# APRENDIZAJE ESTADÍSTICO Boletín 4: Redes Neuronales

ANDRÉS CAMPOS CUIÑA

FECHA DE ENTREGA: 01/12/2021

## ÍNDICE

1	Ejercicio 1	1
	<b>,</b>	
2	Ejercicio 2	3
_	-, -, -, -, -, -, -, -, -, -, -, -, -, -	
3	Fiercicio 3	15

ΛF	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Désino 4 de 20
MaBD	Página 1 de 26

#### 1 EJERCICIO 1

Se tiene una red neuronal con una capa oculta, s\_l={2, 3, 1}, W(1)= (-2, 1; 1, -1; 3, -1), W(2)= (2, 3, 1), b(1)= (0; -1; 1), y b(2)= (0). La red utiliza la función de activación sigmoide en todas las neuronas salvo la de salida, cuya función de activación es la identidad. Además, la función de coste es el error cuadrático. Dado el ejemplo (1, 1, 1):

1. Calcula zi(I) y ai(I) para todas las neuronas.

```
a1 = [[1.]

[1.]]

z2 = [[-1.]

[-1.]

[3.]]

a2 = [[0.26894142]

[0.26894142]

[0.95257413]]

a3 = [[2.29728123]]

z3 = [[2.29728123]]
```

2. Usando el algoritmo de retro-propagación del error, calcula delta\_i^(I) para todas las neuronas.

3. Usando el algoritmo de retro-propagación del error, determina los valores finales de cada peso (Wij(I)) y bias (bi(I)) de la red neuronal tras finalizar la primera iteración del algoritmo, asumiendo un valor de lambda=1, y una tasa de aprendizaje alpha=0,5.

```
W1 = [[-1.25506097 0.24493903]

[ 0.11740854 -0.88259146]

[ 1.47069658 -0.52930342]]
```

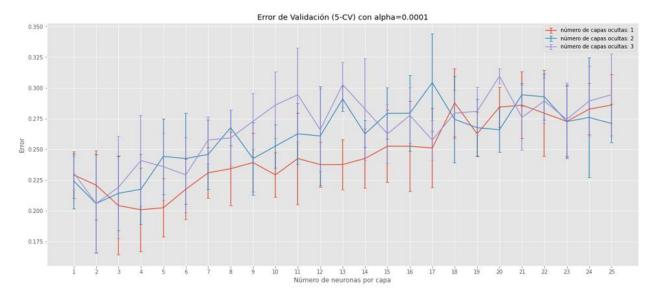
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AE	Dástro 2 de 20
MaBD	Página 2 de 26

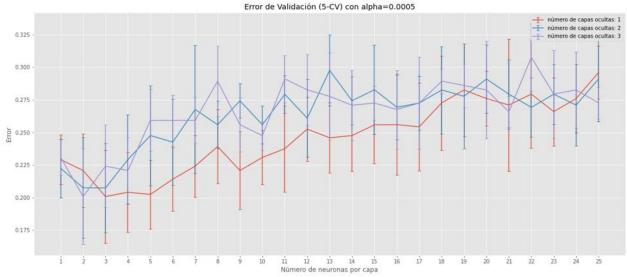
AE	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AE	District 2 de 20
MaBD	Página 3 de 26

#### 2 EJERCICIO 2

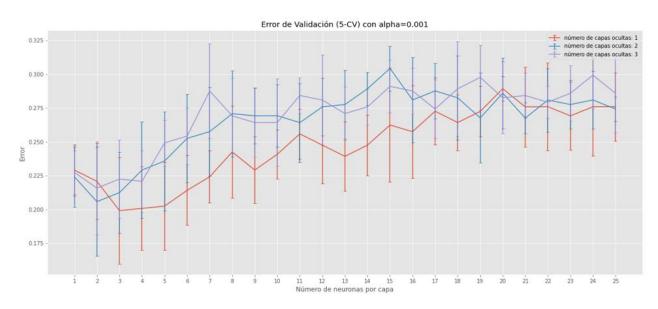
Realiza la experimentación con MLPClassifier usando los valores por defecto de los parámetros, excepto para activation='tanh' y solver='lbfgs', y max\_iter=2000.

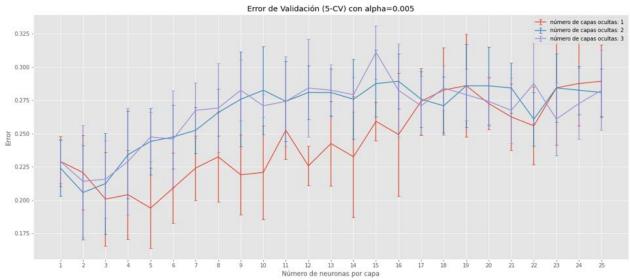
Muestra las gráficas del error de entrenamiento con validación cruzada (5-CV) frente al valor de los hiper-parámetros, y justifica la elección de los valores más apropiados. Para cada combinación de valor del número de capas ocultas y parámetro de regularización se debe generar una gráfica donde se represente en el eje horizontal el número de neuronas en la capa oculta.



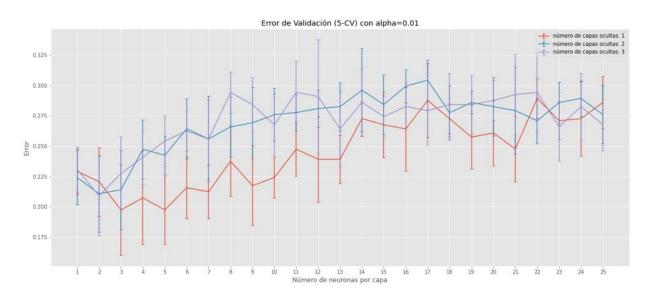


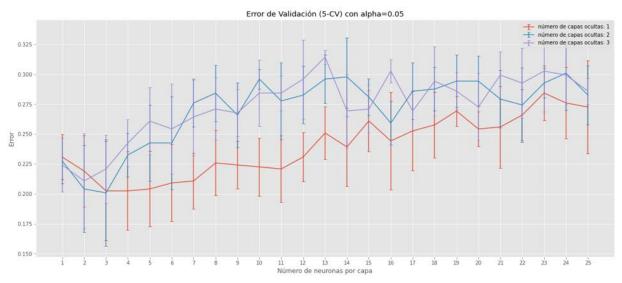
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dánina 4 da 20
MaBD	Página 4 de 26



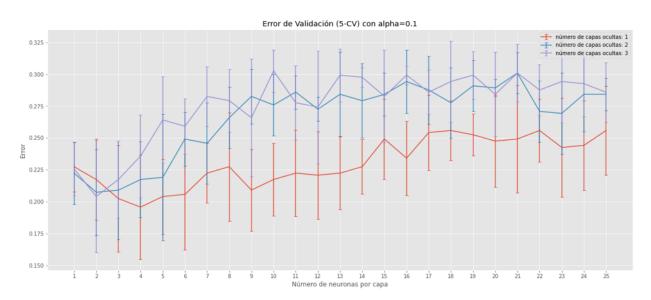


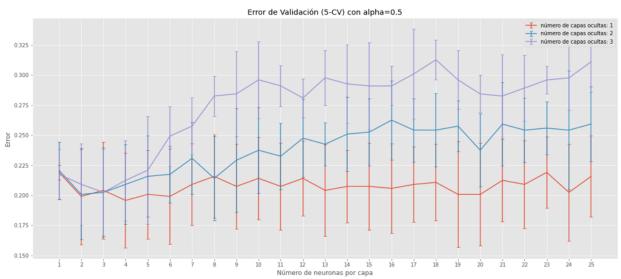
ΛE	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dásina E da 20
MaBD	Página 5 de 26



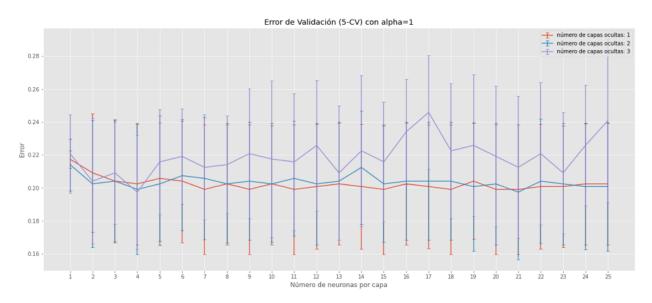


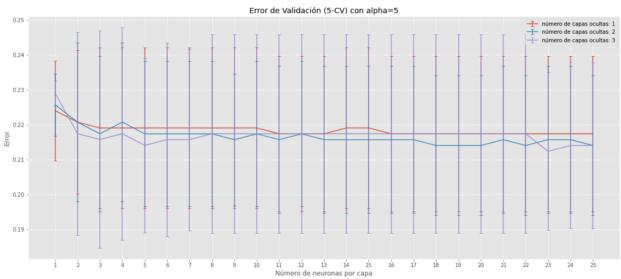
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dánina C da 20
MaBD	Página 6 de 26



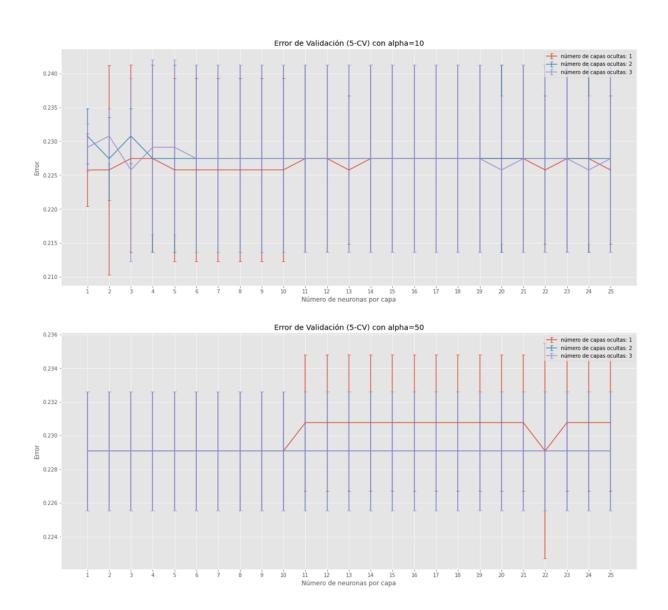


Λ [	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dánina 7 da 30
MaBD	Página 7 de 26





٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AŁ	D/stree 0 de 20
MaBD	Página 8 de 26

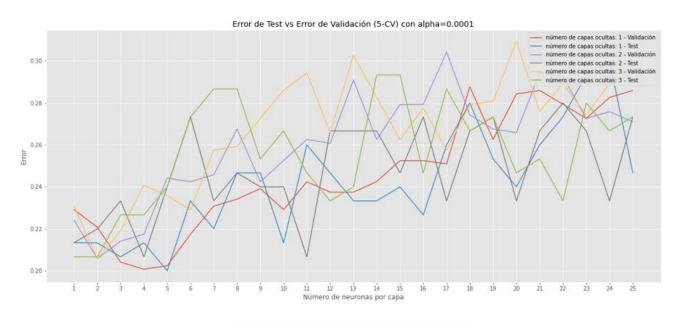


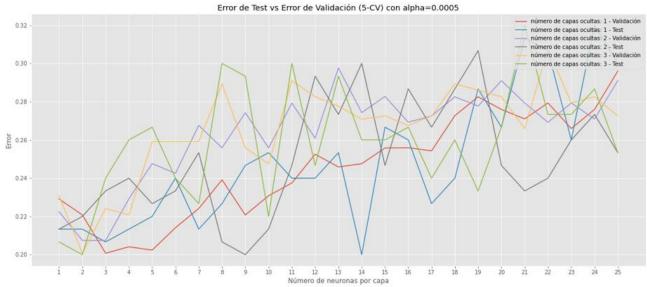
Menor error de validación cruzada, su desviación estándar y el valor del hiper-parámetro para el que se consigue:

	param_hidden_layer_sizes	param_alpha	n_hidden_layers	n_neurons_per_layer	mean_test_score	std_test_score	rank_test_score
229	(5.)	0.005	1	5	0.194048	0.030102	1

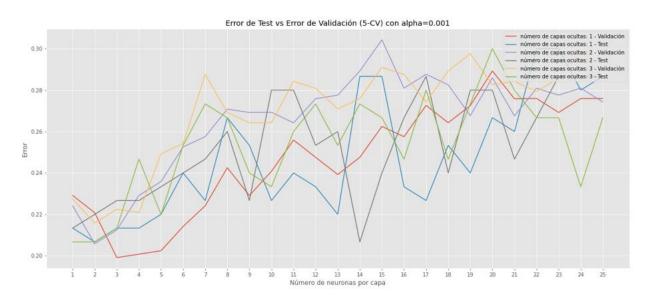
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dánina O da 20
MaBD	Página 9 de 26

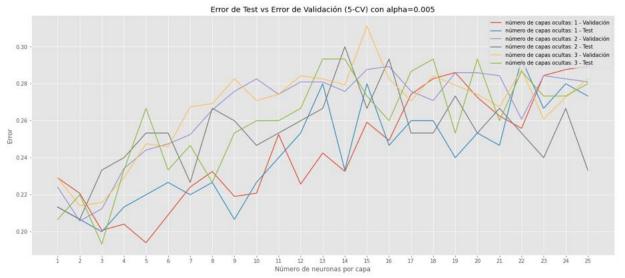
Muestra la gráfica del error de test frente al valor de los hiper-parámetros (siguiendo el mismo esquema que en el apartado anterior), y valora si la gráfica del error de entrenamiento con validación cruzada ha hecho una buena estimación del error de test.



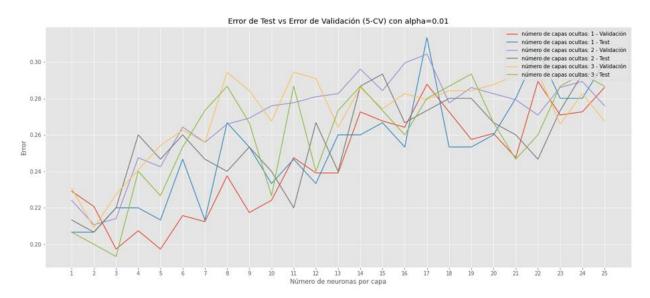


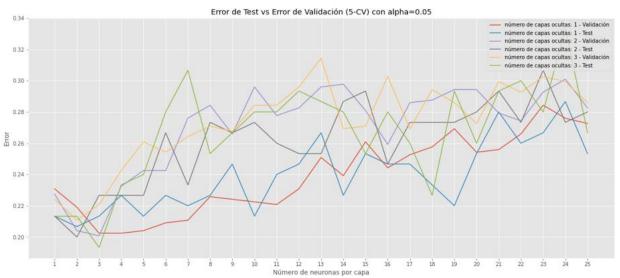
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dásino 40 do 20
MaBD	Página 10 de 26



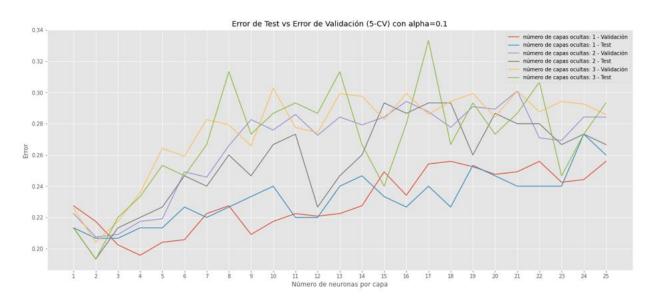


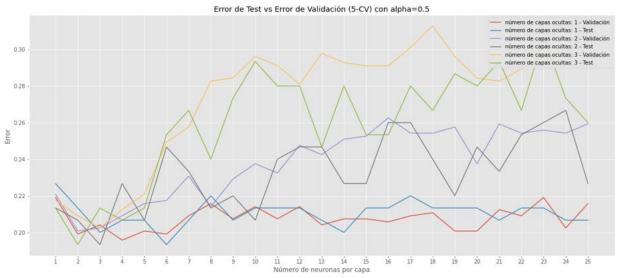
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dácino 11 do 30
MaBD	Página 11 de 26



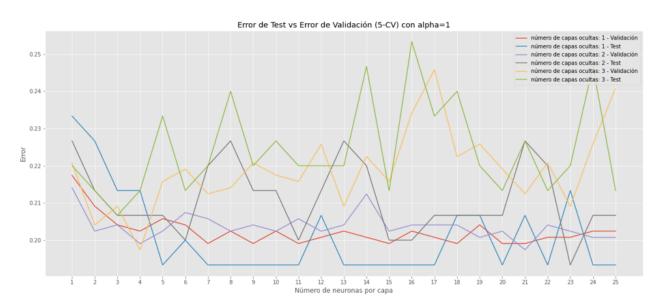


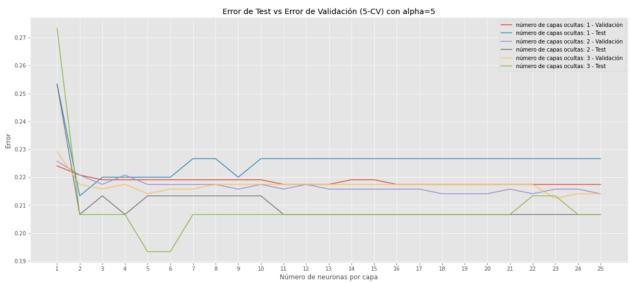
ΛC	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Désino 12 de 20
MaBD	Página 12 de 26



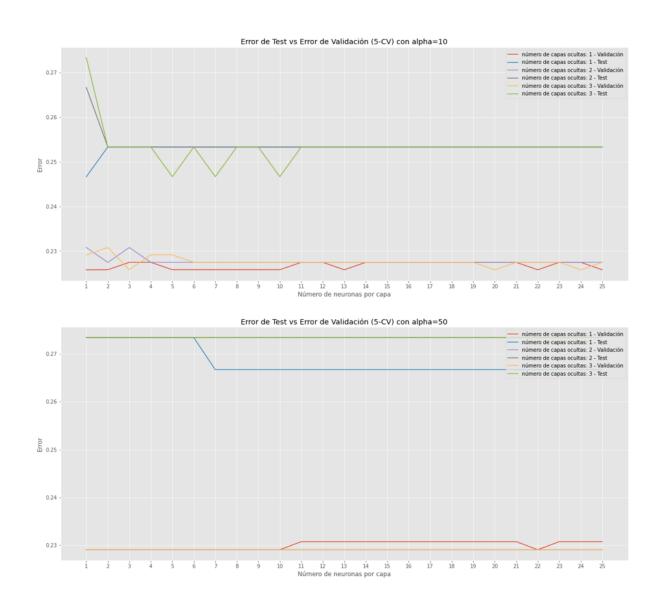


ΛE	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dásina 12 da 20
MaBD	Página 13 de 26





٨٥	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dánina 44 da 20
MaBD	Página 14 de 26



### El menor error de test y el valor del hiper-parámetro para el que se consigue:

604	(5,)	1	1	5	0.193333	0.0
-----	------	---	---	---	----------	-----

El error de test para el valor del hiper-parámetro seleccionado por la validación cruzada:

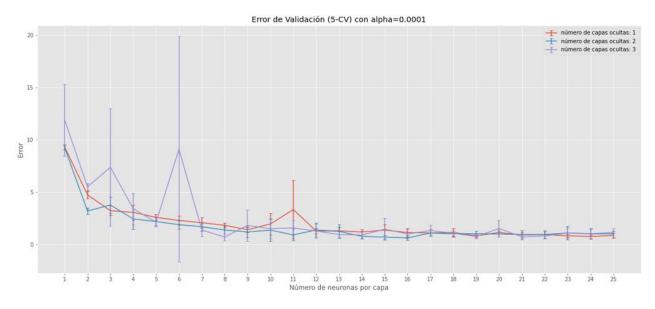
0.219999999999997

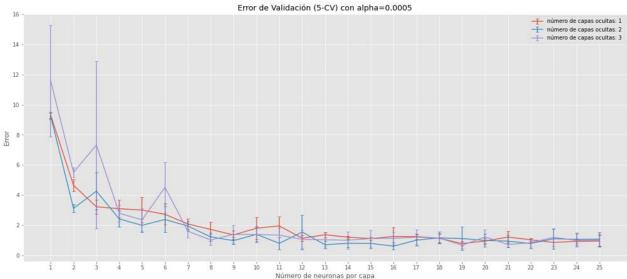
AE	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
	D/-! 4F d- 2C
MaBD	Página 15 de 26

#### 3 EJERCICIO 3

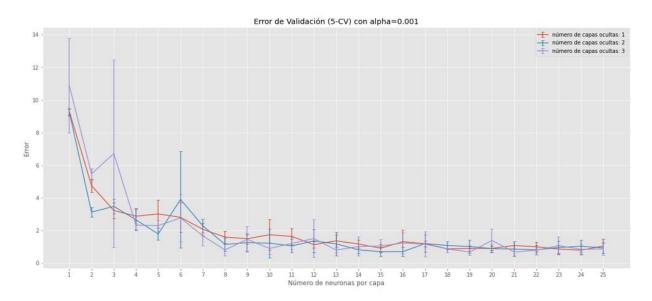
Realiza la experimentación con \*MLPRegressor\* usando los valores por defecto de los parámetros, excepto para activation='tanh' y solver='lbfgs', y max\_iter=2000.

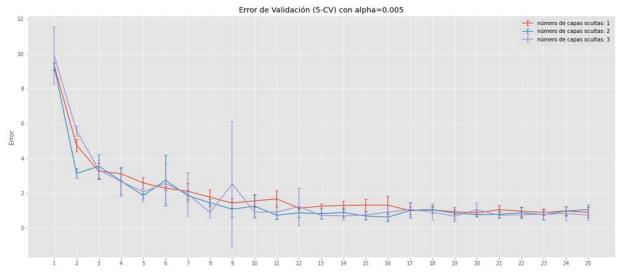
Muestra las gráficas del error de entrenamiento con validación cruzada (5-CV) frente al valor de los hiper-parámetros, y justifica la elección de los valores más apropiados. Para cada combinación de valor del número de capas ocultas y parámetro de regularización se debe generar una gráfica donde se represente en el eje horizontal el número de neuronas en la capa oculta.



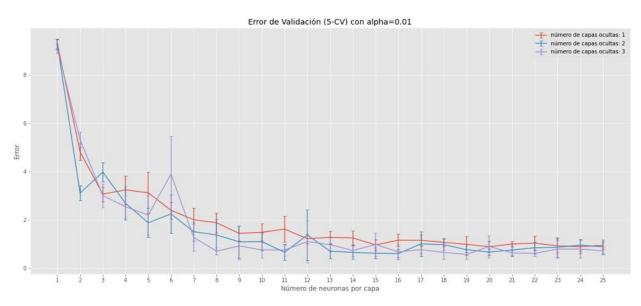


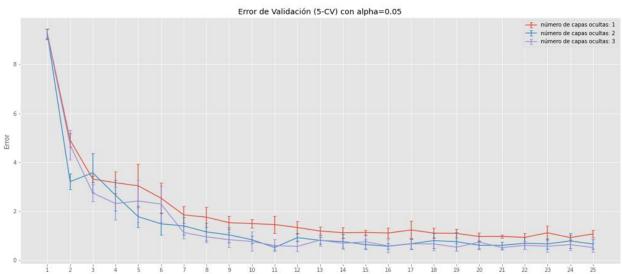
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Décino 10 do 30
MaBD	Página 16 de 26



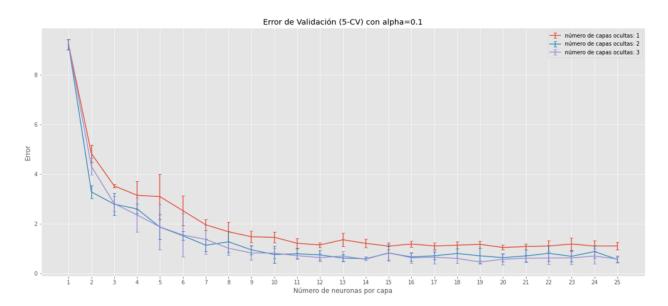


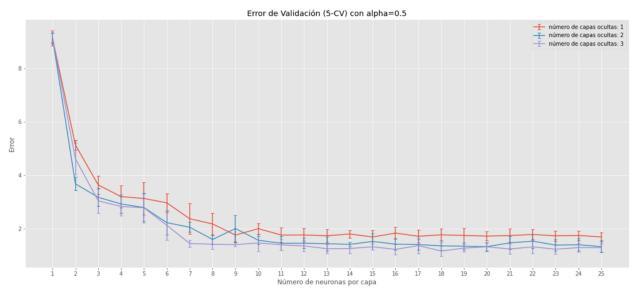
ΛE	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf		
AL	Dácina 17 da 36		
MaBD	Página 17 de 26		



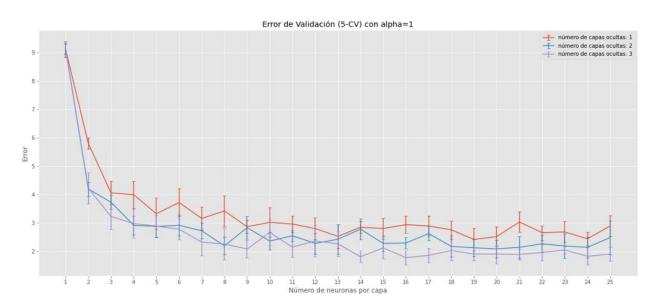


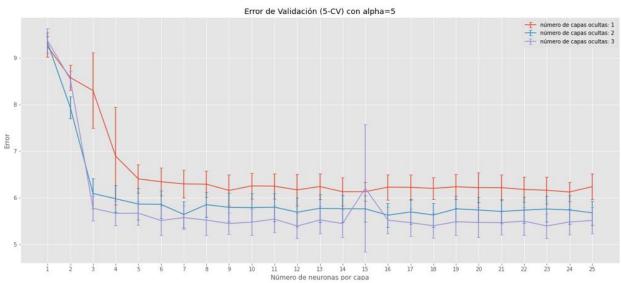
ΛE	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AE	Dánina 40 da 20
MaBD	Página 18 de 26



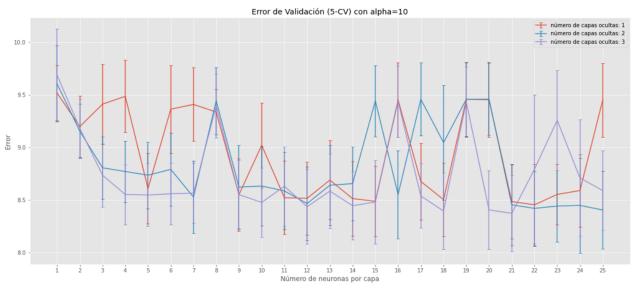


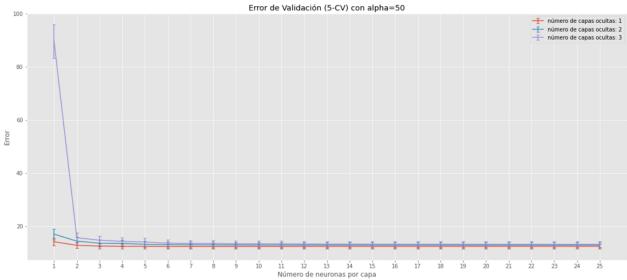
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Dácino 10 do 30
MaBD	Página 19 de 26





ΛE	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf
AL	Párico 20 de 20
MaBD	Página 20 de 26



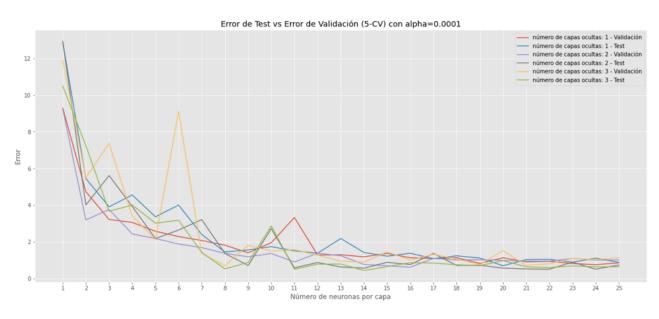


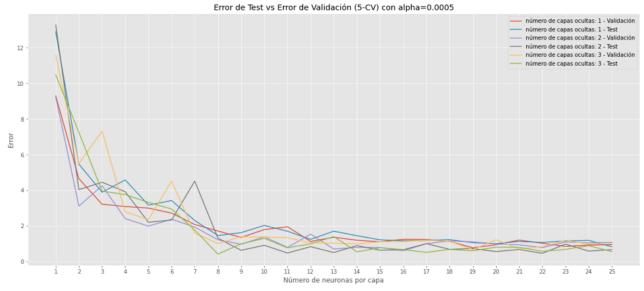
Menor error de validación cruzada, su desviación estándar y el valor del hiper-parámetro para el que se consigue:

	param_hidden_layer_sizes	param_alpha	n_hidden_layers	n_neurons_per_layer	mean_test_score	std_test_score	rank_test_score
518	(19, 19, 19)	0.1	3	19	0.4667	0.056198	1

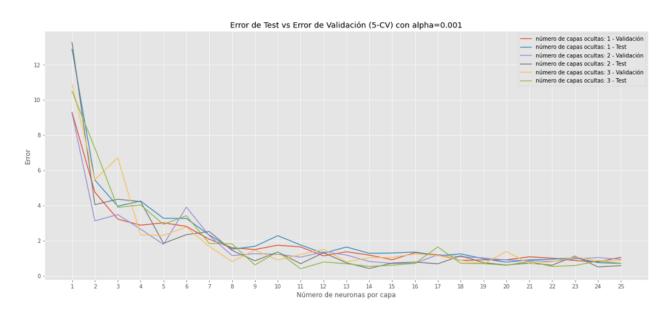
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf		
AE	Périna 24 de 26		
MaBD	Página 21 de 26		

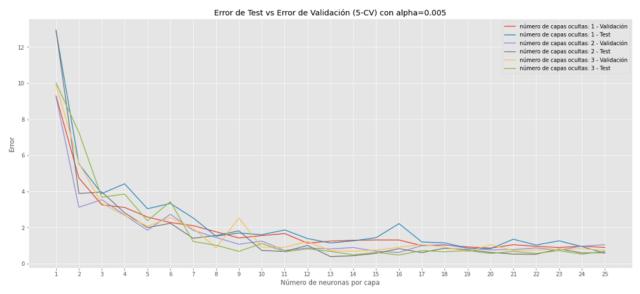
Muestra la gráfica del error de test frente al valor de los hiper-parámetros (siguiendo el mismo esquema que en el apartado anterior), y valora si la gráfica del error de entrenamiento con validación cruzada ha hecho una buena estimación del error de test.



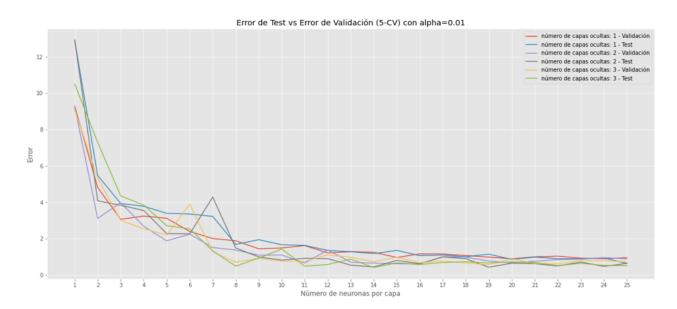


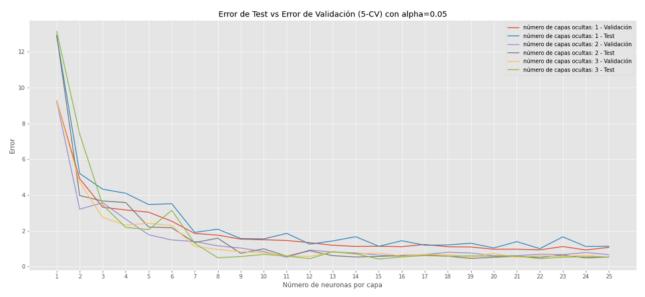
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf		
AE	Périna 22 de 26		
MaBD	Página 22 de 26		



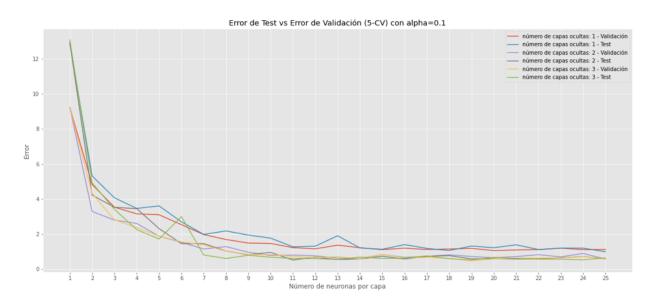


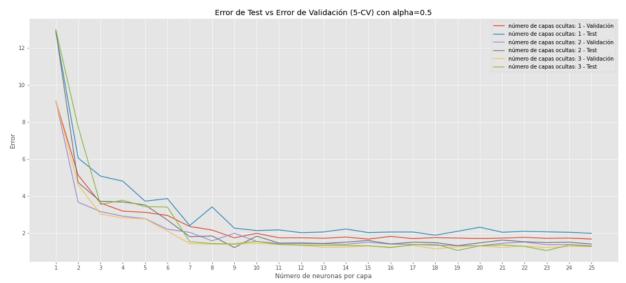
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf				
AL	Dánina 22 de 20				
MaBD	Página 23 de 26				



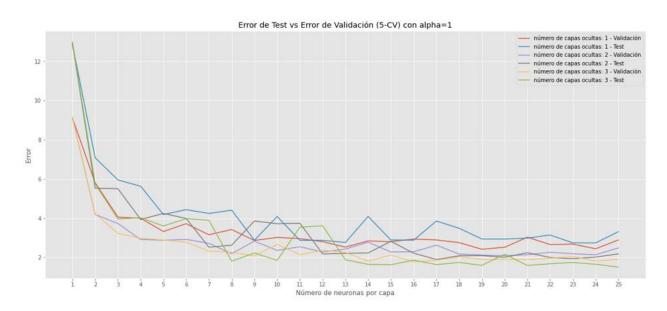


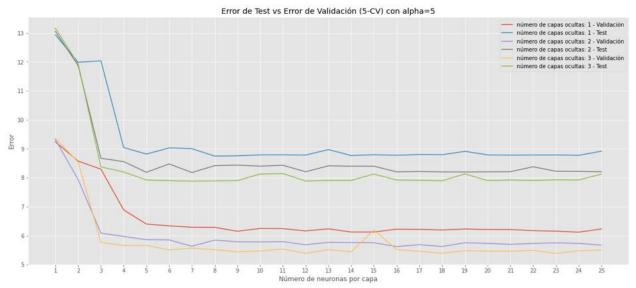
٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf				
AL	Dánina 24 da 26				
MaBD	Página 24 de 26				



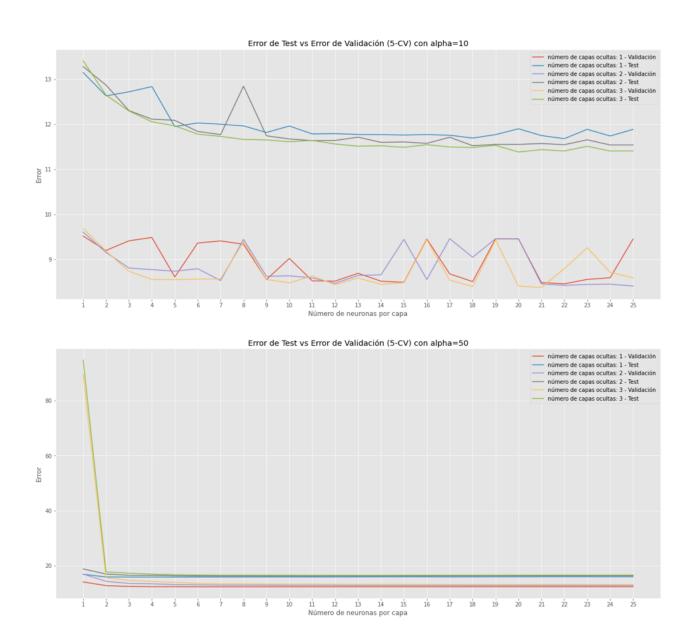


٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf				
AL	Dánina 25 de 20				
MaBD	Página 25 de 26				





٨Ε	Doc.: boletin4_CamposCuina.pdf				
AL	Dánina 20 da 20				
MaBD	Página 26 de 26				



#### El menor error de test y el valor del hiper-parámetro para el que se consigue:

	param_hidden_layer_sizes	param_alpha	n_hidden_layers	n_neurons_per_layer	mean_test_score	std_test_score	rank_test_score
262	(13, 13)	0.005	2	13	0.396788	0.0	1

El error de test para el valor del hiper-parámetro seleccionado por la validación cruzada:

0.515357834076244