

4. Pruebas

4.1. Etapa de Pruebas

PRUEBA 1

Para fines de ilustrar las pruebas y aplicar lo visto en el capítulo anterior se tomaron las figuras de la figura 4.1 para llevar a cabo el procedimiento que realiza el programa basado en lógica difusa.

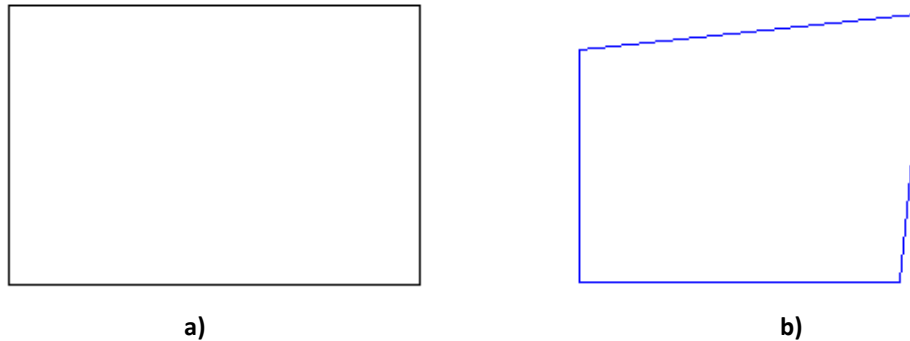


Figura 4.1. a) Perfil usado; b) Pieza que será ubicada en el perfil

Se inicia el movimiento de la pieza, ubicándola en el perfil, cuidando que no se encime y no se salga del mismo (figura 4.2), para fines ilustrativos se tomarán las tres posiciones más significativas de acomodo: a la izquierda, en medio, y a la derecha.

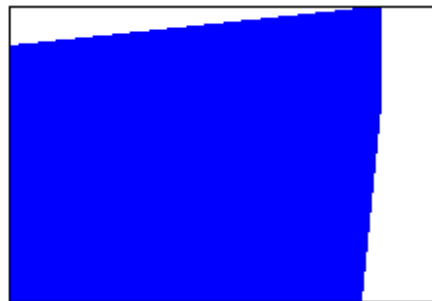


Figura 4.2. Posición 1

Posición 1.

La figura 4.2 ilustra lo que se denomina como “Posición 1”, cada posición generará una envolvente entre la pieza y el perfil, cada envolvente es única para cada nueva posición. Dicha envolvente, como se mencionó en el capítulo 2, sirve para el cálculo de la Tasa de Huecos (T_H), la eficiencia de área ocupada (η_A) está dada propiamente por el área de la pieza.

Para esta posición 1 la envolvente obtenida se muestra en la figura 4.3

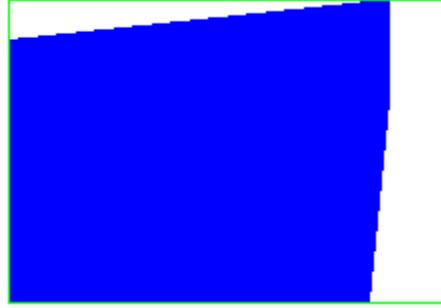


Figura 4.3. Envolvente correspondiente a la posición 1

Para esta posición corresponden los siguientes datos:

$$\text{Área de la Pieza} \quad A_P = 26100$$

$$\text{Área de la Envolvente} \quad A_E = 32250$$

Se deduce que el Área de la Pieza es constante y, por lo tanto, lo es la *eficiencia de área ocupada*. De estos datos se deriva que:

$$\text{Área de los Huecos} \quad A_H = 6150$$

El siguiente paso es calcular la *Tasa de Huecos* y la *eficiencia de Área Ocupada*, ya que son estas las variables de entrada al algoritmo difuso.

$$T_H = \frac{A_E - A_P}{A_E} \times 100$$
$$T_H = \frac{32250 - 26100}{32250} \times 100 = 19.0697$$

$$\eta_A = \frac{A_P}{A_E} \times 100$$
$$\eta_A = \frac{26100}{32250} \times 100 = 80.9302$$

Difusión

Una vez obtenidos los valores de $T_H = 19.0697$ y $\eta_A = 80.9302$, los ubicamos en nuestros conjuntos de entrada para iniciar la difusión; la figura 4.4 muestra las posiciones dentro del conjunto de entrada *Tasa de Huecos*. Y la figura 4.5 muestra las posiciones para el conjunto de entrada *eficiencia de área ocupada*.

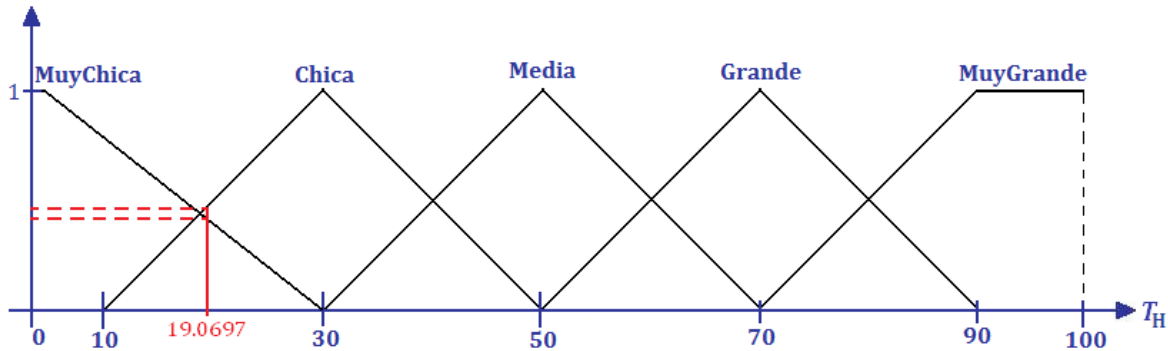


Figura 4.4. Posiciones para $T_H = 19.0697$

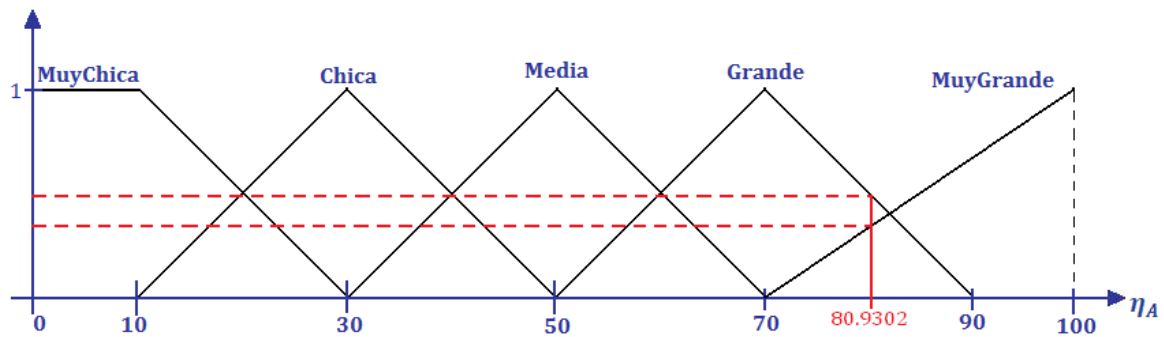


Figura 4.5. Posiciones para $\eta_A = 80.9302$

Con las fórmulas definidas en el capítulo 3 se obtienen los grados de pertenencia, tanto de $T_H = 19.0697$ como de $\eta_A = 80.9302$.

De la figura 4.4 se puede apreciar que en el caso de $T_H = 19.0697$ se está dentro de las funciones de membresía *Muy Chica* y *Chica*. Ahora se procede a calcular el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía a las que corresponda:

$$Muy\ Chica = \begin{cases} 1 & T_H \leq 1 \\ \frac{T_H - 30}{1 - 30} & 1 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Muy Chica} = \begin{cases} \frac{T_H - 30}{1 - 30} & 1 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

$$\text{Muy Chica} = \begin{cases} \frac{19.0697 - 30}{1 - 30} = 0.3769 \end{cases}$$

Para el caso de *Chica*

$$\text{Chica} = \begin{cases} \frac{T_H - 10}{30 - 10} & 10 < T_H \leq 30 \\ \frac{T_H - 50}{30 - 50} & 30 < T_H \leq 50 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Chica} = \begin{cases} \frac{T_H - 10}{30 - 10} & 10 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

$$\text{Chica} = \begin{cases} \frac{19.0697 - 10}{30 - 10} = 0.4534 \end{cases}$$

De la figura 4.5 se puede apreciar que en el caso de $\eta_A = 80.9302$ se está dentro de las funciones de membresía *Grande* y *Muy Grande*, ahora se procede a calcular el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía a las que corresponda:

$$\text{Grande} = \begin{cases} \frac{\eta_A - 50}{70 - 50} & 50 < \eta_A \leq 70 \\ \frac{\eta_A - 90}{70 - 90} & 70 < \eta_A \leq 90 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Grande} = \begin{cases} \frac{\eta_A - 90}{70 - 90} & 70 < \eta_A \leq 90 \end{cases}$$

$$\text{Grande} = \begin{cases} \frac{80.9302 - 90}{70 - 90} = 0.4534 \end{cases}$$

Para el caso de *Muy Grande*

$$Muy Grande = \begin{cases} \frac{\eta_A - 70}{100 - 70} & 70 < \eta_A \leq 100 \end{cases}$$

Sustituyendo valores

$$Muy Grande = \left\{ \frac{80.9302 - 70}{100 - 70} = 0.3643 \right.$$

Se procede a usar la base de conocimiento definida por la siguiente tabla, con la cual se obtienen los posibles valores del conjunto de salida *bondad* resultantes:

Área Ocupada Tasa de Huecos	Muy Chica	Chica	Media	Grande	Muy Grande
Muy grande	Muy Mala	Muy Mala	Muy Mala	Mala	Mala
Grande	Muy Mala	Mala	Mala	Media	Media
Media	Mala	Mala	Media	Buena	Buena
Chica	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Muy chica	Buena	Buena	Buena	Muy Buena	Muy Buena

Ahora se debe calcular cual de las funciones de membresía tiene mayor grado de pertenencia.

Primero se evalúan las reglas difusas, considerando sólo aquellas obtenidas de los valores de entrada de T_H y η_A

IF $T_H = Muy Chica$ y $\eta_A = Grande$ ENTONCES *Bondad* = *Muy Buena*

IF $T_H = Muy Chica$ y $\eta_A = Muy Grande$ ENTONCES *Bondad* = *Muy Buena*

IF $T_H = Chica$ y $\eta_A = Grande$ ENTONCES *Bondad* = *Buena*

IF $T_H = Chica$ y $\eta_A = Muy Grande$ ENTONCES *Bondad* = *Buena*

Sustituyendo los valores, y usando el método de inferencia mínima, se tiene:

IF $T_H = 0.3769$ y $\eta_A = 0.4534$ ENTONCES *Bondad* = 0.3769

IF $T_H = 0.3769$ y $\eta_A = 0.3643$ ENTONCES $Bondad = 0.3643$

IF $T_H = 0.4534$ y $\eta_A = 0.4534$ ENTONCES $Bondad = 0.4534$

IF $T_H = 0.4534$ y $\eta_A = 0.3643$ ENTONCES $Bondad = 0.3643$

Lo siguiente es combinar en un sólo conjunto difuso las diferentes reglas para cada uno de los subconjuntos difusos de salida asignados para cada función de membresía.

Para determinar la forma del conjunto difuso de salida a partir del conjunto de respuestas obtenidas de las diversas reglas difusas, se recurre al método de Máximo. De donde se obtienen el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía de salida.

$$\mu(\text{Muy Mala}) = 0$$

$$\mu(\text{Mala}) = 0$$

$$\mu(\text{Media}) = 0$$

$$\mu(\text{Buena}) = 0.4534$$

$$\mu(\text{Muy Buena}) = 0.3769$$

Desdifusión

Para la desdifusión se usará el método de Centro de Gravedad. El punto representativo de los conjuntos de salida se determina con la expresión:

$$z^* = \frac{\sum z_i \mu(z_i)}{\sum \mu(z_i)}$$

donde:

z_i posiciones de los centroides de las funciones de membresía de salida

$\mu(z_i)$ grado de pertenencia de la función de membresía modificada

Del capítulo 3 sabemos que los valores de los centroides para las funciones de membresía de salida son:

$$z(\text{Muy Mala}) = 2$$

$$z(\text{Mala}) = 20$$

$$z(\text{Media}) = 30$$

$$z(\text{Buena}) = 60$$

$$z(\text{Muy Buena}) = 100$$

Sustituyendo valores:

$$z^* = \frac{z_1\mu(z_1) + z_2\mu(z_2) + z_3\mu(z_3) + z_4\mu(z_4) + z_5\mu(z_5)}{\mu(z_1) + \mu(z_2) + \mu(z_3) + \mu(z_4) + \mu(z_5)}$$
$$z^* = \frac{(2)(0) + (20)(0) + (30)(0) + (60)(0.4534) + (100)(0.3769)}{0 + 0 + 0 + 0.4534 + 0.3769}$$
$$z_1^* = 78.1573$$

Posición 2.

La figura 4.6 ilustra lo que se denomina como "Posición 2".



Figura 4.6. Posición 2

La figura 4.7 muestra la envolvente para esta posición.



Figura 4.7. Envolvente correspondiente a la posición 2

Los datos para esta posición son:

Área de la Pieza $A_P = 26100$

Área de la Envolvente $A_E = 30750$

Con los cuales se calcula la *Tasa de Huecos* y la *Eficiencia de Área Ocupada*

$$T_H = \frac{30750 - 26100}{30750} \times 100 = 15.1219$$

$$\eta_A = \frac{26100}{30750} \times 100 = 84.8780$$

Difusión

Una vez obtenidos los valores de $T_H = 15.1219$ y $\eta_A = 84.8780$, los ubicamos en nuestros conjuntos de entrada para iniciar la difusión; la figura 4.8 muestra las posiciones dentro del conjunto de entrada *Tasa de Huecos*. Y la figura 4.9 muestra las posiciones para el conjunto de entrada *eficiencia de área ocupada*.

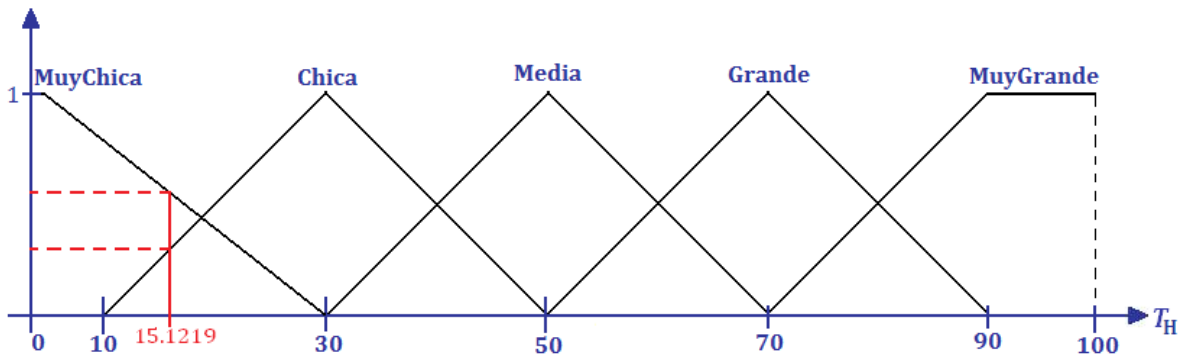


Figura 4.8. Posiciones para $T_H = 15.1219$

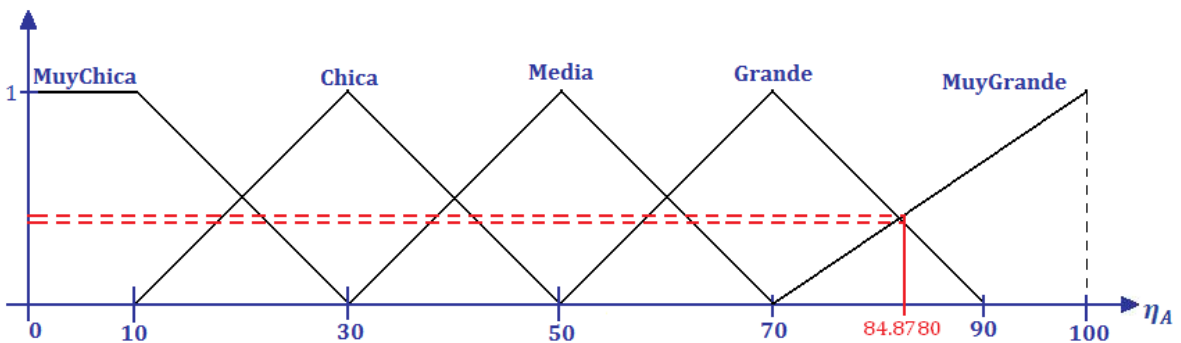


Figura 4.9. Posiciones para $\eta_A = 84.8780$

Con las fórmulas definidas en el capítulo 3 se obtienen los grados de pertenencia, tanto de $T_H = 15.1219$ como de $\eta_A = 84.8780$

De la figura 4.8 se puede apreciar que en el caso de $T_H = 15.1219$ se está dentro de las funciones de membresía *Muy Chica* y *Chica*, ahora se procede a calcular el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía a las que corresponda:

$$Muy\ Chica = \begin{cases} 1 & T_H \leq 1 \\ \frac{T_H - 30}{1 - 30} & 1 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$Muy\ Chica = \begin{cases} \frac{T_H - 30}{1 - 30} & 1 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

$$Muy\ Chica = \begin{cases} \frac{15.1219 - 30}{1 - 30} = 0.5130 \end{cases}$$

Para el caso de *Chica*

$$Chica = \begin{cases} \frac{T_H - 10}{30 - 10} & 10 < T_H \leq 30 \\ \frac{T_H - 50}{30 - 50} & 30 < T_H \leq 50 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$Chica = \begin{cases} \frac{T_H - 10}{30 - 10} & 10 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

$$Chica = \begin{cases} \frac{15.1219 - 10}{30 - 10} = 0.2561 \end{cases}$$

De la figura 4.9 se puede apreciar que en el caso de $\eta_A = 84.8780$ se está dentro de las funciones de membresía *Grande* y *Muy Grande*, ahora se procede a calcular el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía a las que corresponda:

$$Grande = \begin{cases} \frac{\eta_A - 50}{70 - 50} & 50 < \eta_A \leq 70 \\ \frac{\eta_A - 90}{70 - 90} & 70 < \eta_A \leq 90 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$Grande = \left\{ \frac{\eta_A - 90}{70 - 90} \quad 70 < \eta_A \leq 90 \right.$$

$$Grande = \left\{ \frac{84.8780 - 90}{70 - 90} = 0.2561 \right.$$

Para el caso de *Muy Grande*

$$Muy Grande = \left\{ \frac{\eta_A - 70}{100 - 70} \quad 70 < \eta_A \leq 100 \right.$$

Sustituyendo valores

$$Muy Grande = \left\{ \frac{84.8780 - 70}{100 - 70} = 0.4959 \right.$$

Se procede a usar la base de conocimiento definida por la siguiente tabla, con la cual se obtienen los posibles valores del conjunto de salida *bondad* resultantes:

Área Ocupada Tasa de Huecos	Muy Chica	Chica	Media	Grande	Muy Grande
Muy grande	Muy Mala	Muy Mala	Muy Mala	Mala	Mala
Grande	Muy Mala	Mala	Mala	Media	Media
Media	Mala	Mala	Media	Buena	Buena
Chica	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Muy chica	Buena	Buena	Buena	Muy Buena	Muy Buena

Ahora se debe calcular cual de las funciones de membresía tiene mayor grado de pertenencia.

Primero se evalúan las reglas difusas, considerando sólo aquellas obtenidas de los valores de entrada de T_H y η_A

IF $T_H = \text{Muy Chica}$ y $\eta_A = \text{Grande}$ ENTONCES $Bondad = \text{Muy Buena}$

IF $T_H = \text{Muy Chica}$ y $\eta_A = \text{Muy Grande}$ ENTONCES $Bondad = \text{Muy Buena}$

IF $T_H = \text{Chica}$ y $\eta_A = \text{Grande}$ ENTONCES $Bondad = \text{Buena}$

IF $T_H = \text{Chica}$ y $\eta_A = \text{Muy Grande}$ ENTONCES $Bondad = \text{Buena}$

Sustituyendo los valores y usando el método de inferencia mínima se tiene:

IF $T_H = 0.5130$ y $\eta_A = 0.2561$ ENTONCES $Bondad = 0.2561$

IF $T_H = 0.5130$ y $\eta_A = 0.4959$ ENTONCES $Bondad = 0.4959$

IF $T_H = 0.2561$ y $\eta_A = 0.2561$ ENTONCES $Bondad = 0.2561$

IF $T_H = 0.2561$ y $\eta_A = 0.4959$ ENTONCES $Bondad = 0.2561$

Lo siguiente es combinar en un solo conjunto difuso las diferentes reglas para cada uno de los subconjuntos difusos de salida asignados para cada función de membresía.

Para determinar la forma del conjunto difuso de salida a partir del conjunto de respuestas obtenidas de las diversas reglas difusas se recurre al método de Máximo, de donde se obtienen el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía de salida.

$$\mu(\text{Muy Mala}) = 0$$

$$\mu(\text{Mala}) = 0$$

$$\mu(\text{Media}) = 0$$

$$\mu(\text{Buena}) = 0.2561$$

$$\mu(\text{Muy Buena}) = 0.4959$$

Desdifusión

Para la desdifusión se usará el método de Centro de Gravedad. El punto representativo de los conjuntos de salida se determina con la expresión:

$$z^* = \frac{\sum z_i \mu(z_i)}{\sum \mu(z_i)}$$

donde:

z_i posiciones de los centroides de las funciones de membresía de salida

$\mu(z_i)$ grado de pertenencia de la función de membresía modificada

Del capítulo 3 sabemos que los valores de los centroides para las funciones de membresía de salida son:

$$z(\text{Muy Mala}) = 2$$

$$z(\text{Mala}) = 20$$

$$z(\text{Media}) = 30$$

$$z(\text{Buena}) = 60$$

$$z(\text{Muy Buena}) = 100$$

Sustituyendo valores:

$$z^* = \frac{z_1\mu(z_1) + z_2\mu(z_2) + z_3\mu(z_3) + z_4\mu(z_4) + z_5\mu(z_5)}{\mu(z_1) + \mu(z_2) + \mu(z_3) + \mu(z_4) + \mu(z_5)}$$

$$z^* = \frac{(2)(0) + (20)(0) + (30)(0) + (60)(0.2561) + (100)(0.4959)}{0 + 0 + 0 + 0.2561 + 0.4959}$$

$$\mathbf{z_2^* = 86.38.12}$$

Posición 3.

La figura 4.10 ilustra lo que se denomina como "Posición 3".

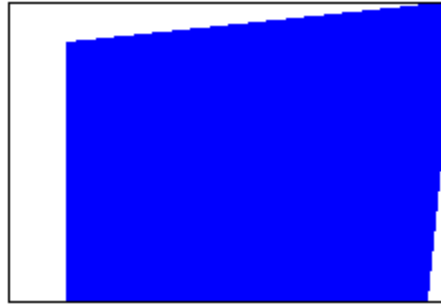


Figura 4.10. Posición 3

La figura 4.11 muestra la envolvente para esta posición.

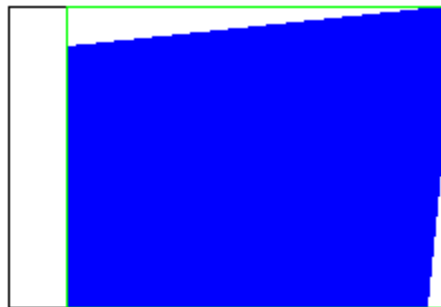


Figura 4.11. Envolvente correspondiente a la posición 3

Los datos para esta posición son:

$$\text{Área de la Pieza} \quad A_P = 26100$$

$$\text{Área de la Envolvente} \quad A_E = 29250$$

Con los cuales se calcula la *Tasa de Huecos* y la *Eficiencia de Área Ocupada*

$$T_H = \frac{29250 - 26100}{29250} \times 100 = 10.7692$$

$$\eta_A = \frac{26100}{29250} \times 100 = 89.2307$$

Difusión

Una vez obtenidos los valores de $T_H = 10.7692$ y $\eta_A = 89.2307$, los ubicamos en nuestros conjuntos de entrada para iniciar la difusión; la figura 4.12 muestra las posiciones dentro del conjunto de entrada *Tasa de Huecos*. Y la figura 4.13 muestra las posiciones para el conjunto de entrada *eficiencia de área ocupada*.

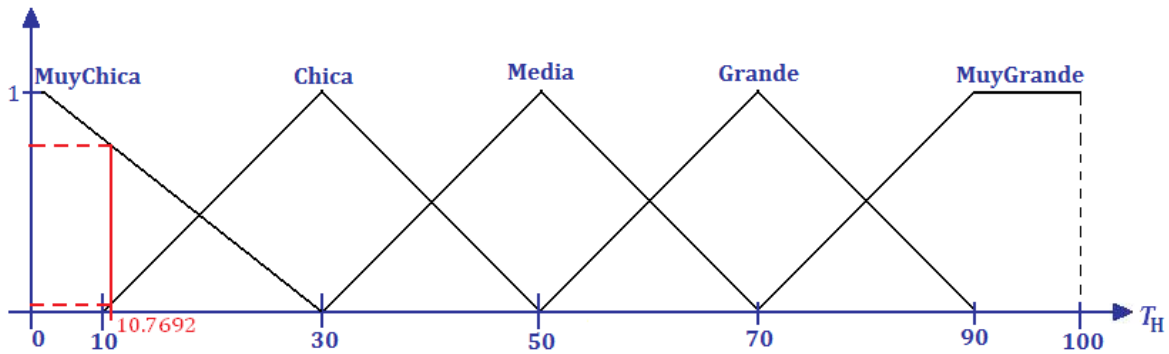


Figura 4.12. Posiciones para $T_H = 10.7692$

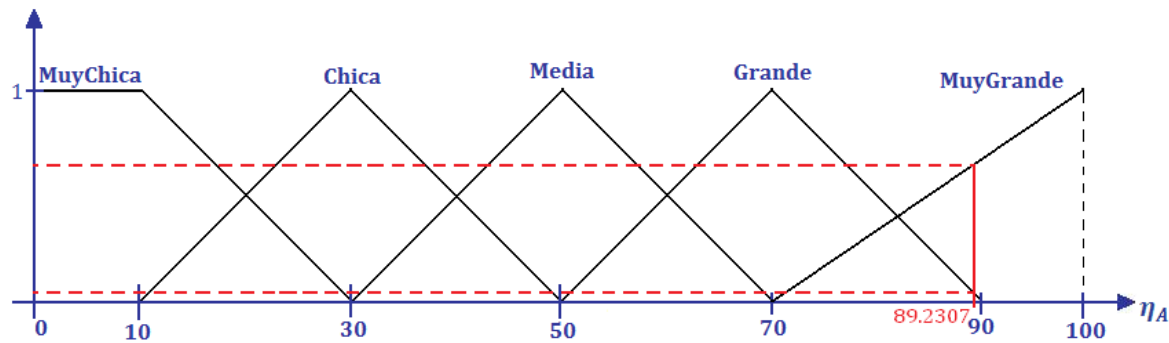


Figura 4.13. Posiciones para $\eta_A = 89.2307$

Con las fórmulas definidas en el capítulo 3 se obtienen los grados de pertenencia, tanto de $T_H = 10.7692$ como de $\eta_A = 89.2307$

De la figura 4.12 se puede apreciar que en el caso de $T_H = 10.7692$ se está dentro de las funciones de membresía *Muy Chica* y *Chica*, ahora se procede a calcular el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía a las que corresponda:

$$Muy\ Chica = \begin{cases} 1 & T_H \leq 10 \\ \frac{T_H - 0}{10 - 0} & 10 < T_H \leq 10 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Muy Chica} = \begin{cases} \frac{T_H - 30}{1 - 30} & 1 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

$$\text{Muy Chica} = \begin{cases} \frac{10.7692 - 30}{1 - 30} = 0.6631 \end{cases}$$

Para el caso de *Chica*

$$\text{Chica} = \begin{cases} \frac{T_H - 10}{30 - 10} & 10 < T_H \leq 30 \\ \frac{T_H - 50}{30 - 50} & 30 < T_H \leq 50 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Chica} = \begin{cases} \frac{T_H - 10}{30 - 10} & 10 < T_H \leq 30 \end{cases}$$

$$\text{Chica} = \begin{cases} \frac{10.7692 - 10}{30 - 10} = 0.03846 \end{cases}$$

De la figura 4.13 se puede apreciar que en el caso de $\eta_A = 89.2307$ se está dentro de las funciones de membresía *Grande* y *Muy Grande*, ahora se procede a calcular el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía a las que corresponda:

$$\text{Grande} = \begin{cases} \frac{\eta_A - 50}{70 - 50} & 50 < \eta_A \leq 70 \\ \frac{\eta_A - 90}{70 - 90} & 70 < \eta_A \leq 90 \end{cases}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Grande} = \begin{cases} \frac{\eta_A - 90}{70 - 90} & 70 < \eta_A \leq 90 \end{cases}$$

$$\text{Grande} = \begin{cases} \frac{89.2307 - 90}{70 - 90} = 0.0385 \end{cases}$$

Para el caso de *Muy Grande*

$$\text{Muy Grande} = \begin{cases} \frac{\eta_A - 70}{90 - 70} & 70 < \eta_A \leq 100 \end{cases}$$

Sustituyendo valores

$$\text{Muy Grande} = \left\{ \frac{89.2307 - 70}{90 - 70} = 0.6410 \right.$$

Se procede a usar la base de conocimiento definida por la siguiente tabla, con la cual se obtienen los posibles valores del conjunto de salida *bondad* resultantes:

Área Ocupada Tasa de Huecos	Muy Chica	Chica	Media	Grande	Muy Grande
Muy grande	Muy Mala	Muy Mala	Muy Mala	Mala	Mala
Grande	Muy Mala	Mala	Mala	Media	Media
Media	Mala	Mala	Media	Buena	Buena
Chica	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Muy chica	Buena	Buena	Buena	Muy Buena	Muy Buena

Ahora se debe calcular cual de las funciones de membresía tiene mayor grado de pertenencia.

Primero se evalúan las reglas difusas, considerando sólo aquellas obtenidas de los valores de entrada de T_H y η_A

IF $T_H = \text{Muy Chica}$ y $\eta_A = \text{Grande}$ ENTONCES *Bondad* = *Muy Buena*

IF $T_H = \text{Muy Chica}$ y $\eta_A = \text{Muy Grande}$ ENTONCES *Bondad* = *Muy Buena*

IF $T_H = \text{Chica}$ y $\eta_A = \text{Grande}$ ENTONCES *Bondad* = *Buena*

IF $T_H = \text{Chica}$ y $\eta_A = \text{Muy Grande}$ ENTONCES *Bondad* = *Buena*

Sustituyendo los valores y usando el método de inferencia mínima, se tiene:

$$\text{IF } T_H = 0.6631 \text{ y } \eta_A = 0.0385 \text{ ENTONCES } \textit{Bondad} = 0.0385$$

$$\text{IF } T_H = 0.6631 \text{ y } \eta_A = 0.6410 \text{ ENTONCES } \textit{Bondad} = 0.6410$$

$$\text{IF } T_H = 0.0385 \text{ y } \eta_A = 0.0385 \text{ ENTONCES } \textit{Bondad} = 0.0385$$

$$\text{IF } T_H = 0.0385 \text{ y } \eta_A = 0.6410 \text{ ENTONCES } \textit{Bondad} = 0.0385$$

Lo siguiente es combinar en un solo conjunto difuso las diferentes reglas para cada uno de los subconjuntos difusos de salida asignados para cada función de membresía.

Para determinar la forma del conjunto difuso de salida a partir del conjunto de respuestas obtenidas de las diversas reglas difusas, se recurre al método de Máximo. De donde se obtienen el grado de pertenencia para cada una de las funciones de membresía de salida.

$$\mu(\textit{Muy Mala}) = 0$$

$$\mu(\textit{Mala}) = 0$$

$$\mu(\textit{Media}) = 0$$

$$\mu(\textit{Buena}) = 0.0385$$

$$\mu(\textit{Muy Buena}) = 0.6410$$

Desdifusión

Para la desdifusión se usará el método de Centro de Gravedad. El punto representativo de los conjuntos de salida se determina con la expresión:

$$z^* = \frac{\sum z_i \mu(z_i)}{\sum \mu(z_i)}$$

donde:

z_i posiciones de los centroides de las funciones de membresía de salida

$\mu(z_i)$ grado de pertenencia de la función de membresía modificada

Del capítulo 3 sabemos que los valores de los centroides para las funciones de membresía de salida son:

$$z(\textit{Muy Mala}) = 2$$

$$z(\textit{Mala}) = 20$$

$$z(\textit{Media}) = 30$$

$$z(\text{Buena}) = 60$$

$$z(\text{Muy Buena}) = 100$$

Sustituyendo valores:

$$z^* = \frac{z_1\mu(z_1) + z_2\mu(z_2) + z_3\mu(z_3) + z_4\mu(z_4) + z_5\mu(z_5)}{\mu(z_1) + \mu(z_2) + \mu(z_3) + \mu(z_4) + \mu(z_5)}$$

$$z^* = \frac{(2)(0) + (20)(0) + (30)(0) + (60)(0.0385) + (100)(0.6410)}{0 + 0 + 0 + 0.0385 + 0.6410}$$

$$z_3^* = 97.7336$$

De las tres posiciones se tienen los siguientes valores de bondad:

$$z_1^* = 78.1573$$

$$z_2^* = 86.38.12$$

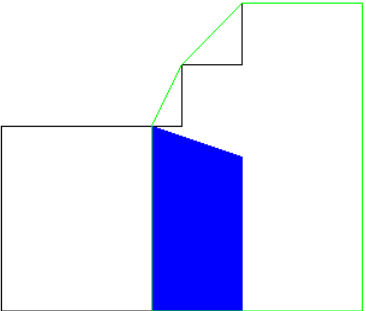
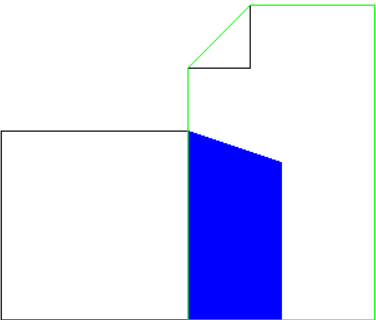
$$z_3^* = 97.7336$$

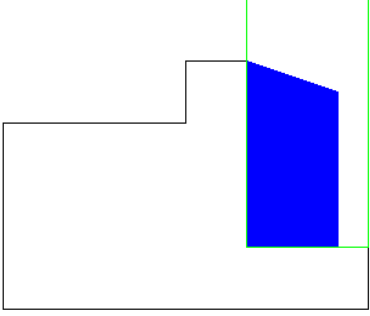
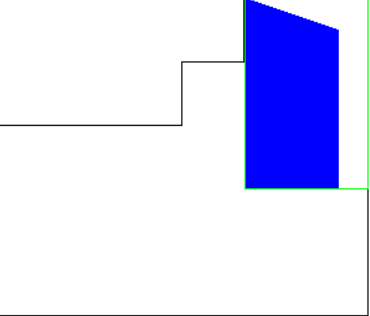
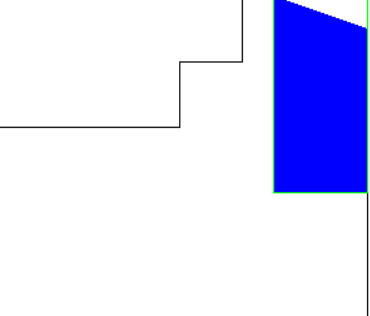
Se tiene que la mejor bondad es la $z_3^* = 97.7336$ por lo que la posición óptima de acomodo para esta pieza es la que se muestra en la figura 4.14.



Figura 4.14. Posición Óptima

PRUEBA 2.

Posición	Imagen	Variables de entrada	Difusión	Desdifusión										
1		$A_P = 10312.5$ $A_E = 40625.0$ $T_H = 74.6153$ $\eta_A = 25.3846$	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.2307</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.7692</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.2307</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.7692</td> </tr> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.2307	Grande	0.7692	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.2307	Chica	0.7692	$z_1^* = 15.8461$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.2307												
	Grande	0.7692												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.2307												
	Chica	0.7692												
2		$A_P = 10312.5$ $A_E = 36250.0$ $T_H = 71.5517$ $\eta_A = 28.4482$	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.0775</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.9224</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.0775</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.9224</td> </tr> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.0775	Grande	0.9224	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.0775	Chica	0.9224	$z_2^* = 18.6034$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.0775												
	Grande	0.9224												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.0775												
	Chica	0.9224												

3		$A_P = 10312.5$ $A_E = 20000.0$ $T_H = 48.4375$ $\eta_A = 51.5625$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Media</td> <td>0.9218</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.0781</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Media</td> <td>0.9218</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.0781</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Media	0.9218	Chica	0.0781	Eficiencia de Área Ocupada	Media	0.9218	Grande	0.0781	$z_3^* = 32.3437$
Tasa de Huecos	Media	0.9218												
	Chica	0.0781												
Eficiencia de Área Ocupada	Media	0.9218												
	Grande	0.0781												
4		$A_P = 10312.5$ $A_E = 14850.0$ $T_H = 30.5555$ $\eta_A = 69.4444$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Media</td> <td>0.0277</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.9722</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Media</td> <td>0.0277</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.9722</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Media	0.0277	Chica	0.9722	Eficiencia de Área Ocupada	Media	0.0277	Grande	0.9722	$z_4^* = 59.1666$
Tasa de Huecos	Media	0.0277												
	Chica	0.9722												
Eficiencia de Área Ocupada	Media	0.0277												
	Grande	0.9722												
5		$A_P = 10312.5$ $A_E = 11250.0$ $T_H = 8.3333$ $\eta_A = 91.6666$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Tasa de Huecos</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.7471</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.7222</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Muy Chica	0.7471	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Grande	0.7222	$z_5^* = 100.0$				
Tasa de Huecos	Muy Chica	0.7471												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Grande	0.7222												

De las cinco posiciones se tienen los siguientes valores de bondad:

$$z_1^* = 15.8461$$

$$z_2^* = 18.6034$$

$$z_3^* = 32.3437$$

$$z_4^* = 59.1666$$

$$z_5^* = 100.00$$

Se tiene que la mejor bondad es la $z_5^* = 100.00$ por lo que la posición óptima de acomodo para esta pieza es la que se muestra en la figura 4.15.

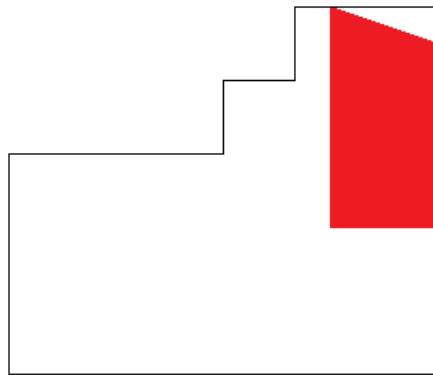
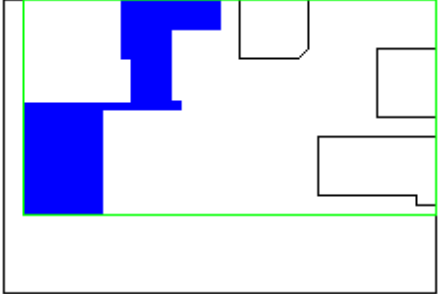
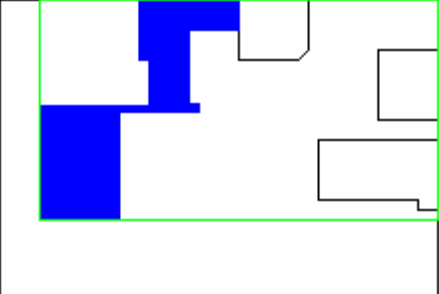
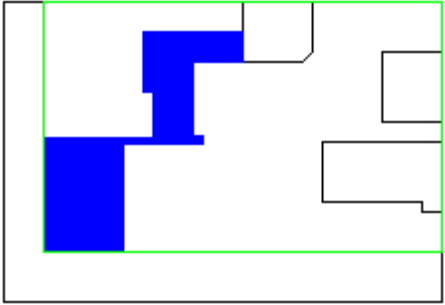
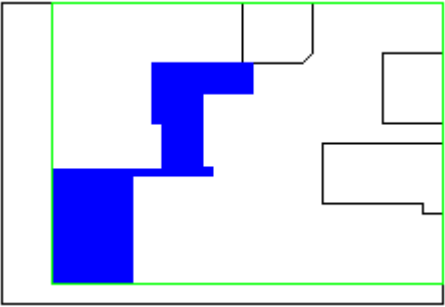
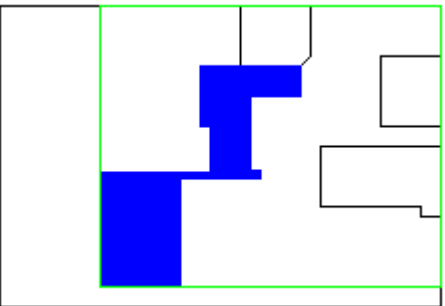
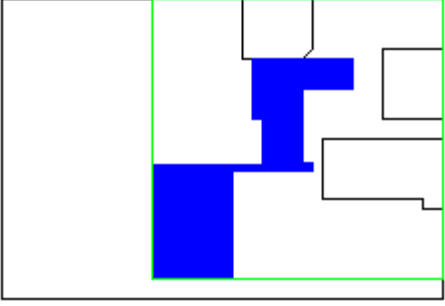
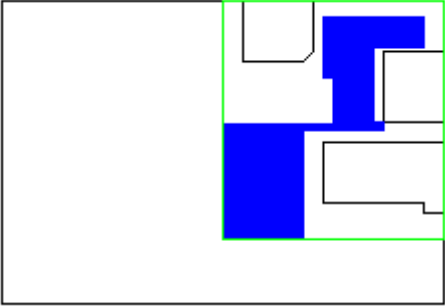
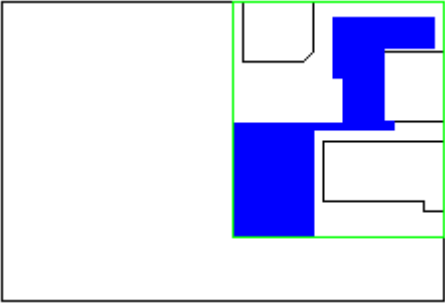


Figura 4.15. Posición Óptima

PRUEBA 3.

Posición	Imagen	Variables de entrada	Difusión	Desdifusión										
1		$A_p = 3990.0$ $A_E = 23100.0$ $T_H = 82.7272$ $\eta_A = 17.2727$	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.6363</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.3636</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.6363</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.3636</td> </tr> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.6363	Grande	0.3636	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.6363	Chica	0.3636	$z_1^* = 8.5454$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.6363												
	Grande	0.3636												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.6363												
	Chica	0.3636												
2		$A_p = 3990.0$ $A_E = 22000.0$ $T_H = 81.8636$ $\eta_A = 18.1363$	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.5931</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.4068</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.5931</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.4068</td> </tr> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.5931	Grande	0.4068	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.5931	Chica	0.4068	$z_2^* = 9.3227$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.5931												
	Grande	0.4068												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.5931												
	Chica	0.4068												

3		$A_p = 3990.0$ $A_E = 25000.0$ $T_H = 84.04$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.7020</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.2979</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.7020</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.2979</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.7020	Grande	0.2979	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.7020	Chica	0.2979	$z_3^* = 7.3639$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.7020												
	Grande	0.2979												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.7020												
	Chica	0.2979												
4		$A_p = 3990.0$ $A_E = 27300.0$ $T_H = 85.3846$ $\eta_A = 14.6153$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.7692</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.2307</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.7692</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.2307</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.7692	Grande	0.2307	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.7692	Chica	0.2307	$z_4^* = 6.1538$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.7692												
	Grande	0.2307												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.7692												
	Chica	0.2307												
5		$A_p = 3990.0$ $A_E = 23800.0$ $T_H = 83.2352$ $\eta_A = 16.7647$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.6617</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.3382</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.6617</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.3382</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.6617	Grande	0.3382	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.6617	Chica	0.3382	$z_5^* = 8.0882$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.6617												
	Grande	0.3382												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.6617												
	Chica	0.3382												

6		$A_p = 3990.0$ $A_E = 20300.0$ $T_H = 80.3448$ $\eta_A = 19.6551$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Muy Grande</td> <td>0.5172</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>0.4827</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Muy Chica</td> <td>0.5172</td> </tr> <tr> <td>Chica</td> <td>0.4827</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Muy Grande	0.5172	Grande	0.4827	Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.5172	Chica	0.4827	$z_6^* = 10.6896$
Tasa de Huecos	Muy Grande	0.5172												
	Grande	0.4827												
Eficiencia de Área Ocupada	Muy Chica	0.5172												
	Chica	0.4827												
7		$A_p = 3990.0$ $A_E = 12980.0$ $T_H = 69.2604$ $\eta_A = 30.7395$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Grande</td> <td>0.9630</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>0.0369</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Chica</td> <td>0.9630</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>0.0369</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Grande	0.9630	Media	0.0369	Eficiencia de Área Ocupada	Chica	0.9630	Media	0.0369	$z_7^* = 20.3697$
Tasa de Huecos	Grande	0.9630												
	Media	0.0369												
Eficiencia de Área Ocupada	Chica	0.9630												
	Media	0.0369												
8		$A_p = 3990.0$ $A_E = 12390.0$ $T_H = 67.7966$ $\eta_A = 32.2033$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Tasa de Huecos</td> <td>Grande</td> <td>0.8898</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>0.1101</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eficiencia de Área Ocupada</td> <td>Chica</td> <td>0.8898</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>0.1101</td> </tr> </tbody> </table>	Tasa de Huecos	Grande	0.8898	Media	0.1101	Eficiencia de Área Ocupada	Chica	0.8898	Media	0.1101	$z_8^* = 21.1016$
Tasa de Huecos	Grande	0.8898												
	Media	0.1101												
Eficiencia de Área Ocupada	Chica	0.8898												
	Media	0.1101												

De las ocho posiciones se tienen los siguientes valores de bondad:

$$z_1^* = 8.5454$$

$$z_2^* = 9.3227$$

$$z_3^* = 7.3639$$

$$z_4^* = 6.1538$$

$$z_5^* = 8.0882$$

$$z_6^* = 10.6896$$

$$z_7^* = 20.3697$$

$$z_8^* = 21.1016$$

Se tiene que la mejor bondad es la $z_8^* = 21.1016$ por lo que la posición óptima de acomodo para esta pieza es la que se muestra en la figura 4.16.

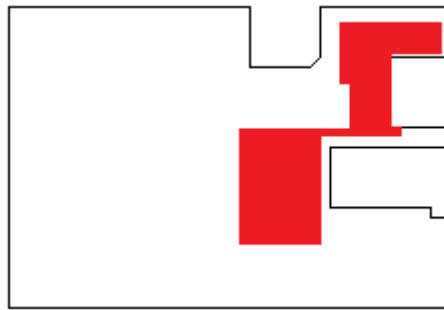


Figura 4.16. Posición Óptima