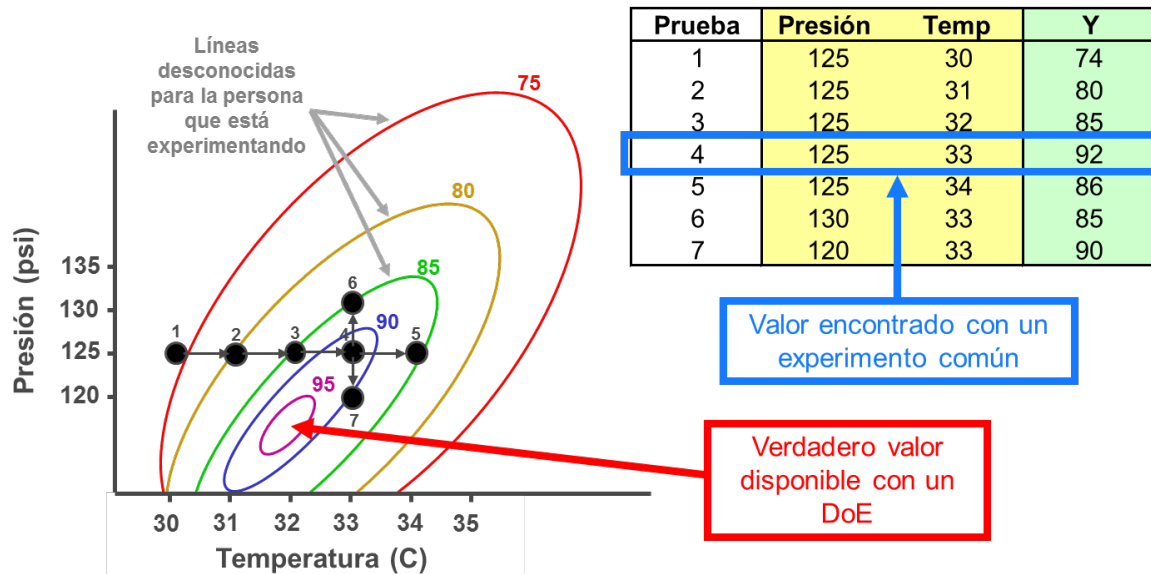

DMAIC

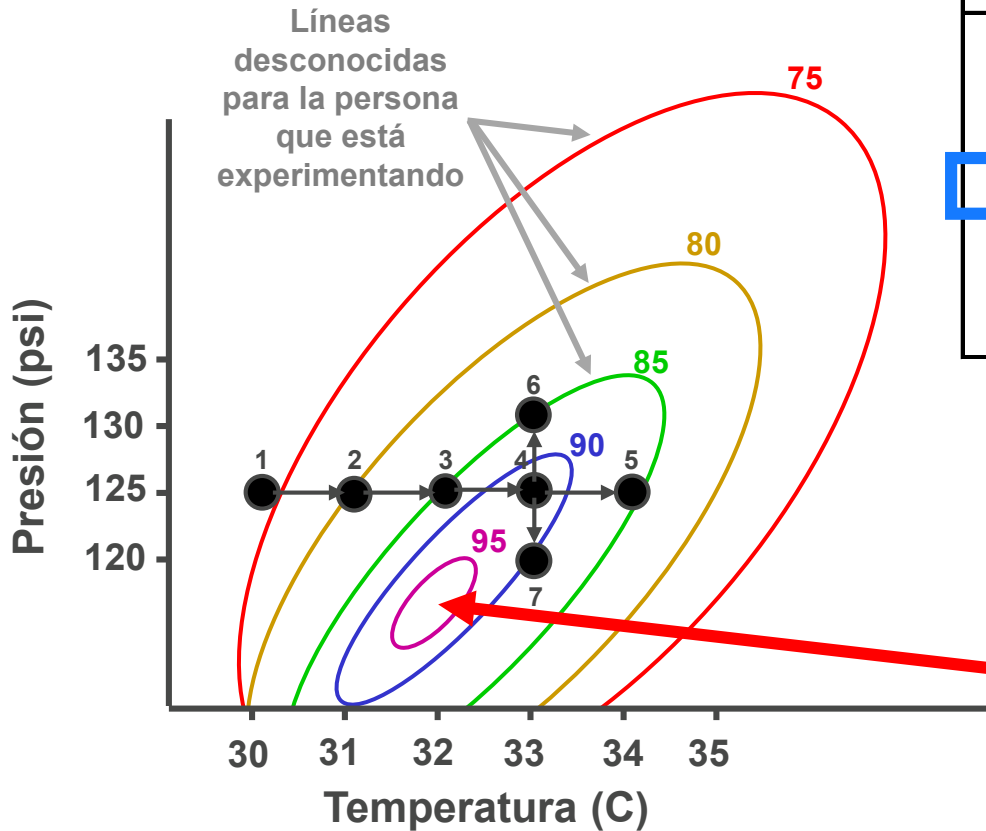
Diseño de Experimentos

AUTOPISTA

- El diseño de experimentos (DoE) es un método científico de planeación y ejecución de un “experimento” que se concentra en la causa (Y) considerando el efecto e interacciones de las variables (x).
- El objetivo del DoE es describir los resultados en una forma matemática: $y = f(x)$
- La ventaja del DoE contra un experimento común es que se puede encontrar la optimización real de un fenómeno desconocido:



Diseño de experimentos



Prueba	Presión	Temp	Y
1	125	30	74
2	125	31	80
3	125	32	85
4	125	33	92
5	125	34	86
6	130	33	85
7	120	33	90

Valor encontrado con un experimento común

Verdadero valor disponible con un DoE

- En las siguientes diapositivas se explicará un DoE para mejorar el sabor de un café. Los factores a considerar en el ejemplo son: Azúcar y Agitación (efecto de revolver con una cuchara).
- Los cálculos de un DoE se pueden hacer a mano. Primero se va a mostrar el proceso manual y luego su aplicación con Minitab.
- La ventaja de Minitab es que ahorra muchos cálculos que conllevan tiempo.

Ejemplo: Mejorar sabor de un café

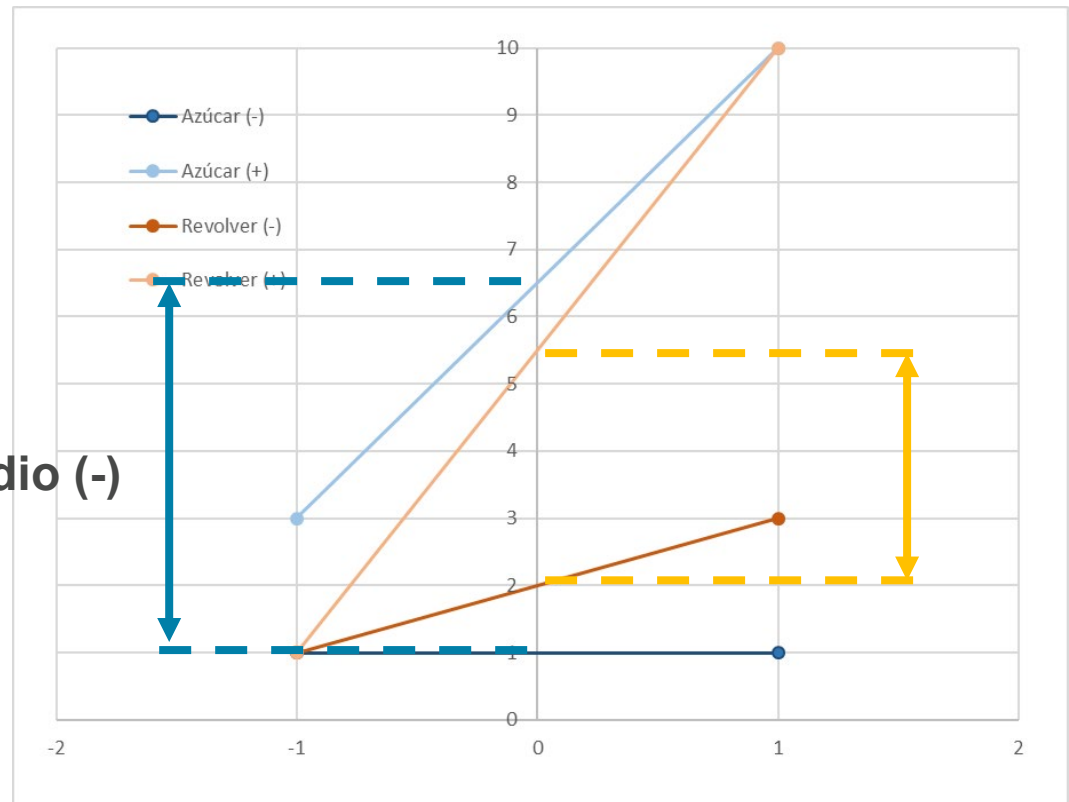
Factores (Xi)	Nivel 1 (-)	Nivel 2 (+)	Salida (Y)
Azúcar (A)	No azúcar	Un cubo de azúcar	1 = Sin sabor
Revolver (R)	No revolver	Revolver	10 = Max sabor

Exp	A	R	Y
1	-	-	1
2	+	-	3
3	-	+	1
4	+	+	10

Efecto = Promedio (+) – Promedio (-)

Efecto A = 5,5

Efecto R = 3,5



Ejemplo: Mejorar sabor de un café

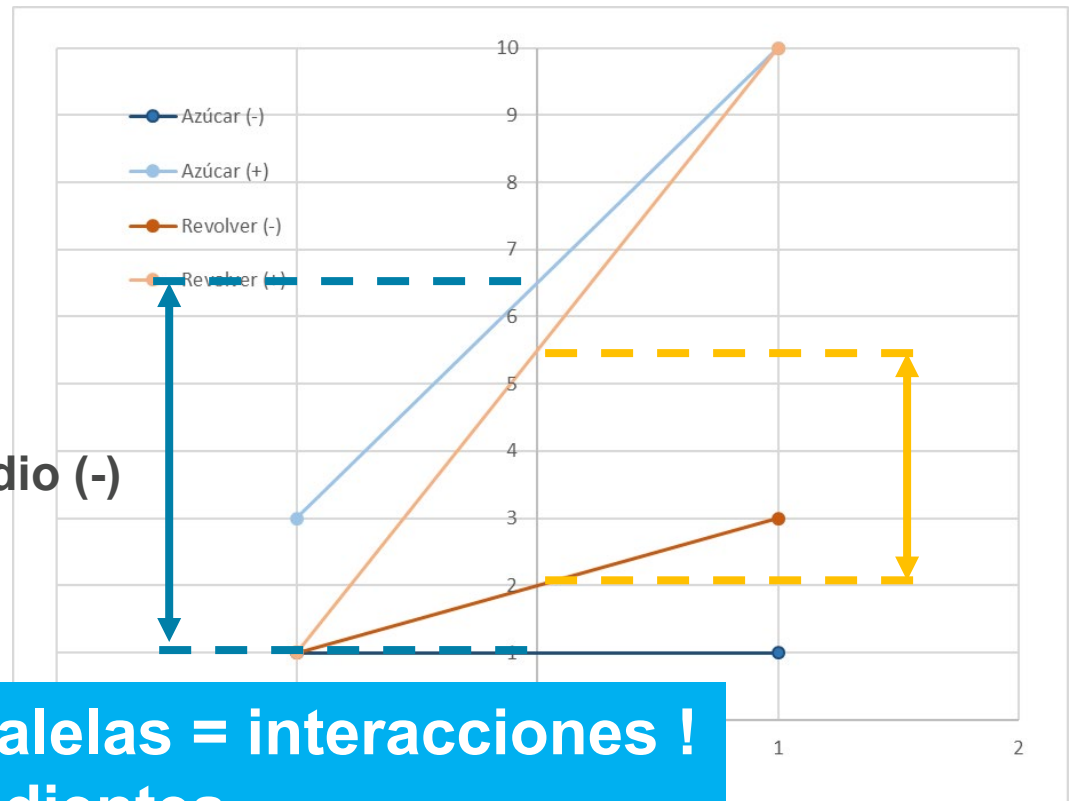
Factores (Xi)	Nivel 1 (-)	Nivel 2 (+)	Salida (Y)
Azúcar (A)	No azúcar	Un cubo de azúcar	1 = Sin sabor
Revolver (R)	No revolver	Revolver	10 = Max sabor

Exp	A	R	Y
1	-	-	1
2	+	-	3
3	-	+	1
4	+	+	10

Efecto = Promedio (+) – Promedio (-)

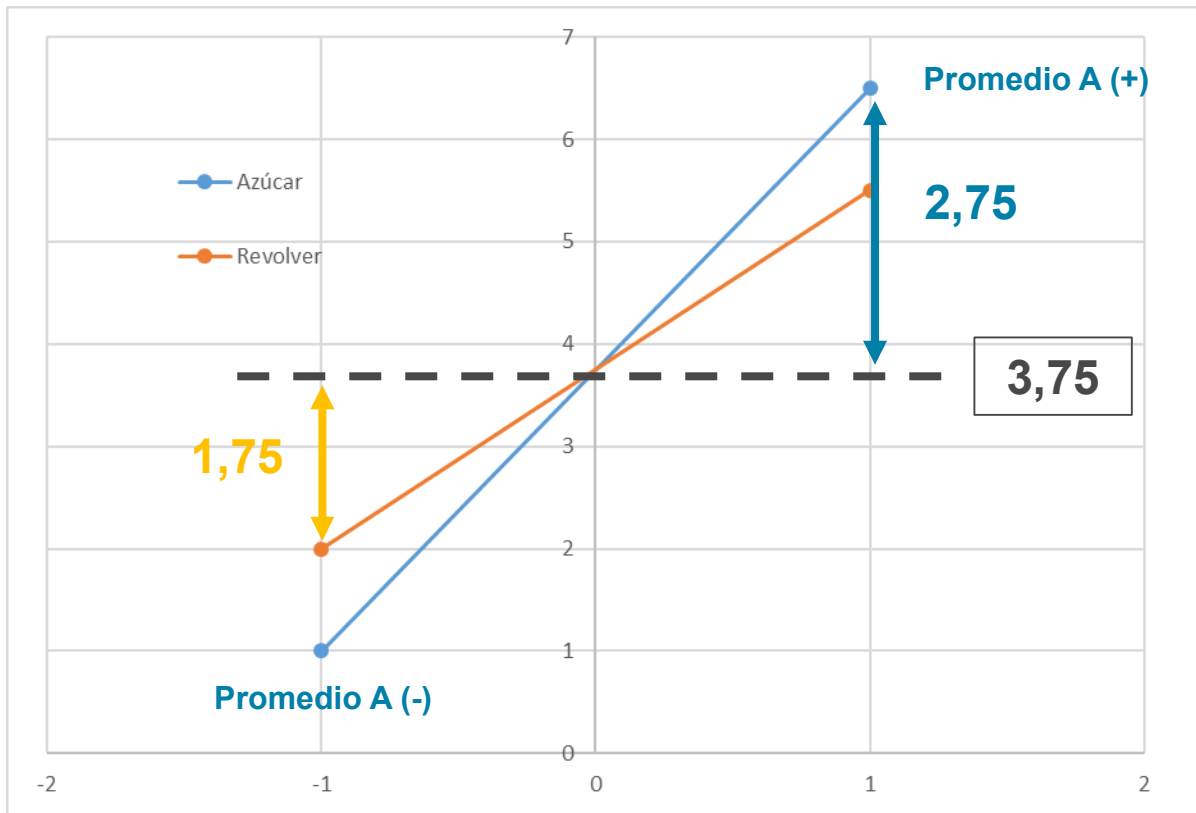
Efecto A = 5,5

Efecto R = 3,5



Si las líneas no son paralelas = interacciones !
Los factores son dependientes

Ejemplo: Valor matemático del sabor



Gráfica principal

Exp	A	R	Y
1	-	-	1
2	+	-	3
3	-	+	1
4	+	+	10

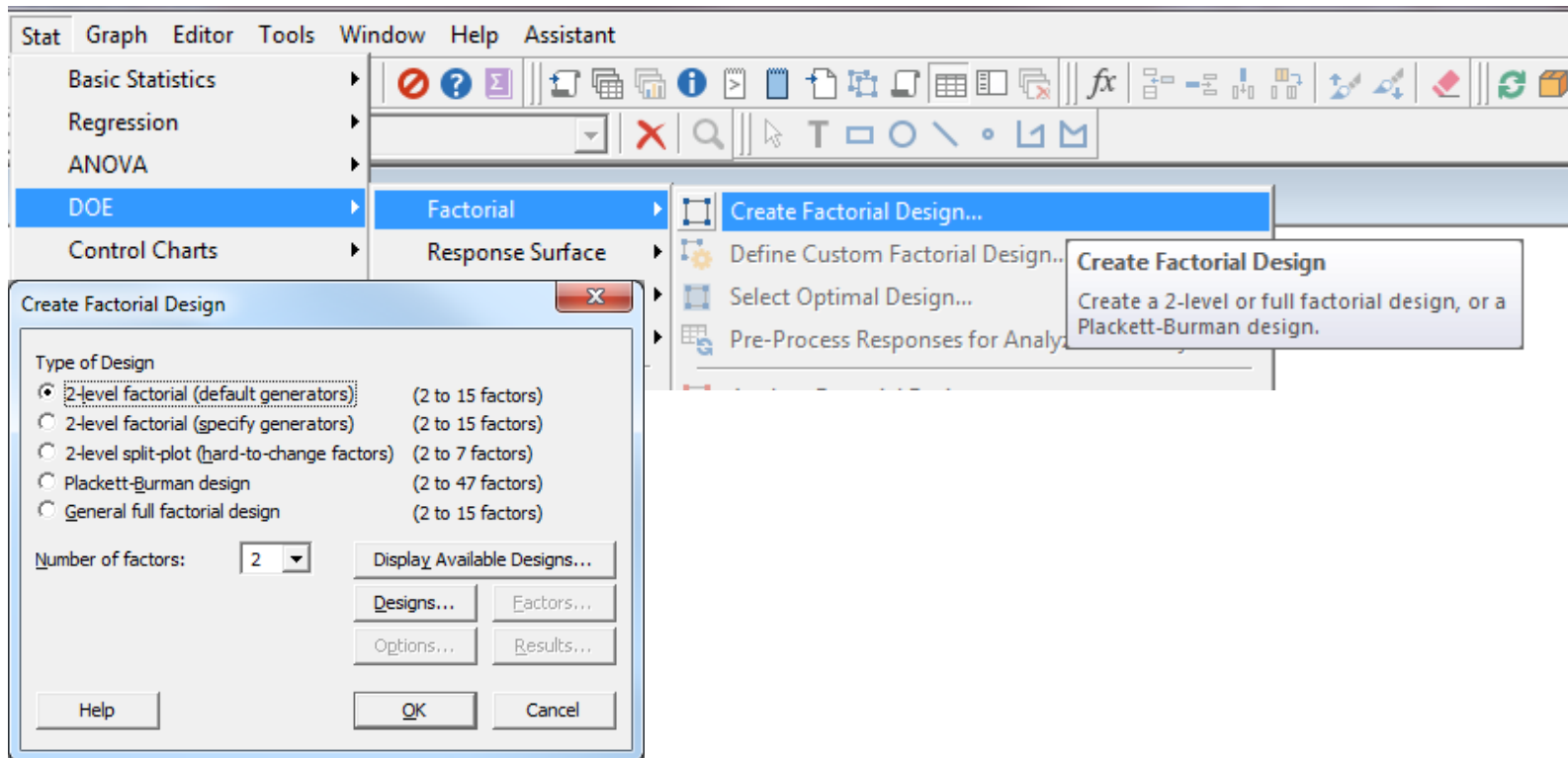
Fórmula para calcular el valor del sabor:

$$\text{Sabor} = 3,75 + 2,75 * A + 1,75 * R + 1,75 * (A * R)$$

$$\text{Sabor} = 3,75 + 2,75 * (+1) + 1,75 * (+1) + 1,75 * (+1 * +1)$$

$$\text{Sabor} = 3,75 + 2,75 + 1,75 + 1,75 = 10$$

Ejemplo: Minitab



The screenshot displays the Minitab software interface. The 'Stat' menu is open, and the 'DOE' (Design of Experiments) option is selected. The 'DOE' submenu is also open, showing 'Factorial' and 'Response Surface' options. The 'Factorial' option is highlighted, and a tooltip for 'Create Factorial Design' is visible, stating: 'Create a 2-level or full factorial design, or a Plackett-Burman design.'

The 'Create Factorial Design' dialog box is open, showing the following options:

- Type of Design:
 - 2-level factorial (default generators) (2 to 15 factors)
 - 2-level factorial (specify generators) (2 to 15 factors)
 - 2-level split-plot (hard-to-change factors) (2 to 7 factors)
 - Plackett-Burman design (2 to 47 factors)
 - General full factorial design (2 to 15 factors)
- Number of factors: 2
- Buttons: Display Available Designs..., Designs..., Factors..., Options..., Results..., Help, OK, Cancel

Ejemplo: Minitab



Full Factorial Design

Factors: 2 Base Design: 2; 4
Runs: 4 Replicates: 1
Blocks: 1 Center pts (total): 0

All terms are free from aliasing.

Create Factorial Design

Type of Design

- 2-level factorial (default generators) (2 to 15 factors)
- 2-level factorial (specify generators) (2 to 15 factors)
- 2-level split-plot (hard-to-change factors) (2 to 7 factors)
- Plackett-Burman design (2 to 47 factors)
- General full factorial design (2 to 15 factors)

Number of factors: 2

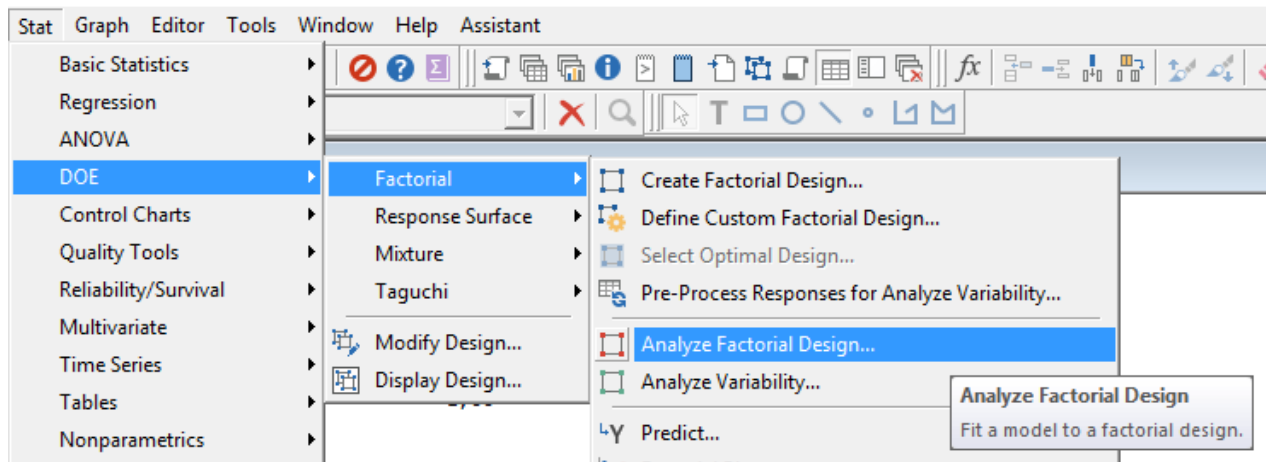
Designs... Factors...
Options... Results...
OK Cancel

Worksheet 1 ***

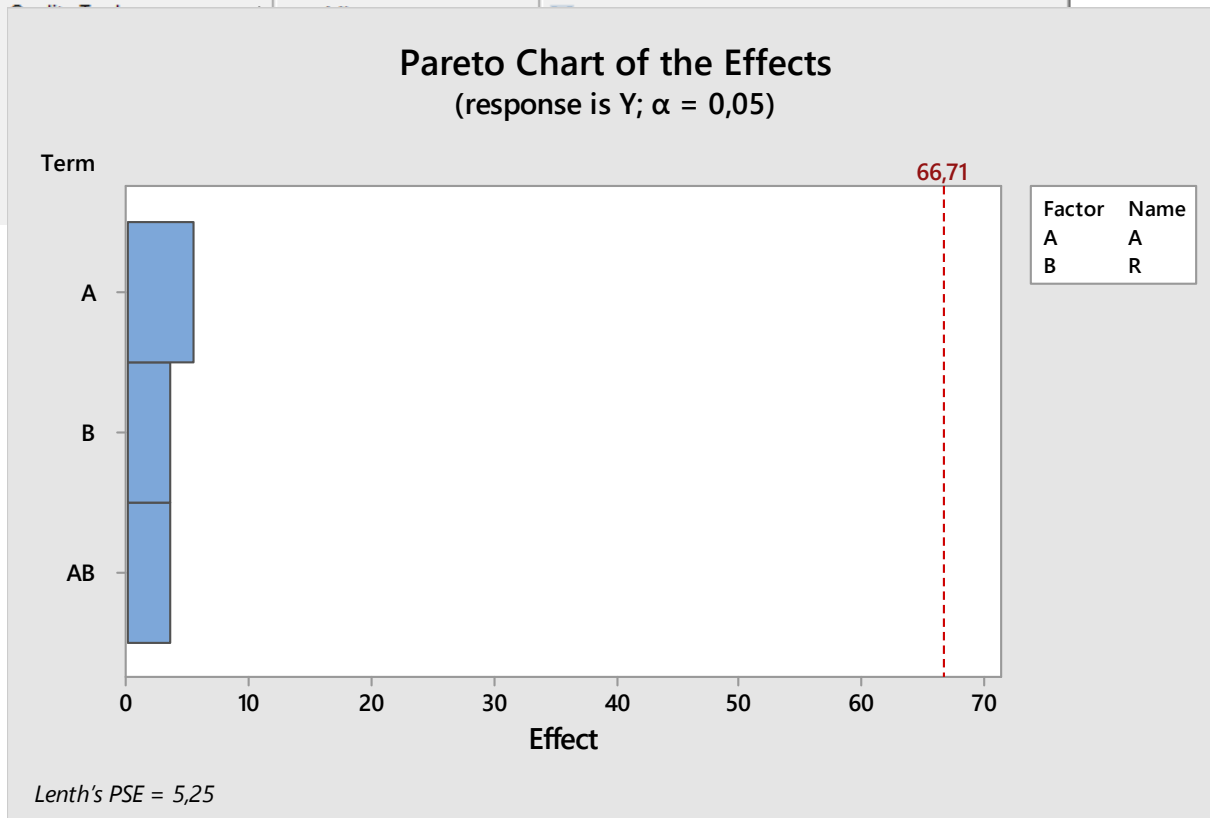
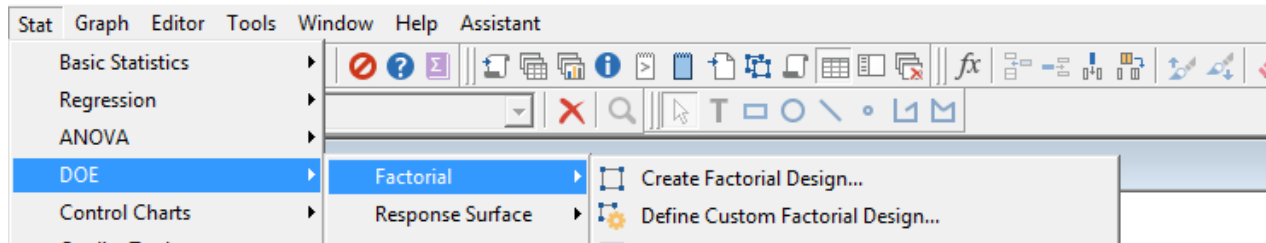
↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	A	R	Y
1	2	1	1	1	1	-1	3
2	3	2	1	1	-1	1	1
3	4	3	1	1	1	1	10
4	1	4	1	1	-1	-1	1
5							

Nota: Por cuestiones didácticas no se muestra el número mínimo de repeticiones (4) en el DoE.

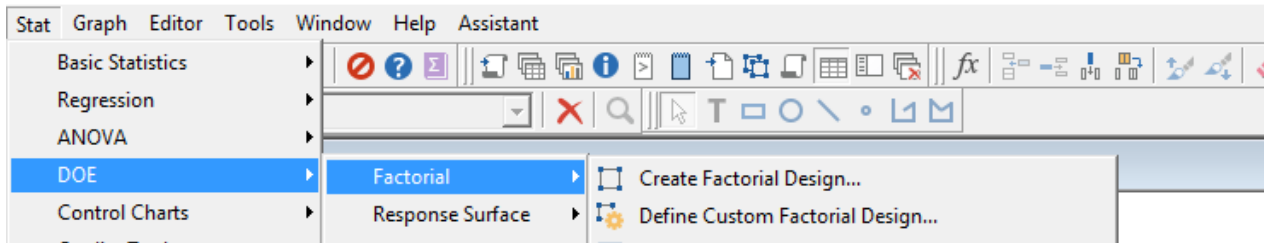
Ejemplo: Minitab



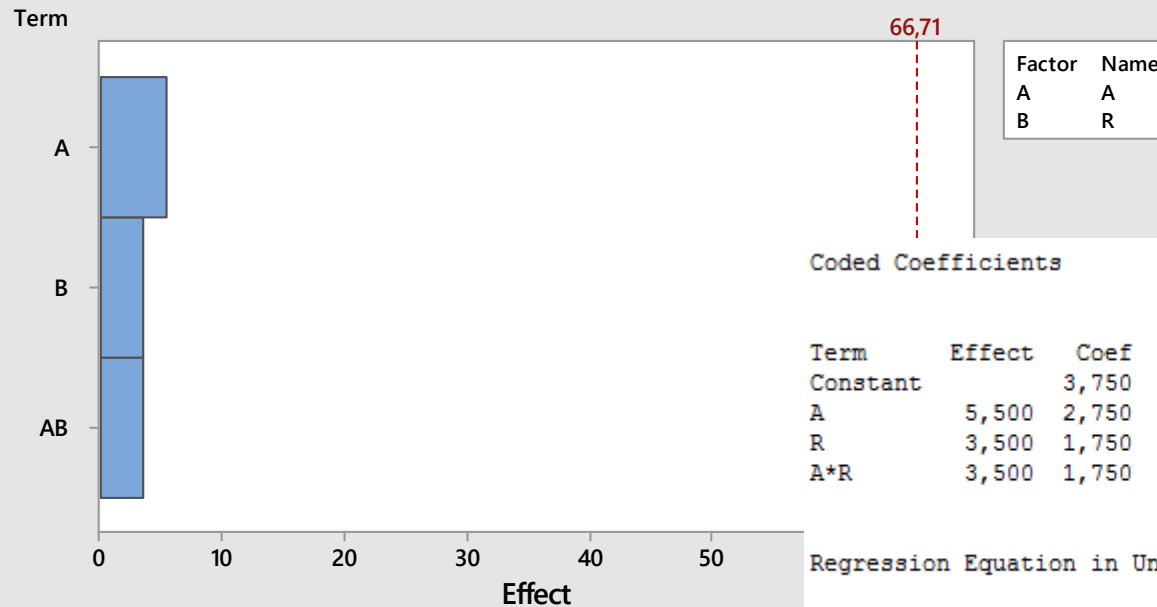
Ejemplo: Minitab



Ejemplo: Minitab



Pareto Chart of the Effects
(response is Y; $\alpha = 0,05$)



Lenth's PSE = 5,25

Regression Equation in Uncoded Units

$$Y = 3,750 + 2,750 A + 1,750 R + 1,750 A*R$$

Ejemplo: Minitab

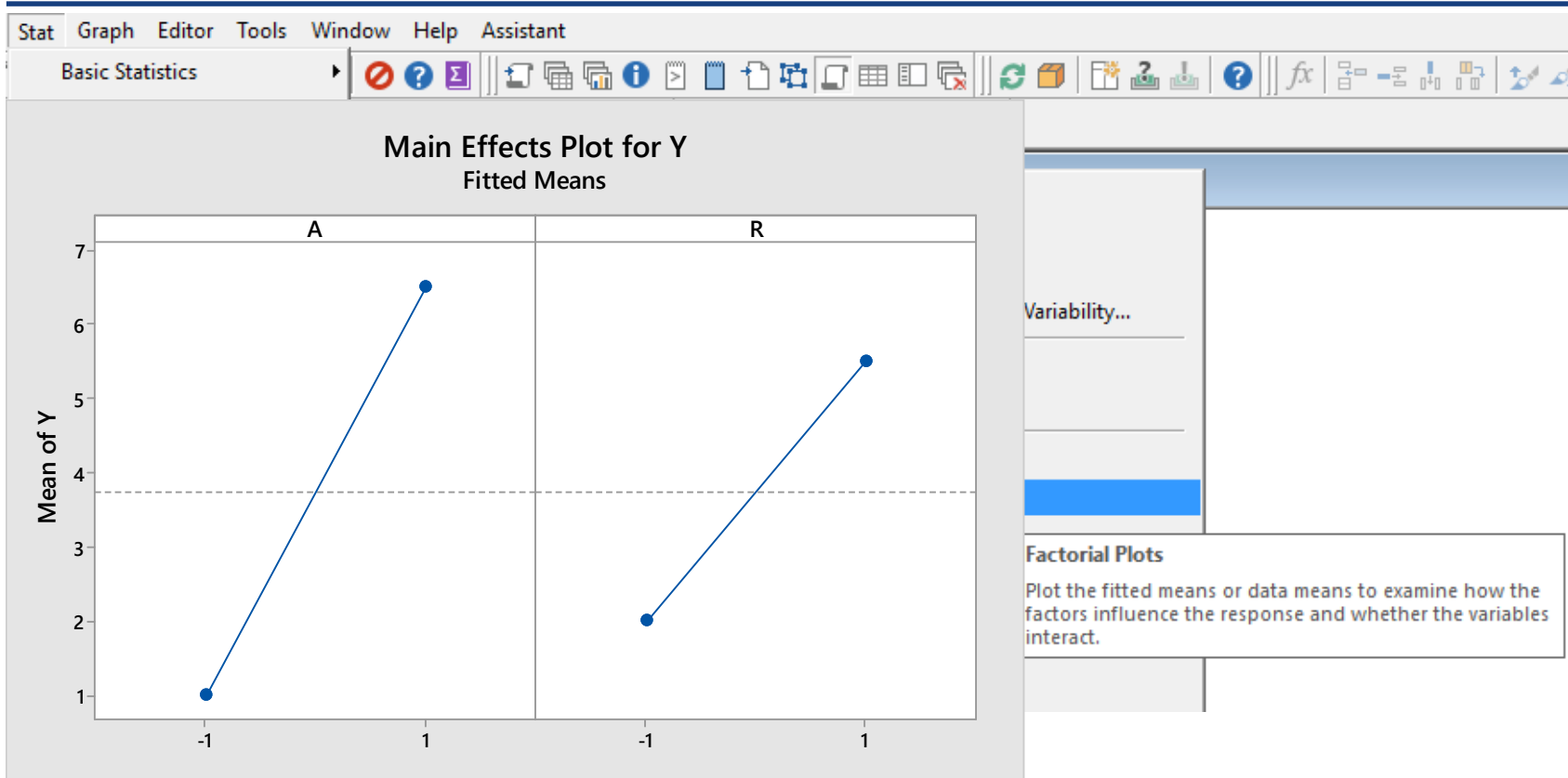


The screenshot shows the Minitab software interface. The 'Stat' menu is open, and the path 'DOE > Factorial > Factorial Plots...' is selected. A tooltip for 'Factorial Plots' is visible, stating: 'Plot the fitted means or data means to examine how the factors influence the response and whether the variables interact.'

Regression Equation in Uncoded Units

$$Y = 3,750 + 2,750 A + 1,750 R + 1,750 A^*$$

Ejemplo: Minitab



Ejemplo: Minitab

