

Un caso práctico de comparación del álgebra relacional clásico y difuso.

ANGÉLICA URRUTIA SEPÚLVEDA
Aurrutia@spock.ucm.cl

CAROLINA RODRÍGUEZ DEIK
carodeik@yahoo.com

DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE
 CASILLA 617, TALCA CHILE

Resumen

A continuación se presenta un caso práctico que indica el tratamiento de los datos, sean éstos precisos o imprecisos, presente en una base de datos relacional, a través del álgebra relacional definido por Codd y el álgebra relacional difuso definido en éste (basado en el definido por el Dr. Juan Medina). Para ello, se utiliza la aplicación FQ (Consultas Difusas) creada por el Dr. José Galindo, la cual permite realizar consultas de tipo clásicas (SQL) y difusas (FSQL), sobre Oracle (FSQL es la extensión del SQL de Oracle). Además es importante destacar que el FQ aquí utilizado ha sido el diseñado para Oracle 8, sin embargo, también existe para Oracle 7.

Palabras Clave: Bases de Datos Relacionales Clásicas (BDRC), Bases de Datos Relacionales Difusas (BDRD), Teoría de Conjuntos, Álgebra Relacional y Álgebra Relacional Difusa.

1. INTRODUCCIÓN.

La importancia de los datos en cualquier actividad es vital, por lo que éstos deben representar la realidad y permitir que sean consultados de forma rápida y fácil. Debido a la gran cantidad de datos existente y diversa, es que se han generado las Bases de Datos, entendiendo por éstas, "Un repositorio o un conjunto de datos almacenados, normalmente en dispositivos electrónicos de un ordenador, y que son gestionados (para lectura y/o escritura) por un programa llamado Sistema de Administrador de Bases de Datos (SABD)" [1].

El SABD maneja las solicitudes de acceso a las bases de datos por parte de los usuarios, ocultando a éstos detalles sobre el hardware dónde los datos están almacenados. Así como también se encarga de tareas como la privacidad de los datos y eficiencia en su acceso.

En cuanto a la representación de las bases de datos existen muchos modelos (Red, Jerárquico, Relacional, entre otros), de los cuáles el más generalizado ha sido el Modelo Relacional por su facilidad de comprensión, debido a que los datos se encuentran presentados en forma de tabla o relación. De acuerdo a los tipos de datos que permite ser almacenados, son sólo datos ideales, en el sentido que supone que la información es exacta o correcta. Sin embargo, existen datos que no permiten ser evaluados de forma precisa, como calidad, experiencia, edad, etc. de una persona. Por ejemplo, la edad, cuando nos referimos a ésta con conceptos como Joven, éste no indica la edad exacta pero nos dice claramente que no tiene 100 años.

Estos datos que poseen incertidumbre o imprecisión, al almacenarlos en Bases de Datos Relacionales Clásicas (BDRC), nos complicaría el almacenamiento de edades normales, por ejemplo. Pero más que eso, nos imposibilita el tratamiento apropiado de esta información y algunos problemas en consultas como "Dame las personas menores de 40 años". Para permitir su almacenamiento y consulta es que se ha extendido el Modelo Relacional propuesto por Codd, junto con unirlo a la Teoría de Conjuntos Difusos de Zadeh, formando así Bases de Datos Relacionales Difusas (BDRD).

El ejemplo presentado en éste, forma parte de un conjunto de relaciones del seminario de título "Comparación del álgebra relacional en bases de datos relacionales clásicas y difusas", los cuales han sido probados en la aplicación FQ del Dr. José Galindo. En este apartado se tratan el Álgebra Relacional, Álgebra Relacional Difuso, Caso práctico, Tabla Comparativa, Conclusiones y Referencias Bibliográficas.

2. ÁLGEBRA RELACIONAL.

El álgebra relacional presenta "Un conjunto de operadores que, individualmente y combinándolos, permiten expresar prácticamente cualquier consulta a una BDRC "[2], éstos son:

Unión: $R_3 = R_1 \cup R_2$, donde las tuplas de R_3 pertenecen a R_1 o a R_2 o a ambas.

Intersección: $R_3 = R_1 \cap R_2$, donde las tuplas de R_3 están presentes en R_1 y R_2 .

Diferencia: R_3 formado por las tuplas de R_1 que no están en R_2 .

Producto Cartesiano: R_3 formado por cada tupla de R_1 concatenada con cada una de R_2 .

Selección: Subconjunto de tuplas de R_1 que satisfacen una condición.

Proyección: Selección de algunos atributos de R_1 .

Reunión: R_3 formado por pares de tuplas (R_1, R_2) , las cuales cumplen una condición común.

División: R_3 formada por todos los valores de un atributo de la relación binaria que concuerden con todos los valores en la relación unaria.

3. ÁLGEBRA RELACIONAL DIFUSO.

El álgebra relacional difuso, permite manipular datos que expresan imprecisión, incerteza, para ello se basa en la teoría de conjuntos difusos definida por Zadeh, en la cual la pertenencia de un elemento a un conjunto pasa a ser un concepto difuso, representada por un grado, el cual toma un valor en el intervalo $[0,1]$.

Def: Un *Conjunto Difuso* A sobre un universo de discurso Ω es un conjunto de pares[6].

$$A = \{x, \mu_A(x): x \in \Omega, \mu_A(x) \in [0, 1]\}$$

donde $\mu_A(x)$ se denomina *grado de pertenencia* del elemento x al conjunto difuso A . Este grado oscila entre los extremos 0 y 1.

$$\mu_A(x) = 0, x \notin \text{al conjunto difuso } A$$

$$\mu_A(x) = 1, x \in \text{al conjunto difuso } A$$

Con conjuntos difusos distinguimos operaciones como:

Unión de Conjuntos Difusos:

$$\max[\mu_A(x), \mu_B(x)].$$

Intersección de Conjuntos Difusos:

$$\min[\mu_A(x), \mu_B(x)].$$

Complemento de Conjuntos Difusos:

$$\mu_A(x) = 1 - \mu_A(x)$$

Lo anteriormente definido nos permite enriquecer las consultas a través del álgebra relacional difusa, es decir, podemos obtener información que con el álgebra tradicional no se obtendría.

Debido al grado de pertenencia que entrega la teoría de conjuntos difuso, el álgebra relacional difuso (algunos de ellos propuestos en [10] [5])

Unión Difusa: Unión de dos relaciones difusas y sus correspondientes grados. Donde el grado quedaría definido por

$$\mu(x) \begin{cases} \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] & \text{si } t \in R1 \text{ y } R2 \\ \mu_A(x) & \text{si } t \text{ está sólo en } R1 \\ \mu_B(x) & \text{si } t \text{ está sólo en } R2 \\ \text{si no } \exists \mu_A(x) \text{ o } \mu_B(x) & \text{si no } \exists \mu_A(x) \text{ o } \mu_B(x) \end{cases}$$

Intersección Difusa: Intersección de dos relaciones difusas y sus correspondientes grados. Donde el grado quedaría definido por

$$\mu(x) \begin{cases} \min[\mu_A(x), \mu_B(x)] & \text{si } t \in R1 \text{ y } R2 \\ \mu_A(x) & \text{si } \exists \mu_A(x) \text{ y no } \exists \mu_B(x) \\ \mu_B(x) & \text{no } \exists \mu_A(x) \text{ y } \exists \mu_B(x) \end{cases}$$

Diferencia Difusa: Diferencia de dos relaciones difusas y grado de satisfacción. Donde el grado quedaría definido por

$$\mu(x) \begin{cases} \min[\mu_A(x), 1-\mu_B(x)] & \text{si } t \in R1 \text{ y } R2 \\ \mu_A(x) & \text{si } t \in \text{sólo en } R1 \end{cases}$$

Producto Cartesiano Difuso:

$$\begin{matrix} R1 & x_D & \\ R2 & \end{matrix} \begin{cases} R1 \times R2 \\ \mu_A(x) \times \mu_B(x) \end{cases}$$

Proyección Difusa:

$$\begin{matrix} \text{Proy}_D & \\ R1 & \end{matrix} \begin{cases} \text{Proyección de atributos} \\ \mu_A(x) \end{cases}$$

Selección Difusa: Selección de tuplas difusas más el grado correspondiente.

$$\mu(x) \begin{cases} \text{Satisfacer la condición x atributo} \\ \text{utilizar comparador difuso} \\ \text{umbral de cumplimiento} \end{cases}$$

Reunión Difusa: Concatenación de dos relaciones difusas más la entrega de grados.

$$\mu(x) \begin{cases} \text{Satisfacer la condición x atributo} \\ \text{utilizar comparador difuso} \\ \text{umbral de cumplimiento (m)} \\ \mu_A(x) \text{ y } \mu_B(x) \text{ deben ser } > m \end{cases}$$

División Difusa: División de dos relaciones difusas más la entrega del grado de cumplimiento.

$$\mu(x) \begin{cases} \text{utilizar comparador difuso} \\ \text{umbral de cumplimiento} \\ \min[\mu_{A_1}(x), \dots, \mu_{A_n}(x)] \end{cases}$$

donde $i=1, \dots, n$ son los atributos elegidos.

3.1 Umbral.

El umbral es aquel grado de importancia de la tupla que buscamos recuperar. Para una condición simple se puede establecer un grado de cumplimiento con el siguiente formato: <condición> THOLD valor

El valor debe pertenecer al rango $[0,1]$. La palabra reservada THOLD es equivalente a usar el comparador clásico Mayor o Igual, por lo que es opcional. Así como también puede ser sustituida por cualquier comparador tradicional ($<$, $>$, ...) modificando lógicamente el sentido de la consulta.

3.2 Comparadores Difusos.

Los comparadores difusos pueden comparar dos columnas del mismo tipo o de tipos compatibles. Éstos pueden ser clasificados en comparadores de posibilidad o necesidad [4].

Los comparadores de posibilidad son más generales (menos restrictivos) que los de necesidad. Por tanto, los comparadores de necesidad recuperan menos tuplas y estas tuplas cumplirán necesariamente con las condiciones impuestas en la consulta.

Comp. Difuso	Significado
FEQ	Posiblemente Igual
FGT	Posiblemente Mayor
FGEQ	Posiblemente Mayor o Igual
FLT	Posiblemente Menor
FLEQ	Posiblemente Menor o Igual
MGT	Posiblemente Mucho Mayor
MLT	Posiblemente Mucho Menor

Tabla 1. Comparadores de posibilidad.

Comp. Difuso	Significado
NFEQ	Necesariamente Igual
NFGT	Necesariamente Mayor
NFGEQ	Necesariamente Mayor o Igual
NFLT	Necesariamente Menor
NFLEQ	Necesariamente Menor o Igual
NMGT	Necesariamente Mucho Mayor
NMLT	Necesariamente Mucho Menor

Tabla 2. Comparadores de necesidad.

4. CASO PRÁCTICO EN FQ.

Para mostrar el tratamiento del álgebra relacional y álgebra relacional difuso se presenta a continuación la relación jugadores que almacena los datos de jugadores de básquetbol. La relación está compuesta por los atributos jugadores, equipo, altura y calidad (figura 1). A partir de la siguiente relación se resolverán algunos tipos de consulta [4].

--	--	--	--

Jug.	Equipo	Altura	Calidad
P1	Español	Bajo	\$[30,38,40,45]
P2	Español	Muy Alto	\$[2,7,10,15]
P3	U.Cat.	Normal	Regular
P4	U.Cat.	192	Regular
P5	U.Cat.	Alto	#10
P6	U.Conc	198	Malo
P7	U.Conc	Muy Alto	#35
P8	U.Conc	170	\$[31,34,35,38]
P9	Petrox	Bajo	#15
P10	Petrox	Normal	Bueno
P11	Austral	Muy Alto	#25
P12	Austral	Bajo	Muy Bueno
P13	Bio Bio	Alto	Muy Bueno
P14	Bio Bio	Muy Alto	#8
P15	Bio Bio	177	#6
P16	U.Chile	Alto	Muy Bueno
P17	U.Chile	Unknown	Unknown
P18	UCM	Unknown	\$[8,12,15,25]
P19	UCM	Normal	#25

Al observar la tabla presentada anteriormente, se identifica valores exactos e imprecisos, en los atributos altura y calidad. Antes de resolver algunas consultas, se indicará como se encuentran los datos representados en la BDRD, así como también se señalará como se almacenan los datos que poseen imprecisión o incertidumbre en ésta. Por ejemplo, el valor $\$[30, 35, 40, 45]$ se almacena $[30, 35 - 30, 40 - 45, 45]$, es decir, $[1^\circ, 2^\circ-1^\circ, 3^\circ-4^\circ, 4^\circ]$ Dist. Trapezoidales.

Recuerde que las bases de datos relacionales clásicas nos imposibilita el tratamiento apropiado de esta información, debido a la imprecisión, incerteza, etc. presente en el dato. Observe el desarrollo de las siguientes consultas en SQL.

Relación Jugadores efectuada en SQL.

FQ: SELECT * from jugadores;

Archivo Opciones

Núm. de Columnas : 12 Tiempo Traducción: 0,0 sgs.

Filas Recuperadas: 19 (todas) Tiempo Consulta : 3,5 sgs.

Nº Fila	JUGADOR	EQUIPO	ALTURAT	ALTURA1	ALTURA2	ALTURA3	ALTURA4	CALIDADT	CALIDAD1	CALIDAD2	CALIDAD
1	P1	Español	4	0	NULL	NULL	NULL	7	30	8	.
2	P2	Español	4	3	NULL	NULL	NULL	7	2	5	.
3	P3	U.Cat	4	1	NULL	NULL	NULL	4	1	NULL	NULL
4	P4	U.Cat	3	192	NULL	NULL	NULL	4	1	NULL	NULL
5	P5	U.Cat	4	2	NULL	NULL	NULL	6	10	0	2
6	P6	U.Conc	3	198	NULL	NULL	NULL	4	0	NULL	NULL
7	P7	U.Conc	4	3	NULL	NULL	NULL	6	35	25	4
8	P8	U.Conc	3	170	NULL	NULL	NULL	7	31	3	.
9	P9	Petrox	4	0	NULL	NULL	NULL	6	15	5	2
10	P10	Petrox	4	1	NULL	NULL	NULL	4	2	NULL	NULL
11	P11	Austral	4	3	NULL	NULL	NULL	6	25	15	3
12	P12	Austral	4	0	NULL	NULL	NULL	4	3	NULL	NULL
13	P13	BioBio	4	2	NULL	NULL	NULL	4	3	NULL	NULL
14	P14	BioBio	4	3	NULL	NULL	NULL	6	8	-2	1
15	P15	BioBio	3	177	NULL	NULL	NULL	6	6	-4	1
16	P16	U.Chile	4	2	NULL	NULL	NULL	4	3	NULL	NULL
17	P17	U.Chile	0	23	NULL	NULL	NULL	0	23	NULL	NULL
18	P18	UCM	0	23	NULL	NULL	NULL	7	8	4	-1
19	P19	UCM	4	1	NULL	NULL	NULL	6	25	15	3

FQ: SELECT * from jugadores;

Archivo Opciones

Núm. de Columnas : 4

Filas Recuperadas: 19 (todas) Cerrar

Nº Fila	JUGADOR	EQUIPO	ALTURA	CALIDAD
1	P1	Español	BAJO	[30,38,40,45]
2	P2	Español	MUY_ALTO	[2,7,10,15]
3	P3	U.Cat	NORMAL	REGULAR
4	P4	U.Cat	192	REGULAR
5	P5	U.Cat	ALTO	10±10
6	P6	U.Conc	198	MALO
7	P7	U.Conc	MUY_ALTO	35±10
8	P8	U.Conc	170	[31,34,35,38]
9	P9	Petrox	BAJO	15±10
10	P10	Petrox	NORMAL	BUENO
11	P11	Austral	MUY_ALTO	25±10
12	P12	Austral	BAJO	MUY_BUENO
13	P13	BioBio	ALTO	MUY_BUENO
14	P14	BioBio	MUY_ALTO	8±10
15	P15	BioBio	177	6±10
16	P16	U.Chile	ALTO	MUY_BUENO
17	P17	U.Chile	UNKNOWN	UNKNOWN
18	P18	UCM	UNKNOWN	[8,12,15,25]
19	P19	UCM	NORMAL	25±10

Relación Jugadores realizada en FSQL.

Consulta 1. "Dame todos los datos de los jugadores que son posiblemente altos (grado mín. 0.5) y que tienen una calidad posiblemente menor que buena (grado mín 0.25). Recuperar los grados de compatibilidad de cada atributo y el asociado a la condición completa".

Respuesta SQL:

R1 = Selección jugadores posiblemente altos.

```
SELECT * from jugadores
WHERE ALTURAT = 4 and ALTURA1 = 2
Or (ALTURAT = 4 and ALTURA1 = 3)
Or ALTURAT = 0 and ALTURA1 = 23)
Or (ALTURAT = 3 and ALTURA1 >= 185)
Or (ALTURAT = 3 and ALTURA1 <= 210);
```

Jug	Equipo	Altura	Calidad
P2	Español	Muy Alto	\$(2,7,10,15]
P3	U.Cat.	Normal	Regular
P4	U.Cat.	192	Regular
P5	U.Cat.	Alto	#10
P6	U.Conc	198	Malo
P7	U.Conc	Muy Alto	#35
P0	Petrox	Normal	Bueno
11	Austral	Muy Alto	#25
P13	Bio Bio	Alto	Muy Bueno
P14	Bio Bio	Muy Alto	#8
P16	U.Chile	Alto	Muy Bueno
P17	U.Chile	Unknown	Unknown
P18	UCM	Unknown	\$(8,12,15,25]
P19	UCM	Normal	#25

Figura 2. Jugadores posiblemente altos

Respuesta FSQ:

R1 = Selección jugadores posiblemente altos.

```
SELECT * from jugadores
WHERE ALTURA FEQ $Alto thold 0.5;
```

FQ: SELECT jugador, equipo, altura, calidad, cdeg(altura) f...

Archivo Opciones

Núm. de Columnas : 5

Filas Recuperadas: 14 (todas)

Cerrar

Nº Fila	JUGADOR	EQUIPO	ALTURA	CALIDAD	CDEG(ALTURA)
1	P2	Español	MUY_ALTO	[2,7,10,15]	0,5
2	P3	U.Cat	NORMAL	REGULAR	0,5
3	P4	U.Cat	192	REGULAR	0,7
4	P5	U.Cat	ALTO	10±10	1
5	P6	U.Conc	198	MALO	1
6	P7	U.Conc	MUY_ALTO	35±10	0,5
7	P10	Petrox	NORMAL	BUENO	0,5
8	P11	Austral	MUY_ALTO	25±10	0,5
9	P13	BioBio	ALTO	MUY_BUENO	1
10	P14	BioBio	MUY_ALTO	8±10	0,5
11	P16	U.Chile	ALTO	MUY_BUENO	1
12	P17	U.Chile	UNKNOWN	UNKNOWN	1
13	P18	UCM	UNKNOWN	[8,12,15,25]	1
14	P19	UCM	NORMAL	25±10	0,5

Si se observan las dos relaciones presentan los mismos datos (para este caso), pero FSQL nos entrega el grado de satisfacción de la tupla con respecto a la condición.

Con respecto a la consulta efectuada por FSQL es mucho más sencilla que la realizada por SQL, además para realizar la consulta SQL nosotros como usuarios de la BDRC debemos conocer como los datos se encuentran representados, definidos para poder realizar las comparaciones correspondientes, en cambio, en FSQL se realiza la consulta de manera fácil y sencilla, ya que sólo se utiliza el o los operadores involucrados en la consulta, independiente de los datos ha consultar (almacenados en la BDRD).

A continuación se presenta la relación que contiene a los jugadores que sean posiblemente menores que Bueno y la relación final efectuadas en FSQL.

R2 = Selección jugadores que son posiblemente menores que Bueno

```
SELECT jugador.% FROM jugadores
WHERE Calidad FLT $Bueno
THOLD 0.25;
```


FQ: SELECT jugador, equipo, altura, calidad, cdeg(calid...

Archivo Opciones

Núm. de Columnas : 5

Filas Recuperadas: 13 (todas)

Cerrar

Nº Fila	JUGADOR	EQUIPO	ALTURA	CALIDAD	CDEG(CALIDAD)
1	P2	Español	MUY_ALTO	[2,7,10,15]	1
2	P3	U.Cat	NORMAL	REGULAR	1
3	P4	U.Cat	192	REGULAR	1
4	P5	U.Cat	ALTO	10±10	1
5	P6	U.Conc	198	MALO	1
6	P9	Petrox	BAJO	15±10	0,75
7	P10	Petrox	NORMAL	BUENO	0,5
8	P11	Austral	MUY_ALTO	25±10	0,25
9	P14	BioBio	MUY_ALTO	8±10	1
10	P15	BioBio	177	6±10	1
11	P17	U.Chile	UNKNOWN	UNKNOWN	1
12	P18	UCM	UNKNOWN	[8,12,15,25]	0,86
13	P19	UCM	NORMAL	25±10	0,25

R3 = Unión R1 y R2.

```
SELECT jugadores.%, cdeg(*)
FROM jugadores
WHERE Altura FEQ $Alto THOLD 0.5 AND Calidad FLT $Bueno THOLD 0.25;
```

Teóricamente los cálculos de los grados de posiblemente altos y posiblemente menores que buenos se encuentran representados en la siguiente figura.

Jugador	FEQ	FLT
P1	0	0
P2	0.5	1.0
P3	0.5	1.0
P4	0.7	1.0
P5	1.0	1.0
P6	1.0	1.0
P7	0.5	0
P8	0	0
P9	0	0.75
P10	0.5	0.5
P11	0.5	0.25
P12	0	0
P13	1.0	0
P14	0.5	1.0
P15	0	1.0
P16	1.0	0
P17	1.0	1.0
P18	1.0	0.9
P19	0.5	0.25

Figura 3. Mapeo del grado de posibilidad.

Esta tabla se obtuvo al observar las figuras 10, 11, 12, 13 y 14.

Para los valores #n presentes en el atributo Calidad se les evaluó con un margen igual a 10, es

decir, el intervalo sería el siguiente:

$$[n-10, n+10]$$

representando una distribución de posibilidad lineal.

Consulta 2. "Dame todos los datos de los jugadores que son necesariamente altos (en grado mín 0.5) y que tienen una calidad necesariamente menor que buena (en grado mín 0.25). Recuperar grados de compatibilidad de cada atributo y el asociado a la condición completa".

Respuesta:

R1 = Selección de los jugadores que son necesariamente altos (grado mín 0.5). Las tuplas se obtuvieron a partir de los valores presentes en la figura 9, donde NFEQ fuera mayor o igual a 0.5.

Jug	Equipo	Altura	Calidad	GAI
P4	U.Cát.	192	Regular	0.7
P5	U.Cát.	Alto	#10	0.5
P6	U.Conc	198	Malo	1.0
P13	Bio Bio	Alto	Muy Bueno	0.5
P16	U.Chile	Alto	Muy Bueno	0.5

R2 = Selección de los jugadores que son necesariamente menor que buenos (grado mín 0.25). Jugadores de la figura 9, donde los valores de NFLT fuera mayor o igual a 0.25.

Jug	Equipo	Altura	Calidad	GCa
P2	Español	Muy Alto	\$[2,7,10,15]	0.7
P3	U.Cát.	Normal	Regular	0.3
P4	U.Cát.	192	Regular	0.3
P5	U.Cát.	Alto	#10	0.5
P6	U.Conc	198	Malo	1.0
P9	Petrox	Bajo	#15	0.25
P14	Bio Bio	Muy Alto	#8	0.6
P15	Bio Bio	177	#6	0.7
P18	UCM	Unknown	\$[8,12,15,25]	0.25

Figura 5. Necesariamente Menor que Bueno

Solución: R3 = Intersección de R1 y R2

J	Equipo	Altura	Calidad	GAI	GCa	GCon
4	U.Cát.	192	Regular	0.7	0.3	0.3
5	U.Cát.	Alto	#10	1.0	0.5	0.5
6	U.Conc	198	Malo	1.0	1.0	1.0

Figura 6. Solución de la consulta 2.

La siguiente tabla presenta los valores al observar las figuras 10, 11, 12, 13 y 14.

Para aquellos valores que sean exactos su grado será el valor dado por la gráfica y, para aquellos valores que representan conjuntos difusos 1 – grado.

Jugador	NFEQ	NFLT
P1	0	0

P2	0	0.7
P3	0	0.3
P4	0.7	0.3
P5	0.5	0.5
P6	1.0	1.0
P7	0	0
P8	0	0
P9	0	0.25
P10	0	0
P11	0	0
P12	0	0
P13	0.5	0
P14	0	0.6
P15	0	0.7
P16	0.5	0
P17	0	0
P18	0	0.25
P19	0	0

Figura 7. Mapeo de grado de necesidad.

A continuación se define el conjunto difuso que dará el grado de pertenencia a las etiquetas para los atributos altura y calidad, éstos son definidos para la relación:

ALTURA

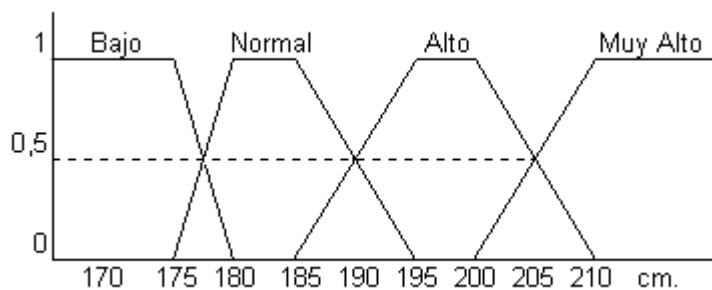


Figura 8. Etiqueta para Altura

CALIDAD

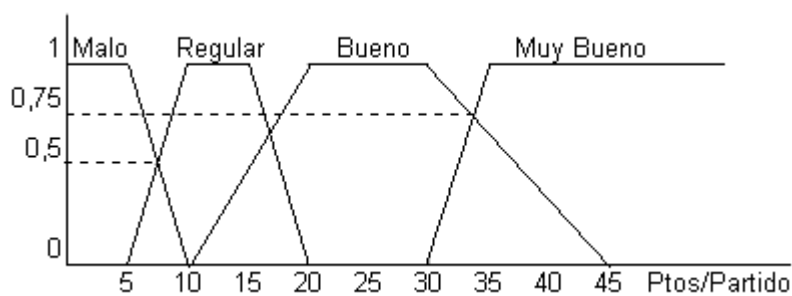


Figura 9. Etiqueta para Calidad

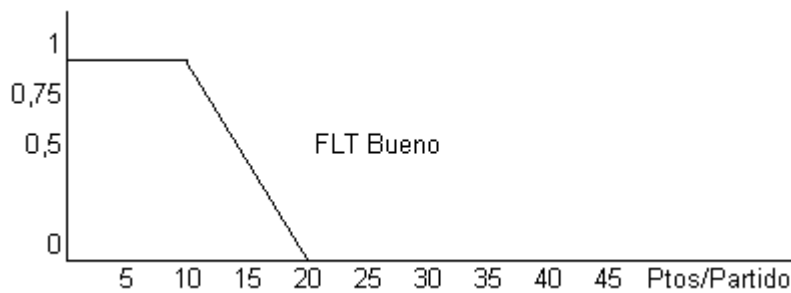


Figura 10. Posiblemente Menor que Bueno

También es importante para un mejor entendimiento realizar las gráficas por tuplas, para representar las etiquetas (valores con signo \$ delante) y las aproximaciones (valores con # delante).

1: \$[30,38,40,45]; 2: \$[2,7,10,15]; 3:

\$[8,12,15,25].

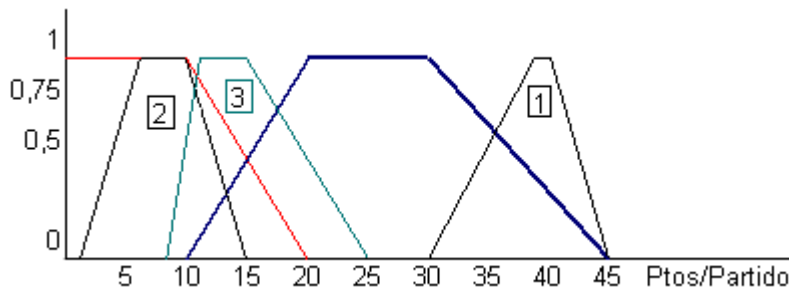


Figura 11. Etiqueta para Calidad de las tuplas 1, 2 y 18.

4: [31,34,35,38]; 5: #35; 6: #6; 7: #10.

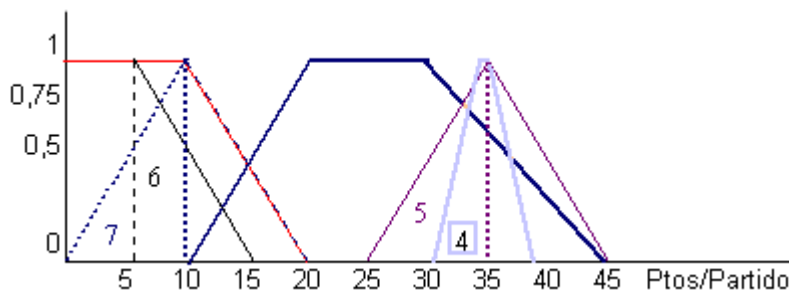


Figura 12. Etiqueta para Calidad de las tuplas 8, 7, 15 y 5.

8: #8; 9: #15; 10: #25.

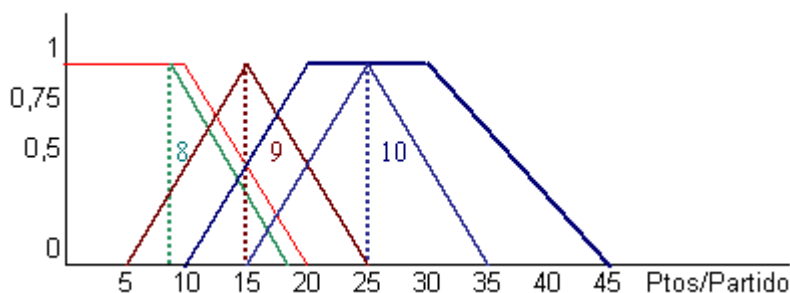
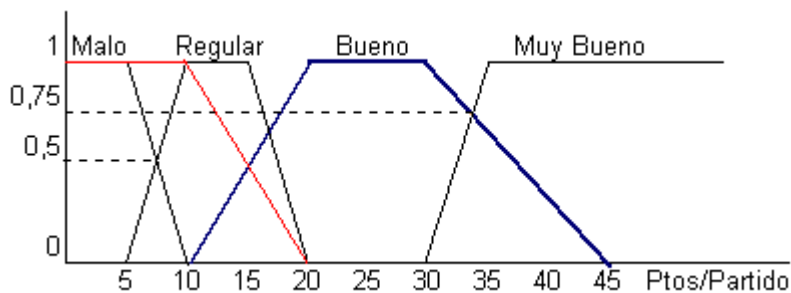


Figura 13. Etiqueta para Calidad de las tuplas 14, 9, 11 y 19.**Figura 14. Etiquetas para Calidad más FLT Bueno**

5. TABLA COMPARATIVA.

La siguiente tabla comparativa será enfocada de acuerdo a:

- Su Definición, en la cual se encuentra basada, por ejemplo lógica,
- Sus Operadores, diferencias y/o semejanzas en su definición, y
- La Información accedida en la consulta.

Álgebra Relacional

	BDR Clásica	BDR Difusa
D E F I N I C I Ó N	1. Basada en Modelo Relacional 2. Lógica Clásica 3. Pertenencia del dato repres. por un grado del conj. $\{0,1\}$ 4. Los datos deben ser exactos, precisos o bien definidos 5. Almacena Null (desc. Apl o no/ignorancia Total)	1. Basada Modelo Relacional y Teoría Difusos 2. Lógica Difusa. 3. La pertenencia del dato repres. Por rango $[0,1]$ 4. Los datos pueden repres. Imprecisión e incertidumbre. 5. Almacena Undefined, Unknown, Null
O P E R A D O R E S	6. Permite consultar sólo con datos precisos 7. Definición de operadores propuesta por Codd 8. No entrega un grado de cumplimiento. 9. Comparac. sólo con operadores clásicos.	6. Permite consultar con datos preciso e imprecisos 7. Definición de los operadores prop. por la teoría de conj. difusos. 8. Unión: máximo de los grados y la Intersección: mínimo de los grados 9. Comparac. con operadores clásicos
I N F	10. La condición establecida debe ser del mismo tipo de los datos a consultar	10. La condición establecida es independiente del dato a consultar.

O R M A C I Ó N	11.La información accedida es más limitada	11.La información accedida es más ar
	12.Un dato preciso no es accedido a partir de una comparac. con un dato que involucre imprecisión.	12.Un dato preciso puede ser accedid una comparac. que involucre imprec.
	13.Si no existe información que cumpla la condición no hay datos a mostrar	13.Si no existe información que cump condición presenta información aprox

6. CONCLUSIONES.

Si se requiere lograr un mejor almacenamiento y acceso a ese gran volumen de datos que debe almacenar, es recomendable que utilice una base de datos relacional difusa, ya que ésta le otorga un acceso a la información de forma fácil, debido a que su consulta puede utilizar conceptos difusos o valores exactos, de manera independiente a los valores a evaluar.

Además nos permite almacenar datos que poseen incertidumbre e imprecisión, almacenando los valores de Unknown, cuando desconozcamos el dato pero es aplicable; Undefined, cuando la información no es aplicable y el valor Null, ante una ignorancia total, lo que una base de datos relacional clásica no nos permite distinguir entre estos valores, ya que almacena ante cualquier caso un valor Null.

Finalmente, nos entrega las tuplas que cumplan la condición de forma total o aproximada, indicándonos el grado de pertenencia de la tupla ante la condición impuesta.

Es decir, amplía el intervalo de datos a consultar, por lo que las respuestas a nuestras consultas no serán vacías, aún cuando no exista un dato que la satisfaga completamente, ya que siempre evalúa en un intervalo.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. C.J. Date, "Introducción a los Sistemas de Bases de Datos", Addison-Wesley Iberoamericana, 1993.
2. Gardarin Georges, "Dominar las Bases de Datos, Modelos y Lenguajes", Ediciones Gestión 2000, S.A., 1994.
3. Pons Capote Olga, "Representación Lógica de Bases de Datos Difusas. Fundamentos Teóricos e Implementación", 1996.
4. Galindo Gómez José, "Tratamiento de la Imprecisión en Bases de Datos Relacionales: Extensión del modelo y adaptación de los SGBD Actuales", 1999.
5. Medina Rodríguez Juan, "Bases de datos Relacionales Difusas, Modelo Teórico y Aspectos de su Implementación", 1998.
6. Tanaka Kazuo, "An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications", 1996.
7. Oliva José, "Fuzzy Logic", Apuntes de clases UCLAM, 1998.
8. E. Rivero Cornelio, "Bases de Datos Relacionales", Paraninfo, 1992.
9. K.V.S.V.N. Raju, Universidad de Andhra, Arun K. Majundar, Universidad de Guelph, "Dependencias Funcionales Borrosas y descomposición de unión difusa de Sistemas de Bases de Datos Relacional Borrosas", 1988.
10. Chen G. (1998): Fuzzy Logic in Data Modeling, Semantics Constraints, and Databases

Desing. Kluwer Academic Publishers