

Table of Contents

Ejemplo: Caracterización del calibrador vernier..... 1

 Primer paso..... 1

 Segundo paso..... 2

 Tercer paso..... 3

 Cuarto paso..... 3

 Quinto paso..... 3

 Sexto paso..... 8

 Séptimo paso..... 9

Caracterización de un instrumento electrónico

- 1.- Identifique en la hoja de datos técnicos del instrumento las características estáticas que se desean evaluar con la caracterización "in situ" para comparar contra los resultados obtenidos.
- 2.- Seleccione un patrón de trabajo adecuado, cualquier elemento que cuente con un valor nominal o especificaciones proporcionados por el fabricante.
- 3.- Anote las condiciones ambientales en las que realizó la caracterización (mínimamente : temperatura ambiente, porcentaje de humedad relativa, presión atmosférica, vibraciones y radiaciones)
- 4.- Realice tantas mediciones como le sea posible tomando en cuenta las limitaciones: técnicas, económicas y de tiempo.
- 5.- Analice sus datos estadísticamente. En primer lugar determine el tipo de distribución a la que se ajustan sus lecturas para determinar la forma de evaluar las medidas de tendencia central y las de dispersión.
- 6.- Construya un diagrama con ellas. Esto le indicará de manera gráfica muy fácilmente las características de su instrumento caracterizado.
- 7.- ¿Sospecha que hay datos que puedan ser rechazados? Empleé el Criterio de Chauvenet para confirmar su suposición y vuelva a evaluar las medidas de tendencia central y de dispersión con el conjunto de datos resultantes.

Ejemplo: Caracterización del calibrador vernier

Para este ejercicio se realizaron mediciones en el diámetro interno de un tubo de PVC NSF-PW 1907E10-1 THD/2024465 empleando un vernier digital.

Primer paso

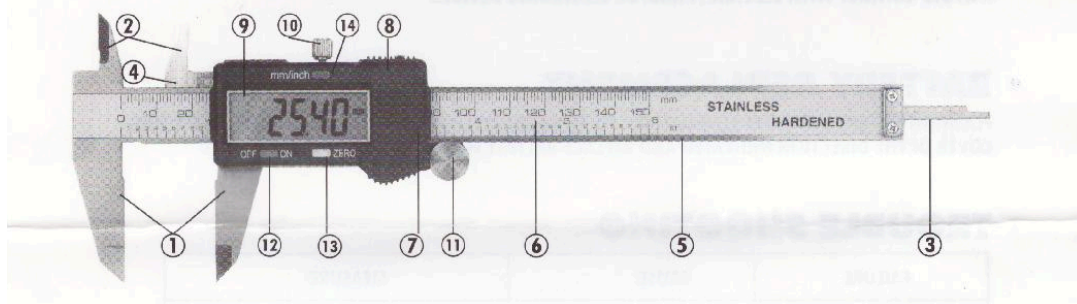
ELECTRONIC DIGITAL CALLIPER

• TECHNICAL SPECIFICATIONS

MEASURING RANGE:	0-150MM/0-6IN, 0-200MM/0-8IN
RESOLUTION:	0.01MM/0.0005IN
ACCURACY:	$\pm 0.02\text{MM}/0.001\text{IN}$ (< 100MM) $\pm 0.03\text{MM}/0.001\text{IN}$ (> 100-200MM)
REPEATABILITY	0.01MM/0.0005IN
MAX MEASURING SPEED:	1.5M/SEC, 60IN/SEC
MEASURING SYSTEM:	LINEAR CAPACITIVE MEASURING SYSTEM
DISPLAY:	LCD DISPLAY
POWER:	ONE ALKALINE LITHIUM BUTTON CELL BATTERY 1.5V, TYPE LR44. CAPACITY - 180MAH
WORKING TEMPERATURE:	5°C - 40°C/41 TO 104 DEGREE F
NOTE:	ACCURACY AFFECTED IN ENVIRONMENTS EXCEEDING 80% RELATIVE HUMIDITY

• FEATURES

1. EXTERNAL MEASURING JAWS	6. SAE & METRIC SCALE	11. THUMB ROLLER
2. INTERNAL MEASURING JAWS	7. BATTERY COMPARTMENT	12. ON/OFF SWITCH
3. DEPTH BLADE	8. OUTPUT CONNECTOR	13. ZERO SWITCH
4. STEP MEASURING FACES	9. LCD DISPLAY	14. SAE & METRIC CONVERSION SWITCH
5. BEAM	10. SLIDER CLAMP SCREW	



Las características estáticas identificadas son:

1. Intervalo de medición: 0 - 150 [mm]
2. Resolución: 0.01 [mm]
3. Exactitud: ± 0.02 [mm] (< 100 mm) y ± 0.03 mm (>100 -200 [mm])
4. Repetibilidad: 0.01 [mm]

Segundo paso

Se eligió un tubo estándar de PVC de 19 mm de diámetro con una tolerancia es de $\pm 5\%$

Tercer paso

Se utilizaron datos del Servicio Meteorológico Nacional al día en que se realizaron las mediciones para conocer las condiciones ambientales en las que se caracterizó el instrumento. Por ejemplo, para Ciudad de México, el observatorio meteorológico de Tacubaya incluye variables como: humedad realativa, temperatura a la interperie, temperatura mínima promedio, presión atmosférica etc.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/reporte-diario-del-observatorio-de-tacubaya>

Cuarto paso

Se realizaron 30 mediciones del diámetro interno del tubo, siguiendo el diagrama de flujo mostrado a continuación:



Para conocer más a detalle sobre las partes y el correcto funcionamiento del calibrador, consultar el video "Cómo usar el Calibrador o Vernier" del canal "Mecánica Total" en la liga siguiente: <https://youtu.be/FI1MqK3VztE>

Cada medición fue registrada en una hoja de cálculo con extensión .csv y nombre "verkan2021", en la que la primera columna se registró al número de lectura y en la segunda los datos de la medición obtenida con el calibrador.

Para ejecutar las siguientes instrucciones de análisis estadístico en MATLAB, es necesario crear las carpetas "Clase_Mel_2021-2" y "Ejemplo_Vernier" dentro de las cuales se almacenará el archivo mencionado anteriormente, de manera que la localidad en la que se ubique sea la siguiente:

C:\Users**nombre_de_tu_usuario**\Clase_Mel_2021-2\Ejemplo_Vernier

Por ejemplo:

C:\Users\juls\Clase_Mel_2021-2\Ejemplo_Vernier

C:\Users\hp\Clase_Mel_2021-2\Ejemplo_Vernier

Quinto paso

Mediante las instrucciones mostradas a continuación, se realiza la lectura de datos a partir de la tercera fila de la hoja de cálculo en excel y se almacenan los datos correspondientes al número de lecturas y lecturas en dos arreglos llamados "c" y "lec"

```
clc
A=csvread('C:\Users\zaife\Clase_MeI_2021-2\Ejemplo_Vernier\verkan2021.csv',3,0); %Lee el archi
```

```
no_lec=A(:,1) % Almacena en la variable "c" la columna que contiene el número de lectura reali
```

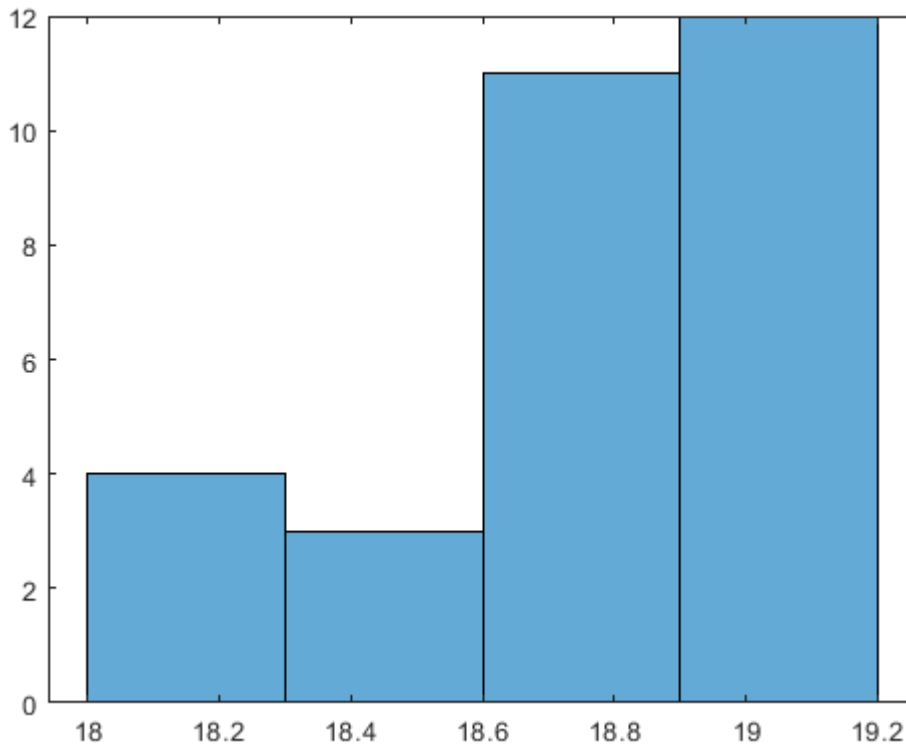
```
no_lec = 30x1
    1
    2
    3
    4
    5
    6
    7
    8
    9
   10
    :
    :
```

```
lec=A(:,2) %Almacena en la variable "lec" la columna de datos leídos
```

```
lec = 30x1
 18.5500
 18.8900
 18.6600
 18.8000
 18.7400
 18.3000
 18.0500
 18.1600
 18.2200
 18.6200
    :
    :
```

Procedemos a graficar el conjunto de valores de la medición en un histograma, a través del cual podemos observar que la media de valores se aproxima a 19 mm

```
his=histogram(lec)
```



```
his =
Histogram with properties:

    Data: [30x1 double]
  Values: [4 3 11 12]
  NumBins: 4
BinEdges: [18.0000 18.3000 18.6000 18.9000 19.2000]
BinWidth: 0.3000
BinLimits: [18.0000 19.2000]
Normalization: 'count'
  FaceColor: 'auto'
  EdgeColor: [0 0 0]
```

Show all properties

Para obtener un valor más preciso de la media, declaramos una variable "media" y la inicializamos en cero. Después asignamos a la variable "n" el número de lecturas realizadas.

```
media=0;
n=numel(lec)
```

```
n = 30
```

Mediante un ciclo "for" de 1 hasta "n=30" recorreremos el arreglo de valores de la medición, sumando cada uno de ellos hasta completar "n" iteraciones.

```
for i=1:30
    media=media+lec(i)
```

```
end
```

```
media = 18.5500  
media = 37.4400  
media = 56.1000  
media = 74.9000  
media = 93.6400  
media = 111.9400  
media = 129.9900  
media = 148.1500  
media = 166.3700  
media = 184.9900  
media = 203.6700  
media = 222.2400  
media = 241.2000  
media = 260.1600  
media = 279.0600  
media = 297.7400  
media = 316.7900  
media = 335.7900  
media = 354.7300  
media = 373.2800  
media = 392.1900  
media = 411.1600  
media = 429.9200  
media = 448.5300  
media = 467.5000  
media = 486.4100  
media = 505.4100  
media = 524.4600  
media = 543.3700  
media = 562.0800
```

Dividimos el resultado de la sumatoria anterior entre el número de datos, podemos observar que la media es igual a 18.7 mm

```
media=media/n
```

```
media = 18.7360
```

Ahora obtenemos la moda y la mediana para determinar si se trata de una distribución normal. Si la moda es única y tanto su valor como el valor de la media y la mediana se aproximan considerablemente entre sí, el comportamiento de los datos coincide con el de una distribución normal. En este caso podemos observar dicha coincidencia.

```
moda=mode(lec)
```

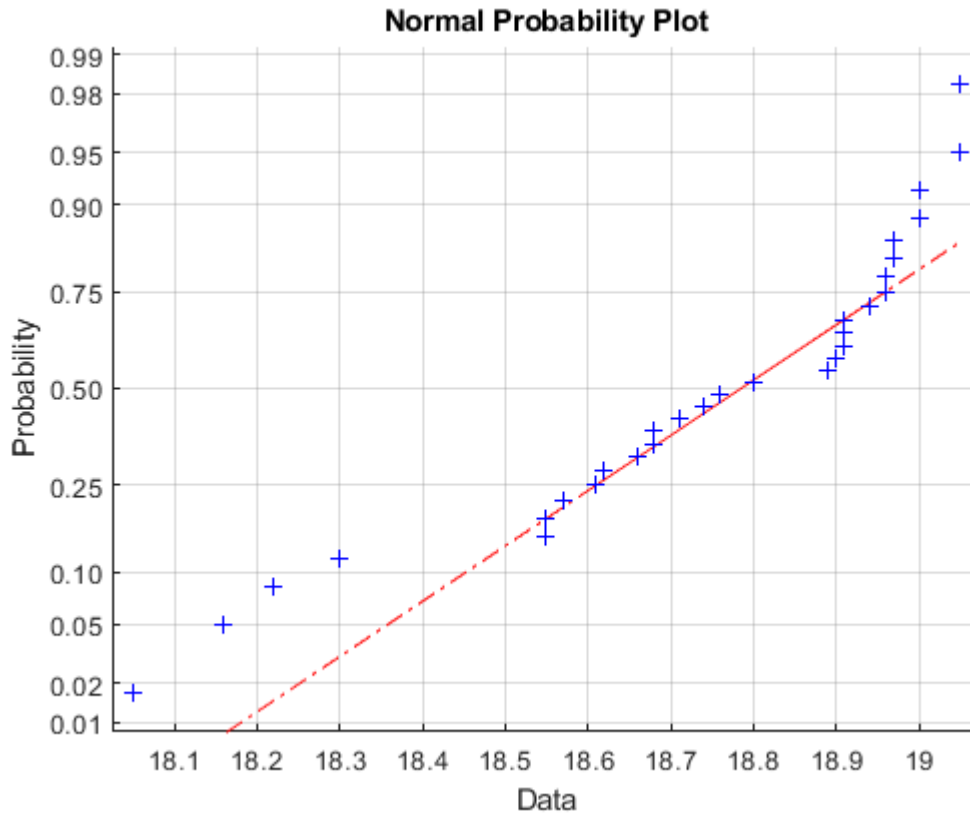
```
moda = 18.9100
```

```
mediana=median(lec)
```

```
mediana = 18.7800
```

Tras verificar que los datos tienen una distribución normal, realizamos la gráfica de dispersión de los datos.

```
normal=normplot(lec)
```



```
normal =  
3×1 Line array:  
  
Line  
Line  
Line
```

Ahora obtenemos la desviación estándar "sigma" para entender que tan alejados están los datos del valor real o media de las lecturas realizadas.

```
sigma=0;  
for i=1:30  
    sigma=sigma+[(lec(i)-media)]^2  
end
```

```
sigma = 0.0346  
sigma = 0.0583  
sigma = 0.0641  
sigma = 0.0682  
sigma = 0.0682  
sigma = 0.2583  
sigma = 0.7289  
sigma = 1.0607  
sigma = 1.3269  
sigma = 1.3404  
sigma = 1.3435  
sigma = 1.3711  
sigma = 1.4212  
sigma = 1.4714
```

```

sigma = 1.4983
sigma = 1.5015
sigma = 1.6001
sigma = 1.6697
sigma = 1.7114
sigma = 1.7460
sigma = 1.7762
sigma = 1.8310
sigma = 1.8316
sigma = 1.8474
sigma = 1.9022
sigma = 1.9325
sigma = 2.0022
sigma = 2.1008
sigma = 2.1310
sigma = 2.1317

```

```
sigma=sqrt(sigma/(n-1))
```

```
sigma = 0.2711
```

Sexto paso

Para determinar el bias del instrumento de medición utilizamos el valor patrón del tubo de PVC, en este caso 19 mm tal como se muestra en el código a continuación:

```
bias=19-media
```

```
bias = 0.2640
```

Para obtener una perspectiva concisa gráfica de las características estáticas del calibrador realizamos una gráfica donde se visualizan los valores obtenidos de: bias, valor patrón, valor real o media y sigma.

```
lec=lec'
```

```

lec = 1x30
    18.5500    18.8900    18.6600    18.8000    18.7400    18.3000    18.0500    18.1600 ...

```

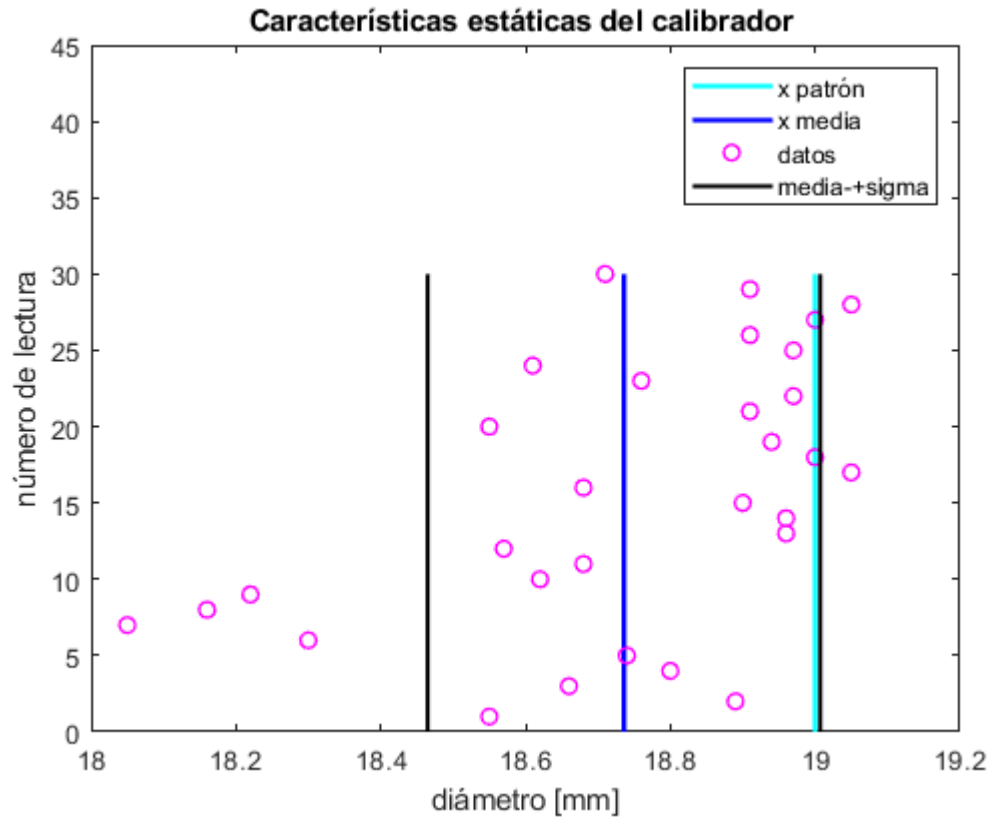
```

figure(1)
plot([19,19],[0,30],'c','LineWidth',1.7)
hold on
plot([media,media],[0,30],'b','LineWidth',1.7)
hold on
scatter(lec,no_lec,'m','LineWidth',1)
hold on
plot([media-sigma,media-sigma],[0,30],'k','LineWidth',1.5)
hold on
plot([media+sigma,media+sigma],[0,30],'k','LineWidth',1.5)
hold on
xlim([18,19.2])
ylim([0,45])
legend("x patrón","x media","datos","media+sigma")
xlabel('diámetro [mm]')
ylabel('número de lectura')

```



```
title('Características estáticas del calibrador ')
```



Séptimo paso

Ahora aplicamos el Criterio de Chauvent mediante el siguiente código. Calculado la desviación máxima "Dm"

```
P=1-(1./(2*n))
```

```
P = 0.9833
```

```
Dm=sqrt(2)*erfinv(P)
```

```
Dm = 2.3940
```

Para encontrar la lista de valores que se encuentran fuera del rango "media-sigma" y/o "media+sigma" empleamos un ciclo for mediante el cual se comparan todos y cada uno de los valores del conjunto de datos de la medición, almacenando aquellos fuera del intervalo mencionado en un arreglo diferente denominado "candidatos".

```
j=1,z=1;
```

```
j = 1
```

```

for i=1:30
    if lec(i)<(media-sigma)|lec(i)>(media+sigma)
        candidatos(j)=lec(i);
        j=j+1;
    end
end
j

```

```
j = 7
```

```
candidatos(candidatos==0)=[]
```

```

candidatos = 1×6
    18.3000    18.0500    18.1600    18.2200    19.0500    19.0500

```

```
m=numel(candidatos)
```

```
m = 6
```

Tras haber encontrado el posible arreglo de valores a descartar, obtenemos el valor absoluto de cada uno de los "candidatos" menos la media entre la desviación estándar "sigma". Si el resultado de esta operación (almacenada en la variable 'd') es mayor a la desviación máxima D_m , se puede proceder a eliminar el dato por el Criterio de Chauvenet.

```

for i=1:m
    d=(abs(candidatos(i)-media))/sigma;
    if Dm<d
        rechazados(j)=candidatos(i)
        j=j-1;
    end
end

```

```

rechazados = 1×7
    18.0500    18.0500    18.0500    18.0500    18.0500         0    18.0500

```

```
rechazados(rechazados==0)=[]
```

```

rechazados = 1×6
    18.0500    18.0500    18.0500    18.0500    18.0500    18.0500

```

Ahora bien, para crear nuestro nuevo arreglo de valores sin los datos rechazados utilizamos un ciclo for que corra el arreglo y almacene los valores del mismo descartando los datos mencionados anteriormente

```

for i=1:30
    if rechazados(1)~=lec(i)
        new(j)=lec(i);
        j=j+1;
    end
end

```

```
new(new==0)=[ ]
```

```
new = 1×34  
18.5500 18.8900 18.6600 18.8000 18.7400 18.5500 18.8900 18.6600 ...
```

Volvemos a calcular la media y la desviación estándar, repetimos el paso 6.

```
n_media=mean(new)
```

```
n_media = 18.7550
```

```
n_sigma=std(new)
```

```
n_sigma = 0.2281
```

```
n=numel(new)
```

```
n = 34
```

```
no_new=[1:1:n];  
n_bias=19-n_media
```

```
n_bias = 0.2450
```

Para obtener una perspectiva concisa gráfica de las características estáticas del calibrador realizamos una gráfica donde se visualizan los valores obtenidos de: bias, valor patrón, valor real o media y sigma.

```
figure(2)  
plot([19,19],[0,30],'c','LineWidth',1.7)  
hold on  
plot([n_media,n_media],[0,30],'b','LineWidth',1.7)  
hold on  
scatter(new,no_new,'m','LineWidth',1)  
hold on  
plot([n_media-n_sigma,n_media-n_sigma],[0,30],'k','LineWidth',1.5)  
hold on  
plot([n_media+n_sigma,n_media+n_sigma],[0,30],'k','LineWidth',1.5)  
hold on  
xlim([18,19.2])  
ylim([0,45])  
legend("x patrón","x media","datos","media+sigma")  
xlabel('diámetro [mm]')  
ylabel('número de lectura')  
title('Características estáticas del calibrador ')
```

