

SISTEMA DE GESTIÓN DE STOCK EN RETAIL

AUTOR: Antonio Manuel Míguez Vega

1. Introducción

En este trabajo se implementa un sistema de gestión de stock en retail mediante lógica borrosa (modelo Mamdani). El objetivo del sistema es proporcionar una ayuda a la decisión en la reposición de productos basada en dos variables clave: la demanda y el nivel de stock actual. Las reglas del sistema han sido simplificadas para este trabajo, pero la metodología puede ser utilizada como base para futuras mejoras o implementaciones en entornos reales de retail.

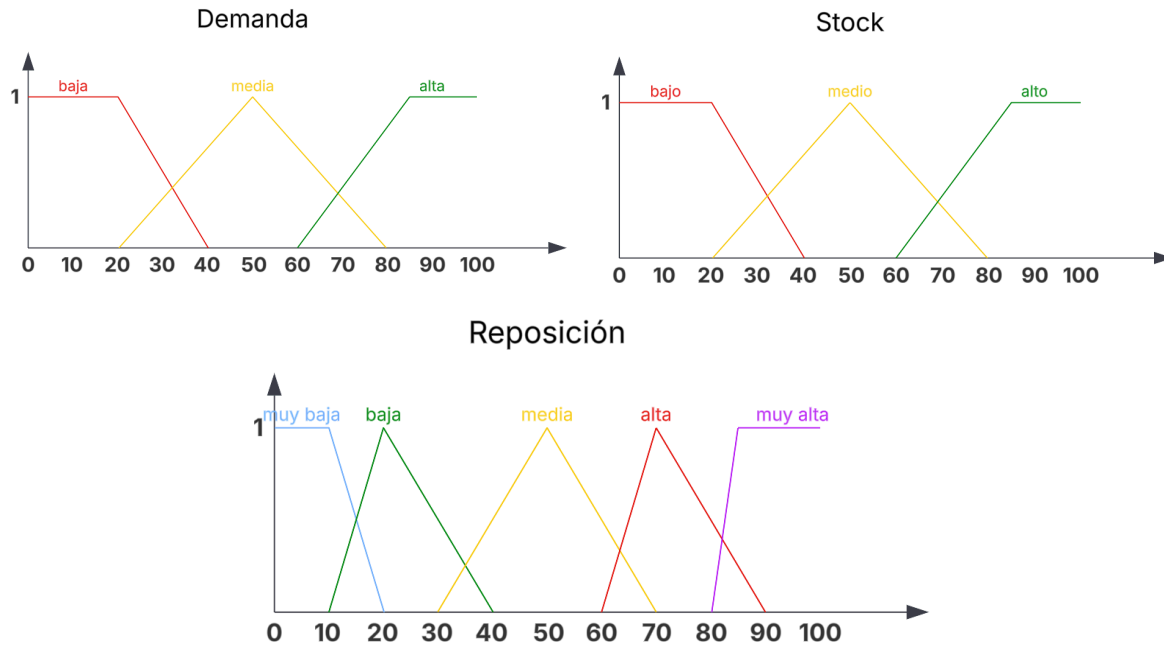
2. Descripción del Sistema

El sistema cuenta con dos variables de entrada:

- **Demanda:** Representa la cantidad de producto solicitado por los clientes en un periodo determinado. Su universo de discurso es $[0, 100]$ y se representa con el term set: {baja, media, alta}.
- **Stock actual:** Cantidad de unidades del producto disponibles en almacén. Su universo de discurso es $[0, 100]$ con el term set: {bajo, medio, alto}.

La variable de salida es:

- **Cantidad de reposición:** Representa el número de unidades a reponer. Su universo de discurso es $[0, 100]$ con el term set: {muy baja, baja, media, alta, muy alta}.



A su vez, se definen las siguientes reglas:

1. Si la demanda es **alta** y el stock actual es **bajo**, entonces la reposición debe ser **muy alta**.
2. Si la demanda es **alta** y el stock actual es **medio**, entonces la reposición debe ser **alta**.
3. Si la demanda es **alta** y el stock actual es **alto**, entonces la reposición debe ser **media**.
4. Si la demanda es **media** y el stock actual es **bajo**, entonces la reposición debe ser **alta**.
5. Si la demanda es **media** y el stock actual es **medio**, entonces la reposición debe ser **media**.
6. Si la demanda es **media** y el stock actual es **alto**, entonces la reposición debe ser **baja**.
7. Si la demanda es **baja** y el stock actual es **bajo**, entonces la reposición debe ser **media**.
8. Si la demanda es **baja** y el stock actual es **medio**, entonces la reposición debe ser **baja**.
9. Si la demanda es **baja** y el stock actual es **alto**, entonces la reposición debe ser **muy baja**.

3. Inferencia borrosa con Modus Ponens Generalizado

La inferencia borrosa en este caso se basa en la representación discreta de los conjuntos borrosos y en la aplicación del Modus Ponens Generalizado.

Se definen los conjuntos borrosos para **demanda**, **stock** y **reposición**:

- **Demanda:** Baja, Media, Alta
- **Stock:** Bajo, Medio, Alto
- **Reposición:** Muy Baja, Baja, Media, Alta, Muy Alta

Las funciones de membresía son discretas y se evalúan usando t-normas para calcular los grados de pertenencia. Se emplea una **función de implicación min** y la **t-norma min** para la inferencia borrosa.

Ejemplo de inferencia para **Demanda = 70** y **Stock = 50**:

1. Demanda (70) pertenece a "media" con $\mu = (80-70) / (80-50) = 0.33$ y a "alta" con $\mu = (70-60) / (85-60) = 0.4$. "baja" queda fuera del soporte.
2. Stock (50) pertenece solo a "medio" con $\mu = 1$. Tanto "alta" como "baja" quedan fuera del soporte.
3. Se activan las reglas:
 - R2: Si demanda es alta y stock es medio, entonces reposición es alta.
Grado de activación: $\min(0.4, 1) = 0.4$
 - R5: Si demanda es media y stock es medio, entonces reposición es media.
Grado de activación: $\min(0.33, 1) = 0.33$
4. Se combinan los resultados usando la **t-conorma máximo**.
5. La cantidad de reposición estimada cuando aplicamos el método del centro de gravedad es de **61.85 unidades**, que se calcula así:

$$\text{Area}_{\text{alta}} = \text{rango} \times \text{altura} = (90-60) \times 0.4 = 12$$

$$y_{\text{alta}} = (60 + 90) / 2 = 75$$

$$\text{Area}_{\text{media}} = (70-30) \times 0.33 = 13.32$$

$$y_{\text{media}} = (30 + 70) / 2 = 50$$

$$y_{\text{reposicion}} = (\text{Area}_{\text{alta}} \times y_{\text{alta}} + \text{Area}_{\text{media}} \times y_{\text{media}}) / (\text{Area}_{\text{alta}} + \text{Area}_{\text{media}}) = 61.85$$

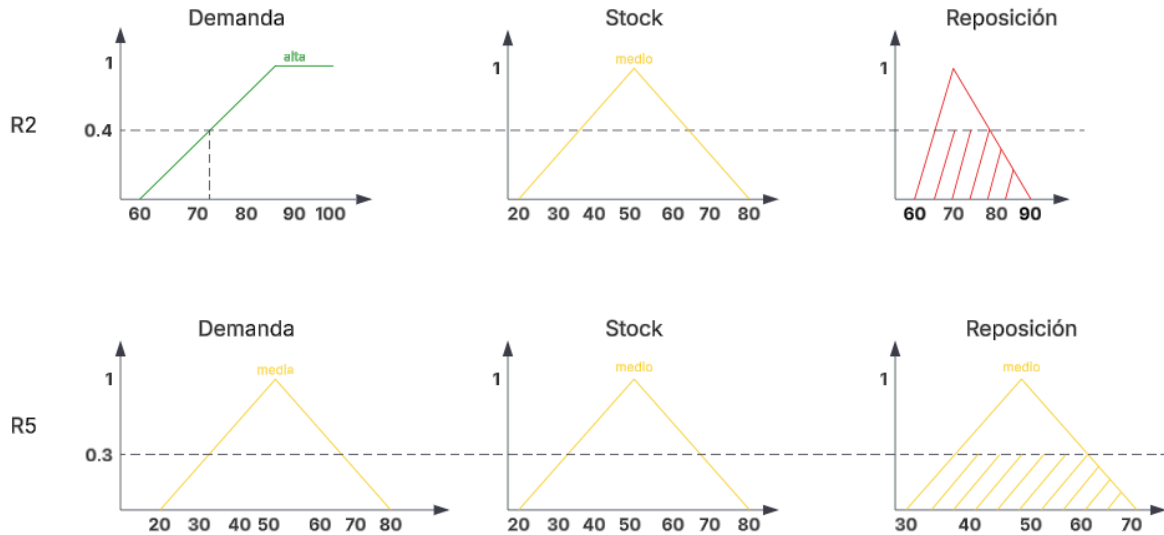
4. Sistema de inferencia borrosa tipo Mamdani

Se utilizan números borrosos para representar los universos de entrada y salida.

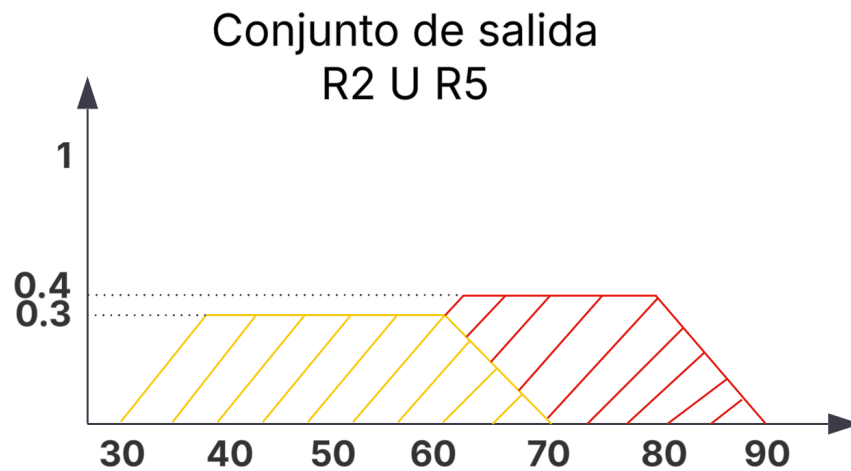
Veamos que reglas se disparan para el ejemplo **Demanda = 70** y **Stock = 50**

Demanda = 70.	$\mu_{\text{baja}} = 0$	$\mu_{\text{media}} = 0.3$	$\mu_{\text{alta}} = 0.4$
Stock = 50.	$\mu_{\text{bajo}} = 0$	$\mu_{\text{medio}} = 1$	$\mu_{\text{alto}} = 0$

En base a esto se disparan las reglas **R2** y **R5**



El conjunto borroso de salida es el resultado de la unión de ambas reglas:



La cantidad de reposición estimada cuando aplicamos la desborrosificación por el método de la media del máximo es de **75 unidades** (la media del área conjunto con área máxima es de $(90 - 60) / 2 = 75$).

4. Implementación en FUZZY CLIPS

Se implementa el sistema en FUZZY CLIPS con la siguiente Base de Conocimientos (BC) y Base de Hechos (BH).

Base de Conocimientos (BC)

```
(deftemplate demanda 0 100
  (
    (baja (0 1) (20 1) (40 0))
    (media (20 0) (50 1) (80 0))
    (alta (60 0) (85 1) (100 1))
  )
)

(deftemplate stock 0 100
  (
    (bajo (0 1) (20 1) (40 0))
    (medio (20 0) (50 1) (80 0))
    (alto (60 0) (85 1) (100 1))
  )
)

(deftemplate reposicion 0 100
  (
    (muy_baja (0 1) (10 1) (20 0))
    (baja (10 0) (20 1) (40 0))
    (media (30 0) (50 1) (70 0))
    (alta (60 0) (70 1) (90 0))
    (muy_alta (80 0) (90 1) (100 1))
  )
)

(defrule regla1 (demanda alta) (stock bajo) => (assert (reposicion
muy_alta)))

(defrule regla2 (demanda alta) (stock medio) => (assert (reposicion alta)))

(defrule regla3 (demanda alta) (stock alto) => (assert (reposicion media)))

(defrule regla4 (demanda media) (stock bajo) => (assert (reposicion alta)))

(defrule regla5 (demanda media) (stock medio) => (assert (reposicion media)))

(defrule regla6 (demanda media) (stock alto) => (assert (reposicion baja)))

(defrule regla7 (demanda baja) (stock bajo) => (assert (reposicion media)))

(defrule regla8 (demanda baja) (stock medio) => (assert (reposicion baja)))

(defrule regla9 (demanda baja) (stock alto) => (assert (reposicion
muy_baja)))
```

Base de Hechos (BH)

```
(deffacts hechos
  (demanda (70 0) (70 1) (70 0))
```

```
(stock (50 0) (50 1) (50 0)))
```

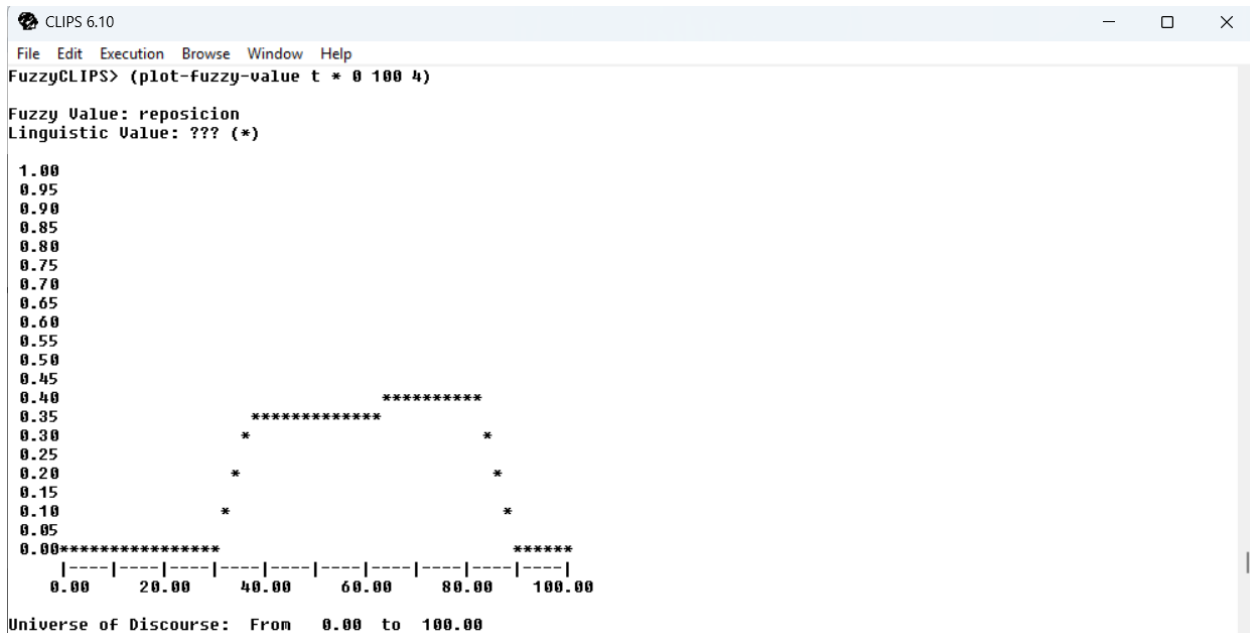
Ejecución en FUZZY CLIPS

Facts (MAIN)

```
f-0      (initial-fact) CF 1.00
f-1      (demanda ???) CF 1.00
f-2      (stock ???) CF 1.00 0 0.0 )
( (50.0 0.0) (50.0 1.0) (50.0 0.0) )
```

Agenda (MAIN)

```
0      regla2: f-1,f-2
0      regla5: f-1,f-2
```



Facts (MAIN)

```
f-0      (initial-fact) CF 1.00
f-1      (demanda ???) CF 1.00
f-2      (stock ???) CF 1.00 0 0.0)  )
f-4      (reposicion ???) CF 1.00 )  )
( (30.0 0.0) (36.67 0.3333) (63.33 0.3333) (64.0 0.4) (82.0 0
  (90.0 0.0)  )
```

Se observa que la inferencia generada en FUZZY CLIPS es consistente con la obtenida en el apartado anterior, confirmando una cantidad de reposición estimada de **60.88 unidades** cuando se usa el método del centro de gravedad y de **73 unidades** cuando se usa el método de la media del máximo.

```
FuzzyCLIPS> (maximum-defuzzify 4)
73.0
FuzzyCLIPS> (moment-defuzzify 4)
60.87592376507195
FuzzyCLIPS> |
```

5. Conclusión

Este sistema experto basado en lógica borrosa permite optimizar la gestión de stock en retail mediante la aplicación de reglas de inferencia y desborrosificación. Su implementación en FUZZYCLIPS facilita la evaluación de diferentes escenarios y proporciona una herramienta flexible para la toma de decisiones en la reposición de inventarios.