en la predicción de la clasificación de proyectos. Aunque la metodología para realizar el contraste de hipótesis es análoga en ambos casos, distinguir ambos tipos de hipótesis es importante puesto que muchos problemas de contraste de hipótesis respecto a un parámetro son, en realidad, problemas de estimación, que tienen una respuesta complementaria dando un intervalo de confianza (o conjunto de intervalos de confianza) para dicho parámetro. Sin embargo, las hipótesis respecto a la forma de la distribución se suelen utilizar para validar un modelo estadístico para un fenómeno aleatorio que se está estudiando.

#### 4.5.11 Planteamiento clásico del contraste de hipótesis

Se denomina hipótesis nula  $H_0$  a la hipótesis que se desea contrastar. El nombre de "nula" significa "sin valor, efecto o consecuencia", lo cual sugiere que  $H_0$  debe identificarse con la hipótesis de no cambio (a partir de la opinión actual); no diferencia, no mejora, etc.  $H_0$  representa la hipótesis que mantendremos a no ser que los datos indiquen su falsedad, y puede entenderse, por tanto, en el sentido de "neutra". La hipótesis  $H_0$  nunca se considera probada, aunque puede ser rechazada por los datos. Por ejemplo, la hipótesis de que dos poblaciones tienen la misma media puede ser rechazada fácilmente cuando ambas difieren mucho, analizando muestras suficientemente grandes de ambas poblaciones, pero no puede ser "demostrada" mediante muestreo, puesto que siempre cabe la posibilidad de que las medias difieran en una cantidad  $\delta$  lo suficientemente pequeña para que no pueda ser detectada, aunque la muestra sea muy grande.

A partir de una muestra de la población en estudio, se extrae un estadístico (esto es, una valor que es función de la muestra) cuya distribución de probabilidad esté relacionada con la hipótesis en estudio y sea conocida. Se toma entonces como región de rechazo al conjunto de valores que es más improbable bajo la hipótesis, esto es, el conjunto de valores para el que rechazaremos la hipótesis nula si el valor del estadístico observado entra dentro de él.

La probabilidad de que se obtenga un valor del estadístico que entre en la región de rechazo aun siendo cierta la hipótesis puede calcularse. De esta manera, se puede escoger dicha región de tal forma que la probabilidad de cometer este error sea suficientemente pequeña.

Siguiendo con el anteriormente planteado, la muestra de la población es el conjunto de los 400 entrenamientos por cada proyecto, el estadístico escogido es el número total de aciertos obtenidos, y la región de rechazo está constituida por los números totales de aciertos o superiores/inferiores a 400. La probabilidad de cometer el error de admitir que el proyecto sea evaluado correctamente a pesar de que sea superior o inferior es igual a la probabilidad binomial de tener 400 "éxitos" o más en una serie de 30 ensayos de Bernoulli con probabilidad de "éxito" 0,5 en cada uno, entonces: 0,0002, pues existe la posibilidad, aunque poco probable, que la muestra nos dé más de 400 aciertos sin haber sido el proyecto evaluado.

#### **4.5.12 Procedimientos de prueba**

Un procedimiento de prueba es una regla con base en datos muestrales, para determinar si se rechaza.

##### **Ejemplo**

Una prueba de  $H_0: p = 0.994$  contra  $H_1: p < 0.994$ , podría estar basada en el examen de una muestra aleatoria de  $n = 400$  ensayos. Representamos con  $X$  el número de proyectos no clasificados de la muestra, una variable aleatoria binomial;  $x$  representa el valor observado de  $X$ . si  $H_0$  es verdadera,  $E(X) = np = 400(0.994) = 397.6$ , mientras, podemos esperar menos de 400 proyectos no clasificados si  $H_1$  es verdadera. Un valor de  $x$  ligeramente debajo de 400 no contradice de manera

contundente a  $H_0$  así que es razonable rechazar  $H_0$  sólo si  $x$  es considerablemente menor que 400. Un procedimiento de prueba es rechazar  $H_0$  si  $x \leq 80$  y no rechazar  $H_0$  de otra forma. En este caso, la región de rechazo está formada por  $x = 0, 1, 2, \dots, y 80$ .  $H_0$  no será rechazada si  $x = 16, 17, \dots, 199$  o 400.

Un procedimiento de prueba se especifica por lo siguiente:

1. Un estadístico de prueba: una función de los datos muestrales en los cuales se basa la decisión de rechazar  $H_0$  o no rechazar  $H_0$ .
2. Una región de rechazo, el conjunto de todos los valores del estadístico de prueba para los cuales  $H_0$  será rechazada.

Entonces, la hipótesis nula será rechazada si y sólo si el valor observado o calculado del estadístico de prueba se ubica en la región de rechazo.

En el mejor de los casos podrían desarrollarse procedimientos de prueba para los cuales ningún tipo de error es posible. Pero esto puede alcanzarse sólo si una decisión se basa en un examen de toda la población, lo que casi nunca es práctico. La dificultad al usar un procedimiento basado en datos muestrales es que debido a la variabilidad en el muestreo puede resultar una muestra no representativa.

Un buen procedimiento es aquel para el cual la probabilidad de cometer cualquier tipo de error es pequeña. La elección de un valor particular de corte de la región de rechazo fija las probabilidades de errores tipo I y II. Estas probabilidades de error son representadas por  $\alpha$  y  $\beta$ , respectivamente.

#### **4.5.13 Enfoque actual de los contrastes de hipótesis**

El enfoque actual considera siempre una hipótesis alternativa a la hipótesis nula. De manera explícita o implícita, la hipótesis nula, a la que se denota habitualmente por  $H_0$ , se enfrenta a otra hipótesis que denominaremos hipótesis alternativa y que se denota  $H_1$ . En los casos en los que no se especifica  $H_1$  de manera explícita, podemos considerar que ha quedado definida implícitamente como "  $H_0$  es falsa".

Si por ejemplo deseamos comprobar la hipótesis de que un Proyecto es clasificado correctamente, estamos implícitamente considerando como hipótesis alternativa "Proyecto no clasificado correctamente". Podemos, sin embargo considerar casos en los que  $H_1$  no es la simple negación de  $H_0$ . Supongamos por ejemplo que sospechamos que en un rango de Proyectos de inversión, se hayan elegido proyecto solamente bueno.

Nuestra hipótesis nula podría ser "el Proyecto es exitoso" que intentaremos contrastar, a partir de una muestra, contra la hipótesis alternativa "el Proyecto no es exitoso". Cabría realizar otras hipótesis, pero, a los efectos del estudio que se pretende realizar, no se consideran relevantes.

Un test de hipótesis se entiende, en el enfoque moderno, como una función de la muestra, corrientemente basada en un estadístico. La muestra de Proyectos de Inversión se distribuye así  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)^t$  de una población en estudio y que se han formulado hipótesis sobre un parámetro  $\theta$  relacionado con la distribución estadística de la población. Se dispone de un estadístico  $T(X)$  cuya distribución con respecto a  $\theta$ ,  $F_\theta(t)$  se conoce. La que las hipótesis nula y alternativa tienen la formulación siguiente:

$$\begin{cases} H_0 : \theta \in \Theta_0 \\ H_1 : \theta \in \Theta_1 \end{cases}$$

Un contraste, prueba o test para dichas hipótesis sería una función de la muestra de la siguiente forma:

$$\phi(X) = \begin{cases} 1 & \text{si } T(X) \in \Omega \\ 0 & \text{si } T(X) \notin \Omega \end{cases}$$

Donde  $\phi(X) = 1$  significa que debemos rechazar la hipótesis nula,  $H_0$  (aceptar  $H_1$ ) y  $\phi(X) = 0$ , que debemos aceptar  $H_0$  (o que no hay evidencia estadística contra  $H_0$ ). A  $\Omega$  se la denomina región de rechazo.

En esencia, para construir el test deseado, basta con escoger el estadístico del contraste  $T(X)$  y la región de rechazo  $\Omega$ .

Se escoge  $\Omega$  de tal manera que la probabilidad de que  $T(X)$  caiga en su interior sea baja cuando se da  $H_0$ .

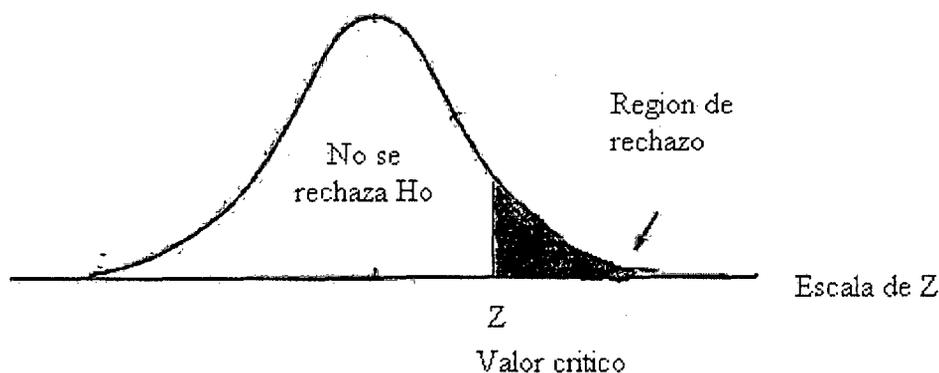


Figura 118 Zona Aceptación - Rechazo

#### 4.5.14 Errores en el contraste

Una vez realizado el contraste de hipótesis, se habrá optado por una de las dos hipótesis,  $H_0$  o  $H_1$ , y la decisión escogida coincidirá o no con la que en realidad es cierta. Se pueden dar los cuatro casos que se exponen en el siguiente cuadro:

	$H_0$ es cierta	$H_1$ es cierta
Se escogió $H_0$	No hay error	Error de tipo II
Se escogió $H_1$	Error de tipo I	No hay error

Tabla 13 Cuadro Errores

Si la probabilidad de cometer un error de tipo I está unívocamente determinada, su valor se suele denotar por la letra griega  $\alpha$ , y en las mismas condiciones, se denota por  $\beta$  la probabilidad de cometer el error de tipo II, esto es:

$$P(\text{escoger } H_1 | H_0 \text{ es cierta}) = \alpha$$

$$P(\text{escoger } H_0 | H_1 \text{ es cierta}) = \beta$$

En este caso, se denomina Potencia del contraste al valor  $1-\beta$ , esto es, a la probabilidad de escoger  $H_1$  cuando ésta es cierta

$$P(\text{escoger } H_1 | H_1 \text{ es cierta}) = 1 - \beta.$$

Cuando es necesario diseñar un contraste de hipótesis, sería deseable hacerlo de tal manera que las probabilidades de ambos tipos de error fueran tan pequeñas como fuera posible. Sin embargo, con una muestra de tamaño prefijado como es en este caso que se dispone de 30 Proyectos de inversión, disminuir la probabilidad del error de tipo I,  $\alpha$ , conduce a incrementar la probabilidad del error de tipo II,  $\beta$ .

Usualmente, se diseñan los contrastes de tal manera que la probabilidad  $\alpha$  sea el 5% (0,05), aunque a veces se usan el 10% (0,1) o 1% (0,01) para adoptar condiciones más relajadas o más estrictas. El recurso para aumentar la potencia del contraste, esto es, disminuir  $\beta$ , probabilidad de error de tipo II, es aumentar el tamaño muestral, lo que en la práctica conlleva un incremento de los costes del estudio que se quiere realizar.

#### **4.5.15 Contraste más potente**

El concepto de potencia nos permite valorar cual entre dos contrastes con la misma probabilidad de error de tipo I,  $\alpha$ , es preferible. Si se trata de contrastar dos hipótesis sencillas sobre un parámetro desconocido,  $\theta$ , del tipo:

$$\begin{cases} H_0 : \theta = \theta_0 \\ H_1 : \theta = \theta_1 \end{cases}$$

Se trata de escoger entre todos los contrastes posibles con  $\alpha$  prefijado aquel que tiene mayor potencia, esto es, menor probabilidad  $\beta$  de incurrir en el error de tipo II.

En este caso el Lema de Neyman-Pearson garantiza la existencia de un contraste de máxima potencia y determina cómo construirlo.

#### **4.5.16 Contraste uniformemente más potente**

En el caso de que las hipótesis sean compuestas, esto es, que no se limiten a especificar un único posible valor del parámetro, sino que sean del tipo:

$$\begin{cases} H_0 : \theta \in \Theta_0 \\ H_1 : \theta \in \Theta_1 \end{cases}$$

donde  $\Theta_0$  y  $\Theta_1$  son conjuntos de varios posibles valores, las probabilidades  $\alpha$  y  $\beta$  ya no están unívocamente determinadas, sino que tomarán diferentes valores según los distintos valores posibles de  $\theta$ . En este caso se dice que un contraste  $\phi(X)$  tiene tamaño  $\alpha$  si

$$\alpha = \max_{\theta \in \Theta_0} P_{\theta}(\phi(X) = 0)$$

esto es, si la máxima probabilidad de cometer un error de tipo I cuando la hipótesis nula es cierta es  $\alpha$ . En estas circunstancias, se puede considerar  $\beta$  como una función de  $\theta$ , puesto que para cada posible valor de  $\theta$  en la hipótesis alternativa se tendría una probabilidad distinta de cometer un error de tipo II. Se define entonces

$$\beta(\theta) = P_{\theta}(\phi(X) = 1) \quad \forall \theta \in \Theta_1$$

y, la **función de potencia del contraste** es entonces

$$\text{Pot}(\theta) = 1 - \beta(\theta) \quad \forall \theta \in \Theta_1$$

esto es, la probabilidad de discriminar que la hipótesis alternativa es cierta para cada valor posible de  $\theta$  dentro de los valores posibles de esta misma hipótesis.

Se dice que un contraste es uniformemente más potente de tamaño  $\alpha$  cuando, para todo valor  $\theta \in \Theta_1$   $\text{Pot}(\theta)$  es mayor o igual que el de cualquier otro contraste del mismo tamaño. En resumen, se trata de un contraste que garantiza la máxima potencia para todos los valores de  $\theta$  en la hipótesis alternativa.

Es claro que el caso del contraste uniformemente más potente para hipótesis compuestas exige el cumplimiento de condiciones más exigentes que en el caso del contraste más potente para hipótesis simples. Por ello, no existe un equivalente al Lema de Neyman-Pearson para el caso general.

Sin embargo, sí existen muchas condiciones en las que, cumpliéndose determinadas propiedades de las distribuciones de probabilidades implicadas y para ciertos tipos de hipótesis, se puede extender el Lema para obtener el contraste uniformemente más potente del tamaño que se desee.

#### **4.5.17 Aplicaciones de los contrastes de hipótesis**

Los contrastes de hipótesis, como la inferencia estadística en general, son herramientas de amplio uso en la ciencia en general. En particular, la moderna Filosofía de la ciencia desarrolla el concepto de falsabilidad de las teorías científicas basándose en los conceptos de la inferencia estadística en general y de los contrastes de hipótesis. En este contexto, cuando se desea optar entre dos posibles teorías científicas para un mismo fenómeno (dos hipótesis) se debe realizar un contraste estadístico a partir de los datos disponibles sobre el fenómeno que permitan optar por una u otra.

Aplicamos ahora toda la teoría para verificar el método tradicional, versus el SPSS y la Red Neuronal planteada.

Una vez implementado el sistema hará la comparación con sus pares del método manual y un software que utilice los mismos conceptos de evaluación

#### **4.6 CONTRASTACION DE HIPOTESIS**

El software que se utilizó de referencia y que más se aproxima a la aplicación fue el SPSS en su última versión, dicho software también dispone de un módulo para RNA pero dicho modulo es estático y no permite jugar con más de 14 ratios financieros para la evaluación de un proyecto de Inversión Privado. Con el desarrollo de mi aplicación compruebo mi primera hipótesis “El uso de técnicas de Redes Neuronales Artificiales para la evaluación de Proyectos de inversión permite mejorar la eficacia en la evaluación de Proyectos de Inversión” porque se mejora en tiempo y costo debido a que dicho software no dispone de un módulo similar además la evaluación manual es lenta y no evalúa un proyecto de Inversión Privado utilizando ratios financieros, es más rápido aunque la evaluación planteada en el SNIP debido a que dicho software evalúa en línea y al instante un Proyecto de Inversión.

#### 4.7 COMPARACION METODO MANUAL, SPSS Y RNA

##### 4.7.1 Características SPSS

El costo de la versión 14.0 a la fecha de presentación del informe (Mayo del 2013) es de 2800 dólares.

En dicha versión no incluye un modelo de evaluación Neuronal similar al backpropagation, sólo incluye módulos MLP y RFB que no son aplicables al tipo de investigación de la tesis ya que son evaluaciones lineales que no permiten investigar asociación de patrones y no tiene aprendizaje supervisado.

##### 4.7.2 Características Evaluador de Proyecto

El sueldo de un evaluador de proyectos asignado al MEF tiene un sueldo asignado de S/8000 Nuevos soles.

El tiempo que le toma a un evaluador procesar la información de un proyecto de Inversión Pública es de aproximadamente 3 meses con todo y perfil concluido llegando a evaluar el V.A.N. y el T.I.R..

##### 4.7.3 Características RNA BackPropagation

El tiempo que demora la red en evaluar un proyecto de inversión utilizando 14 ratios financieros es de 0.3 segundos

El costo de desarrollo de dicho software es de \$2500 dólares americanos

A continuación se presenta un cuadro comparativo entre un experto humano, el SPSS y la RNA propuesta

Tipo de Evaluación	Costo S/	Tiempo de evaluación en segundos
Experto humano	24000	28800
SPSS	7280	No aplica
RNA	6500	0.25

Tabla 14 Comparación modelos

#### **4.7.4 MÉTODOS TRADICIONALES VS RNA**

El software SPSS para Redes Neuronales utiliza dos tipos de RNAs: el procedimiento Perceptron Multicapas (MLP) o el procedimiento de Función Radial Básico (RBF).

#### **4.7.5 Desventajas del SPSS**

Neural Networks es el paquete de Software Estadístico de Estadística para las Ciencias Sociales (SPSS), que permite a los usuarios realizar las selecciones apropiadas para el modelado de sus problemas, con estimación de redes neuronales artificiales. Estos modelos reconocen padrones no lineales en los datos. Para evaluar la precisión de estos modelos, el Model Summary del módulo de las redes neuronales presenta dos medidas de error: La suma de cuadrados de error y el error relativo.

Presentan las diferentes medidas de error que más se han utilizado para medir la capacidad predictiva de las redes neuronales. A pesar de esto las medidas previstas en este programa no son suficientes, especialmente si se compara con otros modelos neuronales, tales como la regresión múltiple o el BackPropagation.

No se maneja información diversa en este módulo que permita analizar ratios financieros y la relación entre ellos así que no es conveniente para evaluación de proyectos

Ambos procedimientos tienen técnicas supervisadas de aprendizaje – esto es, hacen un mapa de las relaciones de los datos. Ambos utilizan arquitecturas unidireccionales (feedforward), esto significa que los datos se mueven exclusivamente en una sola dirección, desde los nodos de entrada a través de los nodos de las capas ocultas hasta los nodos de salida. La elección del procedimiento estará influenciada por el tipo de datos que tenga y el nivel de complejidad que busque.

Mientras que el procedimiento MLP encuentra relaciones más complejas, el procedimiento RBF es en general más rápido.

#### **4.7.6 Prueba de hipótesis para el % de proyectos bien clasificados con la RNA**

Ho :  $P \leq 0.994$

H1 :  $P > 0.994$

Nivel de significación= 0.05 o 5%

n= número de proyectos ensayados

$P \cdot 100\%$ = porcentaje de buena clasificación

X= cantidad de proyectos bien clasificados

Dócima binomial

$P=0.994$

X= 7 bien clasificados de un total de 8 proyectos.

n= 8

p-valor= 0.047 menor a 0.05, por tanto se rechaza Ho, en consecuencia el porcentaje de bien clasificados es mayor a 99.4%

**CAPITULO V**  
**PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

## **5.1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA**

### **5.1.1 INGRESO Y PROCESO DE LOS DATOS A LA RED NEURONAL**

Para el proceso de los datos se siguieron los siguientes pasos:

1. Anteproyectos rubro.
2. Extrapolación de variables para dar valores a las respuestas de tal manera que sumen de 0 a 1 puntos.

A continuación se muestran las preguntas, los pesos por cada respuesta y el procedimiento que se siguió para establecer el valor final

#### **Nueva Empresa**

- a) Código
- b) Nombre/ Razón Social de la empresa
- c) Nombre del representante legal del Proyecto
- d) Tipo de actividad que desempeña: productor / comercialización/ servicios/ otro
- e) Modalidad : Persona Natural/ Persona Jurídica/ Sociedad Colectiva/ Sociedad Anónima/ Sociedad Civil de Responsabilidad limitada/ Otro

#### **Recurso Humano:**

- f) Número de personal que labora en su Proyecto: **[0,N]**

**Grado de instrucción, conocimiento y experiencia del recurso Humano**

g) Grado de instrucción del propietario

Analfabeto	: 0	Primaria Incompleta	: 30
Primaria completa	: 35	Secundaria Incompleta:	
	45		
Secundaria Completa:	55	Técnico	:
	70		
Superior	: 80	Otros	: 90

**PROCESO DE DATOS DE LA EDAD DEL RECURSO HUMANO**

**ERH = A**

**A > 50% o A < 50%**

**PROCESO DE DATOS DEL GRADO DE CONOCIMIENTO DEL RECURSO HUMANO**

**GCRH = A**

**A > 50% o A < 50%**

h) El recurso humano tiene experiencia en su respectiva área de trabajo

Ejemplo:

N° de trabajador		
	Si	No
1		X
2		X
3		X
4		X
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>

## **PROCESO DE DATOS DE GRADO EXPERIENCIA DEL RECURSO HUMANO**

**GERH = A**

**A > 50% o A < 50%**

### **Capacitación del Recurso Humano**

- 1) Existe algún programa de capacitación para el recurso humano del proyecto  
Si = 50                      No = 0
- 2) Las capacitaciones son recibidas por todo el recurso humano de su Proyecto  
Si = 20                      No = 0
- 3) Se evalúa el proceso de aprendizaje/enseñanza del recurso humano  
Si = 30                      No = 0

## **PROCESO DE DATOS DE CAPACITACIÓN DEL RECURSO HUMANO**

**CRH = a + b + c = [0,100]**

### **Identificación**

- 1) El Recurso Humano conoce y se identifica con la Visión, misión y valores  
Si = 50                      No = 0
- 2) El Recurso Humano contribuye en forma eficaz al logro de los objetivos metas y estrategias  
Si = 25                      No = 0
- 3) Existen buenas relaciones personales entre los directivos y el recurso humano  
Si = 25                      No = 0

## **PROCESO DE DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL RECURSO HUMANO**

**IRH = a + b + c = [0,100]**

**PROCESO DE DATOS DE RECONOCIMIENTO DEL RECURSO HUMANO**

$$RRH = a + b + c = [0,100]$$

**Recurso Financiero**

1. Ingreso del **BALANCE GENERAL**

. Ingreso de la fecha del Balance General

<b>ACTIVO</b>		<b>PASIVO</b>	
<b>Activo Corriente</b>	<b>S/.</b>	<b>Pasivo Corriente</b>	<b>S/.</b>
I. Caja y Bancos		V. Sobregiros y préstamos bancarios	
II. Cuentas por cobrar		VI. Cuentas por pagar comerciales	
III. Existencias		VII. Beneficios sociales	
IV. Otros activos		VIII. Otras cuentas por pagar	
<b>Total activo corriente</b>		<b>Total pasivo corriente</b>	
<b>Activo no corriente</b>		<b>Pasivo no corriente</b>	
IX. Intangibles		XII. Cuentas por pagar a largo plazo	
X. Inm. Maq. Y Equipo		<b>Patrimonio</b>	
XI. Depreciación acumulada		XIII. Capital adicional	
		XIV. Reservas	
		XV. Resultados acumulados	
<b>Total activo no corriente</b>		<b>Total pasivo no corriente y patrimonio</b>	
<b>TOTAL ACTIVO</b>		<b>TOTAL PASIVO</b>	

**Tabla 15: Balance General**

## 2. Ingreso del ESTADO DE GANANCIA Y PERDIDAS

. Ingreso de la fecha del Estado de Ganancia y Pérdidas

RUBROS	S/.
<b>VENTAS NETAS</b>	
Costo de Ventas	
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	
Gasto de Ventas	
Gastos Generales y de Administración	
Gastos Financieros	
<b>UTILIDAD DE OPERACIÓN</b>	
Ingresos Extraordinarios	
Gastos extraordinarios	
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	
Impuesto a la Renta	
<b>UTILIDAD NETA</b>	

Tabla 16: EEGPP

## PROCESO DE DATOS DEL RECURSO FINANCIERO

### 1. RAZÓN DE LIQUIDEZ

a) Razón Corriente

$$RC = \frac{\text{Total Activo Fijo}}{\text{Total Pasivo Corriente}}$$

b) Razón Ácida

$$RA = \frac{\text{Total Activo Corriente} - \text{Existencias}}{\text{Total Pasivo Corriente}}$$

c) Capital de Trabajo

$$CT = \text{Total de Activo Corriente} - \text{Total Pasivo Corriente}$$

## **2. RAZÓN DE ACTIVIDAD**

d) Rotación de Cuentas por Cobrar

$$\text{RCC} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Cuentas por cobrar}}$$

e) Rotación de Mercadería

$$\text{RM} = \frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Existencias}}$$

## **3. RAZONES DE ENDEUDAMIENTO**

f) Razón de Patrimonio a Activo

$$\text{RPA} = \frac{\text{Total de Patrimonio}}{\text{Total Activo}}$$

g) Razón de Composición de la Deuda

$$\text{RCD} = \frac{\text{Total Pasivo Corriente}}{\text{Total Pasivo}}$$

## **4. RAZONES DE RENTABILIDAD**

h) Rentabilidad Sobre los Ingresos

$$\text{RSI} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}}$$

i) Rentabilidad Sobre Patrimonio

$$\text{RSP} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio Total}}$$

## **Organización Y Dirección Empresarial**

## **ORGANIZACIÓN**

### **Organigrama**

- ¿Su empresa cuenta con un organigrama establecido?  
Si = 60      No = 0
- ¿El organigrama actual permite una comunicación entre todos los órganos de éste?  
Si = 40      No = 0

#### **a) PROCESO DE DATOS DE ORGANIGRAMA**

**Organigrama = a + b = [0,100]**

## Estatutos

### Capa de entrada a la red

4. ¿Su cuenta con un estatuto establecido?

Si = 60      No = 0

5. No: ¿Existe algún plan a corto plazo para establecer el estatuto de la empresa?

Si = 20      No = 0

6. ¿Existió algún proceso para elaborar el estatuto actual?

Si = 20      No = 0

### **b) PROCESO DE DATOS DE ESTATUTOS**

$$\text{Estatutos} = a + b + c = [0,100]$$

### Manual de Organización y funciones

- La empresa cuenta con un manual de organización y funciones documentado

Si = 60      No = 0

- Existió algún proceso para establecer el MOF

Si = 20      No = 0

### **c) PROCESO DE DATOS DE MOF**

$$\text{MOF} = a + b = [0,100]$$

## **DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

### **Visión**

- La empresa cuenta con una Visión establecida y publicada  
Si = 35      No = 0
- Se realizó un procedimiento para establecer el MOF  
Si = 35      No = 0

### **d) PROCESO DE DATOS DE VISIÓN**

$$\text{Visión} = a + b = [0,100]$$

### **Misión**

1. ¿Su empresa cuenta con una Misión establecida y publicada?  
Si = 35      No = 0

### **e) PROCESO DE DATOS DE MISIÓN**

$$\text{Misión} = a = [0,100]$$

### **Proceso Económico**

## **PRODUCTIVIDAD**

### **Medición de la productividad**

- Se realiza una medición de productividad  
Si : 40      No : 0
- ¿Qué tipo de medición de productividad realizan?
  - Productividad de Mano de Obra : 20
  - Productividad de Capital : 20
  - Otro : 20

### **f) PROCESO DE MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD**

**Medición de la Productividad = a + b = [0,100]**

**Producción**

El número de productos que la empresa ofrece ha:

Aumentado : 60

Permanecido igual : 30

Disminuido : 10

**COMERCIALIZACIÓN**

1. ¿Existe una estrategia de comercialización para el Proyecto?  
Si: 5 No: 0
2. ¿Se lleva a cabo una buena comercialización de sus productos?  
Si: 5 No: 0
3. ¿Existe una estrategia de almacenamiento?  
Si: 10 No: 0
4. ¿Existe una estrategia de transporte?  
Si: 10 No: 0
5. ¿Existe una estrategia de marketing?  
Si: 10 No: 0
6. ¿Existe una estrategia de distribución?  
Si: 5 No: 0
7. ¿Están establecidos los canales de distribución?  
Si: 5 No: 0

**g) PROCESO DE DATOS DE COMERCIALIZACIÓN**

**Comercialización = a + b + c + d + e + f + g = [0,100]**

## 5.1.2 RESULTADOS DEL SISTEMA DE DIAGNOSTICO

### 5.1.2.1 Reporte de empresas

#### *Empresas*

<i>Id</i>	<i>Nombre</i>	<i>Razon Social</i>	<i>Direccion</i>	<i>Eval. Neuronal</i>
1	EMPRESA 1	S.R.L.	Jr. Puno 228	92.06%
2	EMPRESA 2	S.R.L.	Jr. Puno 228	69.49%
3	EMPRESA 3	S.R.L.	Jr. Puno 228	
4	EMPRESA 4	S.R.L.	Jr. Puno 228	
5	EMPRESA 5	S.R.L.	Jr. Puno 228	
6	EMPRESA 6	S.R.L.	Jr. Puno 228	93.25%
7	EMPRESA 7	S.R.L.	Jr. Puno 228	99.12%
8	EMPRESA 8	S.R.L.	Jr. Puno 228	
9	EMPRESA 9	S.R.L.	Jr. Puno 228	
10	EMPRESA 10	S.R.L.	Jr. Puno 228	65.02%
11	EMPRESA 11	S.R.L.	Jr. Puno 228	67.39%
12	EMPRESA 12	S.R.L.	Jr. Puno 228	
13	EMPRESA 13	S.R.L.	Jr. Puno 228	
14	EMPRESA 14	S.R.L.	Jr. Puno 228	65.02%
15	EMPRESA 15	S.R.L.	Jr. Puno 228	
16	EMPRESA 16	S.R.L.	Jr. Puno 228	
17	EMPRESA 17	S.R.L.	Jr. Puno 228	65.02%
18	EMPRESA 18	S.R.L.	Jr. Puno 228	
19	EMPRESA 19	S.R.L.	Jr. Puno 228	
20	EMPRESA 20	S.R.L.	Jr. Puno 228	
21	EMPRESA 21	S.R.L.	Jr. Puno 228	
22	EMPRESA 22	S.R.L.	Jr. Puno 228	
23	EMPRESA 23	S.R.L.	Jr. Puno 228	

**Figura 119:** Reporte de Diagnóstico empresas

### 5.1.2.2 Reporte De Recurso Humano (Valores)

**Recurso Humano**

N. Empresa	Personas	Descripción	Tipo	Código
1 EMPRESA 1	S.R.L.	Jornaleros de mano de obra	Operaciones	Operario
		Otros Médicos	Operaciones	Operario

Fecha: Diciembre 23, 2008

Página 1 de 1

Figura 120: Reporte de Recurso Humanos

### 5.1.2.3 Estado de Ganancias y Pérdidas

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS	
Empresa	EMPRESA 1
Estado	OPERATIVO
Ventas	10000
Costo Ventas	9000
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>1000</b>
Gastos Administración	0
Gasto Ventas	0
<b>Utilidad Operativa</b>	<b>1000</b>
Ingresos Financieros	100
Gastos Financieros	0
Otros Ingresos	684
Otros Egresos	0
<b>Utilidad Antes Impuesto</b>	<b>316</b>
Impuesto Renta	0
Deducción	0
<b>Utilidad Neta</b>	<b>316</b>
Idigv	19
IGV	60.04

Figura 121: EEGG

### 5.1.2.4 Reporte De Recurso Financiero

<b>Recurso Financiero</b>			
<i>Id. Empresa</i>	<i>Razon Social</i>	<i>descripcion</i>	<i>Tipo</i>
1	EMPRESA 1	S.R.L.	
		Libro de Ingresos y Egresos	Tipo Moderial
		Balanza General	Tipo bancario
		Libros de Compras	Tipo bancario

Figura 122: Reporte de Recurso financiero

### 5.1.2.5 Diagnostico de una determinada empresa

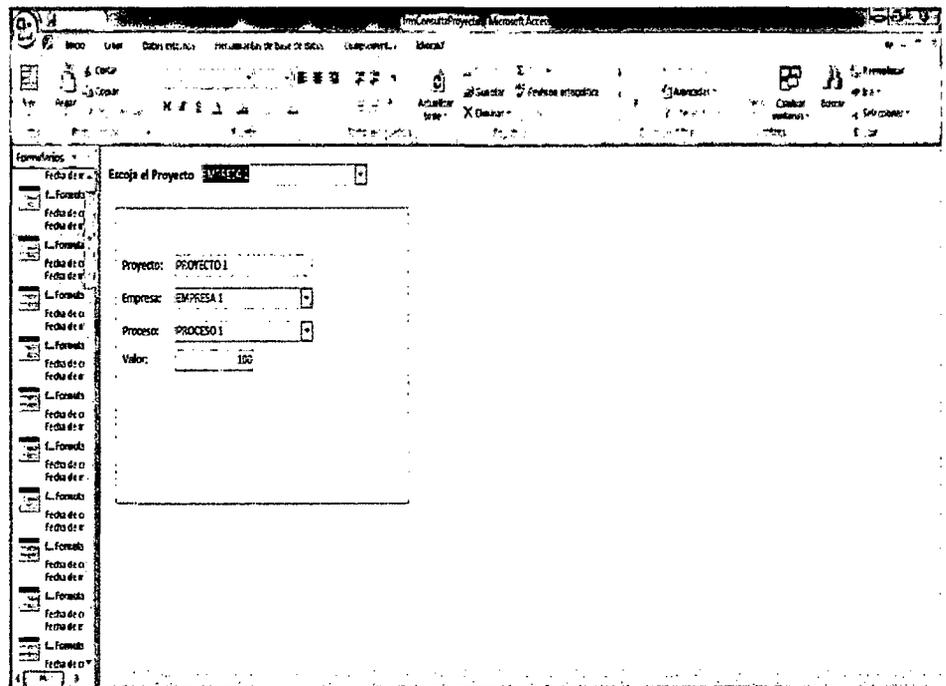


Figura 123: Diagnostico de empresa

### 5.1.2.6 Evaluación Neuronal

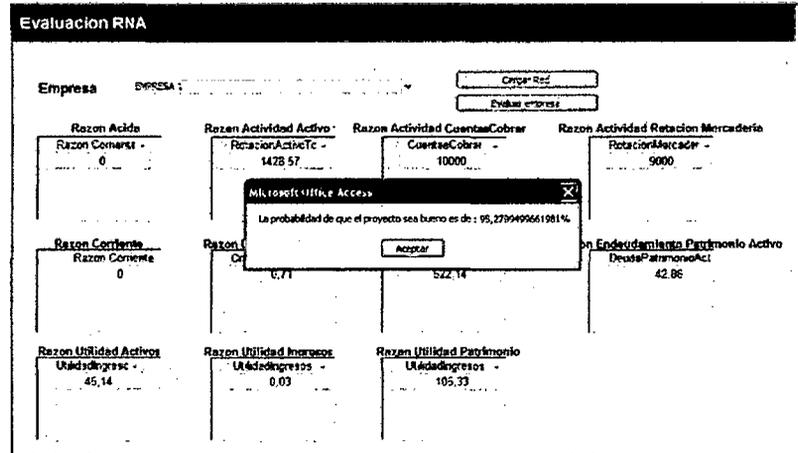


Figura 124: Evaluación Neuronal

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis de investigación porque las Redes Neuronales Artificiales influyen eficazmente en más de un 80 % en la evaluación de los Proyectos de Inversión Privados en Cajamarca, siendo en total en más de un 99.4 % calculado en el SPSS con la prueba binomial.
- Los costos así como el tiempo de respuesta son menores en comparación de los métodos tradicionales que sirven de referencia (Método manual y SPSS), el proyecto se logró implementar con un costo de 6500 Nuevos Soles y con un tiempo de respuesta de 0.25 segundos.
- Se propone el uso de Redes Neuronales Artificiales para la evaluación de proyectos de Inversión Privados.
- Todo problema debe descomponerse en partes. En cada parte debe ensayarse con distintos métodos, neuronales o no, para quedarse con el más eficaz. En ese sentido deben realizarse comparaciones objetivas. Lo habitual es que la red neuronal trate con la parte del problema que sea altamente no lineal, no del todo comprendida.
- Un factor clave a considerar es optar por implementar la aplicación neuronal sobre una computadora, por la cantidad de memoria, la aplicación se ejecutará en memoria y no en el disco duro.
- Se integró en una sola aplicación diversas soluciones neuronales, estadísticas e incluso sistemas convencionales en los que se inserten módulos con algunos de estos tipos, implementando así soluciones híbridas (no deshacerse de modelos en cuya implementación se tomó años con demasiado esfuerzo, incorporar soluciones neuronales para solucionar aspectos puntuales del problema)
- La característica multidisciplinaria de nuestra especialidad se complementa perfectamente con la naturaleza del trabajo de redes neuronales artificiales, con una sólida base matemática
- Se hizo uso del Lenguaje de Modelado Unificado (UML) el cual no es una metodología, es por ello que se hizo necesario la utilización de alguna de ellas, en el presente Proyecto Profesional se utilizó un Proceso Unificado de Desarrollo (RUP).

## **RECOMENDACIONES**

- A pesar de que las redes neuronales artificiales no constituyen un área nueva de conocimiento, considero que todavía en la región no se le está dando la debida atención, teniendo en cuenta las ventajas que tienen sobre otras técnicas (métodos estadísticos, algoritmos genéticos, etc.).
  
- Las experiencias locales son nulas además son pocas las instituciones educativas Superiores que incluyen en su plan curricular estos temas, en ese sentido sería importante que la Facultad de Ingeniería en la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas, incorpore estos conceptos como parte de los conocimientos que imparte pero complementado la teoría impartida con aplicaciones reales y consistentes.
  
- Los datos para el entrenamiento de la red neuronal artificial deben ser tomados de situaciones reales de lo contrario los resultados obtenidos no contribuirán en la medida que se espera.
  
- Es necesario desarrollar una cultura competitiva con visión de futuro que sepa manejar la información para la toma de decisiones.
  
- Las Universidades locales deben crear Centros de Investigación en Inteligencia Artificial, en los cuales los alumnos participen directamente en el desarrollo de aplicaciones de este tipo.
  
- Si la aplicación precisa además tratar muchos datos en tiempo real, se podría implementar un circuito dedicado, pequeño y de bajo consumo.

## **Bibliografía**

- APAZA MEZA, Mario. "Análisis e Interpretación de los Estados Financieros y Gestión Financiera", Editores Pacifico, 1° Ed. 1999.
- "DICCIONARIO DE CONTABILIDAD Y FINANZAS". Editora Cultural S.A., 1999 España.
- Estévez P. Ingenieros Chile, Vol 111, Clasificación de Patrones mediante Redes Neuronales Artificiales, N°1
- FOWLER, Martín y SCOTT, Kendall. "UML Gota a Gota". ediciones PEARSON, México 1999.
- G. Brookshear – Addison Wesley, Iberoamericana 2001, Teoría de la Computación
- José R. Hilera y Víctor J. Martínez (2000), Redes Neuronales Artificiales, Alfaomega, Madrid, España
- LIZA ÁVILA, Cesar. "Modelando con UML, principios y aplicaciones". Edt. RJ S.R. Ltda. Trujillo – Perú 2001.
- LÓPEZ, Natalie; MIGUÉIS, Jorge y PICHÓN, Emmanuel "Integrar UML en los negocios". Edt. Gestión 2000. Barcelona 1998.
- LOZANO CABRERA, Ángel. "Planeamiento de la Investigación y Métodos de Proyectos de Investigación". F. CECA-UNC 1° Ed. 1991 Cajamarca - Perú.

## **Páginas Web**

- <http://www.gc.ssr.upm.es/inves/neural/ann2/anntutorial.html> 2004
- <http://www.personal5.iddeo.es/wintrmute/ia/neuronal.html> 2004
- <http://www.phlbrierley.com> 2003
- <http://www.aernsoft.com/cas//sprinn/about.html> 2003
- <http://www.futureai.com/tutorials/freesims.html> 2003
- **Investigación E ingeniería**
  - [http://www.ustedinc.com/Soluciones\\_Investigacion.htm](http://www.ustedinc.com/Soluciones_Investigacion.htm)
- **Toma de decisiones**
  - <http://www.teclaredo.edu.mx/unidad5/tomade.htm>
  - <http://ubmail.ubalt.edu/~harsham/opre640S/Spanish.htm>
  - <http://www.monografias.com/trabajos7/cigna/cigna.shtml>
  - <http://www.monografias.com/trabajos/tomadecisiones/tomadecisiones.shtml>
  - [http://www.aaep.org.ar/espa/anales/resumen\\_01/sonnet\\_asis.htm](http://www.aaep.org.ar/espa/anales/resumen_01/sonnet_asis.htm)

- **Recurso financiero**
  - <http://www.acnielsen.com/services/dss/mx.htm>
- **RUP**
  - <http://www.slideshare.net/bernardolimachi/metodologia-rup-14288208>
  - <http://www.slideshare.net/RuliLaurita/qu-es-rup>

## **Glosario**

- R.N.A.: Red Neuronal Artificial
- P.D.P.: Procesamiento Distribuido Paralelo
- I.A.: Inteligencia Artificial
- ART: Adaptative Resonance Theory
- PDP: Parallel Distributed Processing
- LBF: función lineal de base
- RBF: Función radial de base
- EP: error respecto al peso
- WTA: winner-take-all
- ENN: Electronic Neural Network
- UML: UNIFIED MODELING LANGUAGE
- OMG: Object Management Group
- RUP: RATIONAL UNIFIED PROCESS:
- DSS: Soporte a la Toma de Decisiones
- EFU: efectividad en las utilidades del proyecto
- TP: Translation Process
- MAPE Mean Absolute Percent Error
- MSE: Mean Square Error
- MLP: procedimiento Perceptron Multicapas
- RFB: Procedimiento de Función Radial Básico
- MEF: Ministerio de Economía y Finanzas
- VAN: Valor Actual Neto
- TIR: Taza Interna de Retorno

**ANEXOS**

**ANEXO N° 01**

**ENCUESTA DIRIGIDA A MICRO Y PEQUEÑO EMPRESARIOS DEL DISTRITO DE CAJAMARCA**

**Finalidad: La Presente encuesta tiene como finalidad recoger información acerca del grado de conocimiento y la utilización de la información, en gestión empresarial, por parte de los empresarios de las PYMES, para elaborar un adecuado diagnóstico a las Necesidades de éstos.**

---

**10. INFORMACIÓN GENERAL DE LA PYME**

- 1.1. Nombre de la persona entrevistada: .....
- 1.2. Cargo de la persona entrevistada :  
.....
- 1.3. Nombre de la empresa :  
.....
- 1.4. Años de funcionamiento :  
.....
- 1.5. Tipo de actividad que desempeña :  
.....
- 1.6. ¿Cuál es la modalidad de su PYME?  
Persona Natural ( ) Persona Jurídica ( )  
Sociedad Colectiva ( ) Sociedad Anónima ( )  
Sociedad Civil de Responsabilidad limitada ( )  
Otro: .....
- 1.7. ¿Quién toma las decisiones en el negocio?  
El propietario ( ) El Contador ( )  
Ambos ( ) Otros: .....
- 1.8. ¿Las decisiones que toma usted en su PYME son:  
Decisiones programadas ( )

Decisiones no programadas ( )

1.9. ¿En base a qué se toman las decisiones en su empresa?:

Información recogida del giro del negocio ( )

Por experiencia en el giro del negocio ( )

Por Consejo de terceros ( )

Otros: .....

## 11. INFORMACIÓN FINANCIERA

1.1. ¿Quién maneja la información financiera en su PYME?

El Contador ( ) El propietario ( )

Ambos ( ) Otro: .....

1.2. ¿La información financiera de su PYME es:

Manual ( ) Automatizada ( )

1.3. ¿Qué tipo de información tiene su Negocio?

Libros de Compras ( ) Libro de Ingresos y Egresos ( )

Presupuesto de Caja ( ) Flujo de Caja ( )

Balance General ( ) Estado de Ganancias y Pérdidas ( )

Otro: .....

1.4. ¿Cómo cree que le sirve llevar la información de su negocio?

Saber si su negocio le genera ganancia o pérdida ( )

Son cuentas que maneja el Contador ( )

Conocer el resultado del ejercicio ( )

Permite tener acceso a préstamos ( )

Determina impuestos a pagar ( )

Permite tomar decisiones ( )

Otros usos (especifíquelo) .....

1.5. ¿Conoce usted que son los Ratios Financieros?

Si ( ) No ( )

## 12. INFORMACIÓN DEL RECURSO HUMANO

1.1. ¿Número de personal que labora en su PYME?

.....

1.2. ¿Grado de instrucción del propietario?

- |                     |     |                           |     |
|---------------------|-----|---------------------------|-----|
| Analfabeto          | ( ) | Primaria Incompleta       | ( ) |
| Primaria completa   | ( ) | Secundaria Incompleta     | ( ) |
| Secundaria Completa | ( ) | Técnico                   | ( ) |
| Superior            | ( ) | Otros (especifique) ..... |     |

1.3. Su edad oscile entre:

- |                  |     |                  |     |
|------------------|-----|------------------|-----|
| Menor de 18 años | ( ) | 19 a 30 años     | ( ) |
| 31 a 40 años     | ( ) | 41 a 50 años     | ( ) |
| 51 a 60 años     | ( ) | mayor de 60 años | ( ) |

1.4. ¿Grado de instrucción y parentesco del recurso Humano de su PYME?

N° de trabajador	Sexo		A	PI	PC	SI	SC	T	S	Otros estudios
	F	M								
1										
2										
3										
4										

- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| <b>A:</b> Analfabeto           | <b>PI:</b> Primaria Incompleta   |
| <b>PC:</b> Primaria completa   | <b>SI:</b> Secundaria Incompleta |
| <b>SC:</b> Secundaria Completa | <b>T:</b> Técnico                |
| <b>S:</b> Superior             | <b>O:</b> Otros                  |

1.5. ¿Cómo ingresó el personal a laborar en su PYME?

- |              |     |             |     |
|--------------|-----|-------------|-----|
| Por concurso | ( ) | Por amistad | ( ) |
| Por convenio | ( ) | Otro: ..... |     |

- 1.6. ¿Cómo considera los programas de capacitación?  
Responsabilidad de la empresa ( )  
Responsabilidad de cada trabajador ( )  
Otro : .....
- 1.7. ¿Cuál cree usted que es la utilidad de los cursos de capacitación?  
Útiles al propietario ( ) Gasto Innecesario ( )  
Pérdida de Tiempo ( ) Otro ( )
- 1.8. ¿Acostumbra a brindar capacitaciones al recurso humano de su PYME?  
Si ( ) No ( )
- 1.9. ¿En qué áreas se ha capacitado el personal de su PYME?  
Administración ( ) Ventas ( )  
Producción ( ) Otras ( )
- 1.10. ¿Cómo considera la complejidad de los cursos de capacitación?  
Fáciles ( ) Difíciles ( )  
Prácticos ( ) Muy prácticos ( )

### **13. INFORMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

#### **PRODUCTIVIDAD**

- 1.1. El número de productos que la empresa ofrece ha:  
Aumentado ( ) disminuido ( )  
Permanecido igual ( )
- 1.2. Se realiza una medición de productividad  
Si ( ) No ( )

3.4.1. De qué tipo: .....

### COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

- 1.3. ¿Existe una estrategia de comercialización para su PYME?  
Si ( ) No ( )  
¿Cuál?.....
- 1.4. ¿Existe una estrategia de concentración o acopio?  
Si ( ) No ( )  
¿Cuál?.....
- 1.5. ¿Están establecidos los precios de los productos?  
Si ( ) No ( )
- 1.6. ¿Existe una estrategia de almacenamiento?  
Si ( ) No ( )
- 1.7. ¿Existe una estrategia de transporte?  
Si ( ) No ( )
- 1.8. ¿La compra del producto depende de temporadas?  
Si ( ) No ( )
- 1.9. ¿Existe una estrategia de marketing?  
Si ( ) No ( )
- 1.10. Usted califica la estrategia de marketing como:  
Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )
- 1.11. ¿Existe una estrategia de distribución?  
Si ( ) No ( )
- 1.12. El mercado para su Producción es :  
Local ( ) Regional ( ) Nacional ( )

## **14. INFORMACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA, PROCESOS, INVESTIGACIÓN Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

### **INFRAESTRUCTURA**

- 1.1. El local de la PYME es:  
Propio ( ) Alquilado ( )
- 1.2. ¿La distribución del área permite un trabajo adecuado y una buena comunicación entre las diferentes áreas?  
Si ( ) No ( )
- 1.3. El empresario evalúa el estado de la maquinaria y equipo utilizado como:  
Tecnológicamente adecuado ( ) Medianamente adecuado ( )  
Obsoleta ( ) Otra: .....
- 1.4. el empresario evalúa la calidad de las materias primas o insumos como:  
Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )

### **PROCESOS**

- 1.5. ¿Se realiza control de calidad durante el proceso de producción?  
Si ( ) No ( )
- 1.6. ¿Cómo calificaría a los procesos de producción que realiza en su PYME?  
Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )
- 1.7. ¿Qué tipo de mantenimiento aplica la PYME?  
Correctivo ( ) Preventivo ( )  
No hay mantenimiento ( ) Otro: .....

### **INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA.**

- 1.8. ¿Existen proyectos para la introducción de nuevos productos?  
Si ( ) No ( )

1.9. ¿Existe recurso humano dedicado a la investigación en términos de creatividad?

Si ( ) No ( )

1.10. ¿Existe acceso a fuentes externas de investigación?

Si ( ) No ( )

1.11. ¿Su PYME cuenta con una marca desarrollada?

Si ( ) No ( )

1.12. ¿Sus productos cuentan con una presentación establecida?

Si ( ) No ( )

1.13. ¿Cómo evalúa a los envases y embalajes utilizados por su PYME?

Buenos ( ) Regulares ( ) Malos ( )

1.14. ¿Qué tipo de envases y embalajes utiliza?

.....

#### **SISTEMAS DE INFORMACIÓN.**

1.15. ¿Con qué tipo de sistemas de información cuenta la PYME?

Manuales ( ) Automatizados ( )

1.16. En los últimos años la introducción de nuevas tecnologías ha:

Aumentado ( ) Disminuido ( ) Permanecido igual ( )

1.17. ¿Cómo considera la introducción de nuevas tecnologías?

Cambio favorable ( )

Sólo algunos cambios son favorables ( )

No debe introducirse cambios ( )

### **15. INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

#### **ORGANIZACIÓN**

1.1. ¿Su PYME cuenta con un organigrama establecido?

- Si ( ) No ( )
- 3.4.1. No: ¿Existe algún plan a corto plazo para establecer un organigrama para su PYME?
- Si ( ) No ( )
- 1.2. ¿El organigrama actual permite una comunicación entre todos los órganos de éste?
- Si ( ) No ( )
- 1.3. Qué tipo de comunicación permite el organigrama actual.  
Vertical ( ) Horizontal ( ) Otro: .....
- 1.4. La empresa cuenta con un manual de organización y funciones documentado
- Si ( ) No ( )
- 1.5. Existe algún plan a corto plazo para establecer el manual de organización y funciones para su PYME.
- Si ( ) No ( )

#### **DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

- 1.6. ¿Su PYME cuenta con una Visión establecida y publicada?
- Si ( ) No ( )
- 1.7. ¿Existió algún proceso para establecer la visión?
- Si ( ) No ( )
- 1.8. ¿El personal que labora en su PYME conoce y se identifica con la visión establecida?
- Si ( ) No ( )
- 1.9. ¿Su PYME cuenta con una Misión establecida y publicada?
- Si ( ) No ( )
- 1.10. ¿Existió algún proceso para establecer la misión?
- Si ( ) No ( )
- 1.11. ¿El personal que labora en su PYME conoce y se identifica con la misión establecida?
- Si ( ) No ( )
- 1.12. ¿Su PYME cuenta con valores establecidos y publicados?
- Si ( ) No ( )
- 1.13. ¿Existió algún proceso para establecer los valores?

Si ( )

No ( )

1.14. ¿El personal que labora en su PYME conoce y se identifica con los valores establecida?

Si ( )

No ( )