

ANALISIS DE FRECUENCIA EN HIDROLOGIA

Luis F. Carvajal – Julián D. Rojo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Escuela de Geociencias y Medio Ambiente

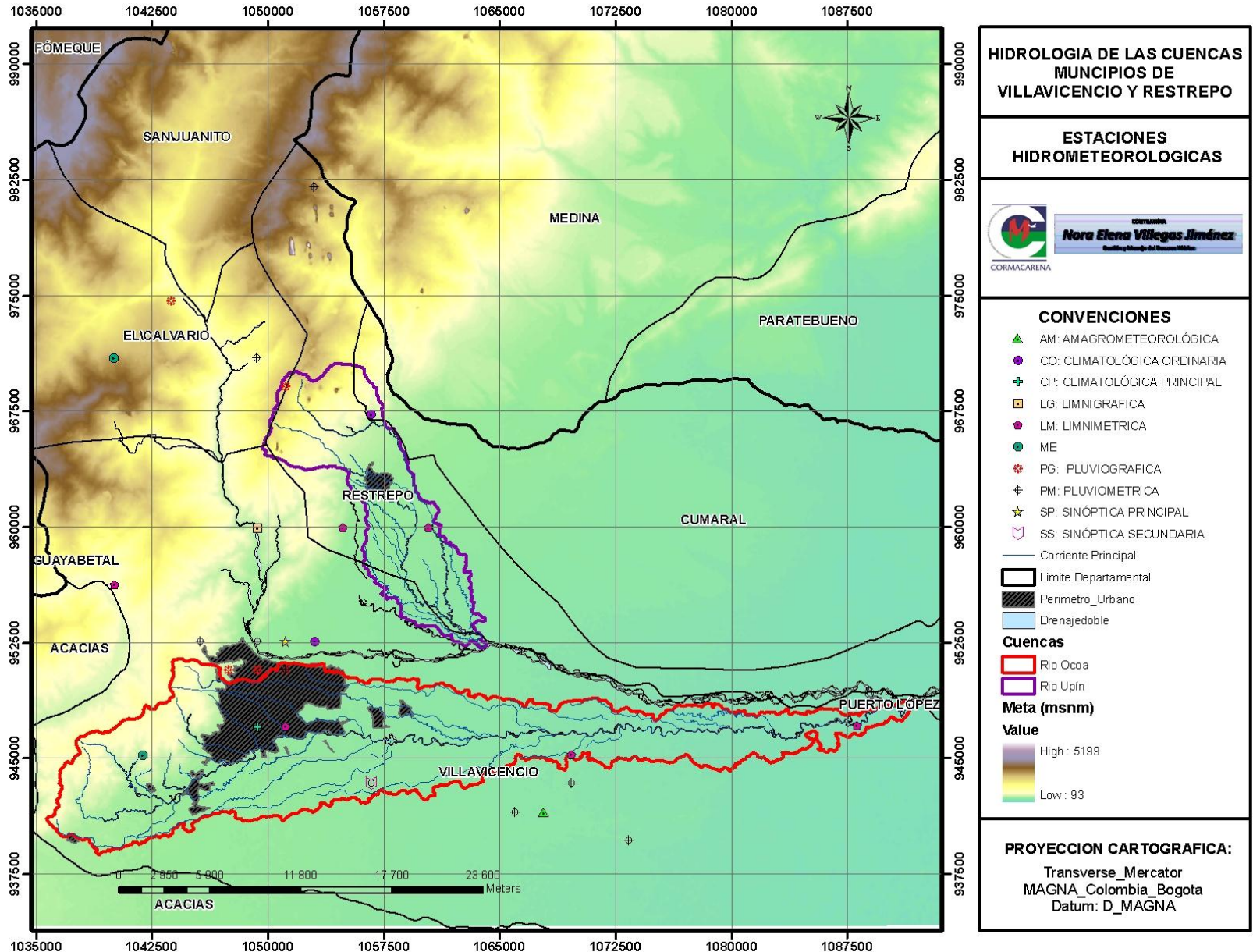
Introducción

1. Los eventos hidrológicos no son gobernados por leyes físicas, sino por leyes del AZAR. Son fenómenos ERRATICOS, COMPLEJOS y de NATURALEZA ALEATORIA.
2. El conocimiento de la Hidrología es básico para el diseño en la ingeniería (definición de condiciones críticas).
3. La definición del comportamiento hidrológico requiere: Análisis probabilísticos y estadísticos basados en registros históricos.
4. Hidrología trata con VARIABLES ALEATORIAS.

VARIABLE ALEATORIA (v.a): Variable cuyo comportamiento no puede predecirse con certidumbre.

- **v.a Discreta:** Solo puede tomar valores específicos. La ley de probabilidades asocia medidas de probabilidad a cada posible ocurrencia de la v.a.
- **v.a Continua:** Si puede tomar todos los valores en un rango de ocurrencia. La ley de probabilidades asocia medidas de probabilidad a rangos de ocurrencia de la v.a.

Estaciones de medición



Datos diarios

20120602145012 (1) - Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

LONGITUD ELEVACION	7522 W 2017 m. s. n. m	ENTIDAD REGIONAL		01 IDEAM ANTIOQUIA	MUNICIPIO CORRIENTE		RIONEGRO QDA LA MOSCA		FECHA-SUSPENSION				

DIA	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	

01	4.370	1 3.550	4.910	1 3.650	1 5.690	1 5.060	2.770	1 3.520	1 6.030	5.120	1 14.40	7.880	1
02	4.180	1 3.470	7.570	1 3.590	1 4.740	1 5.600	3.550	1 3.360	1 4.100	4.230	1 10.60	8.930	1
03	4.070	1 3.440	10.85	1 4.190	1 7.950	1 8.240	2.990	1 3.300	1 3.660	3.840	1 9.040	8.620	1
04	3.870	1 3.320	1 5.460	1 3.360	1 8.930	1 5.600	4.870	1 3.170	1 7.120	7.880	1 11.65	6.920	1
05	3.820	1 3.270	1 4.660	1 2.990	1 9.510	1 5.860	3.810	1 3.110	1 6.840	6.140	8.970	1 6.510	1
06	4.460	1 3.250	1 4.550	1 2.950	1 23.72	1 29.80	3.070	1 3.360	1 6.010	5.730	9.860	1 6.410	1
07	4.710	1 3.250	1 5.650	1 2.850	1 14.54	1 21.80	5.700	1 3.060	1 5.460	5.600	8.010	1 6.200	1
08	6.020	1 3.270	1 6.840	1 2.780	1 6.230	1 5.060	5.930	1 2.920	1 8.120	5.390	20.26	1 6.260	1
09	9.980	1 3.200	1 4.920	1 2.690	1 7.050	1 6.840	3.590	1 2.800	1 6.680	5.060	17.32	1 5.900	1
10	8.690	1 3.060	1 4.490	1 2.690	1 4.360	1 5.600	4.050	1 2.800	1 12.40	4.600	20.92	1 6.290	1
11	6.520	1 3.080	1 5.690	1 2.690	1 3.800	1 5.320	7.520	1 2.730	1 15.40	4.430	11.85	1 7.890	1
12	6.090	1 3.170	1 4.490	1 2.690	1 3.440	1 4.780	4.090	1 2.700	1 10.00	5.320	11.45	1 7.520	1
13	4.780	1 3.180	1 4.160	1 2.810	1 3.340	1 4.320	11.32	1 2.700	1 7.720	4.780	11.27	1 7.190	1
14	4.430	1 3.170	1 4.100	1 3.790	1 3.060	1 3.930	4.620	1 2.630	1 9.480	4.600	8	5.770	1
15	4.320	1 3.270	1 3.940	1 5.250	1 3.520	1 3.770	4.700	1 2.560	1 9.800	4.430	8	9.550	1
16	4.850	1 3.100	1 3.780	1 4.140	1 3.510	1 3.770	7.990	1 2.550	1 8.920	5.320	9.180	8 6.370	1
17	4.720	1 3.030	1 3.250	1 3.520	1 3.940	1 3.530	1 4.800	1 3.100	1 11.46	1 5.390	24.02	1 5.520	1
18	4.600	1 3.630	1 3.250	1 2.990	1 6.270	1 3.320	1 3.960	1 3.560	1 9.690	1 20.00	22.10	1 5.150	1
19	4.430	1 4.860	1 3.250	1 2.910	1 6.410	1 3.190	1 14.86	1 3.470	1 9.100	1 13.60	34.55	8 4.850	1
20	4.380	1 3.560	1 3.250	1 3.070	1 5.800	1 3.170	1 5.960	1 6.240	1 9.060	1 8.520	39.57	8 4.650	1
21	4.210	1 3.790	1 3.250	1 5.770	1 6.770	1 3.190	1 15.69	1 4.100	1 7.620	1 8.200	29.88	8 4.780	1
22	4.100	1 3.320	1 3.250	1 5.450	1 9.760	1 3.040	1 22.28	1 3.930	1 6.090	1 7.560	20.28	1 4.380	1
23	3.930	1 5.340	1 3.250	1 5.580	1 6.700	1 2.890	1 10.66	1 3.660	1 5.350	1 6.840	15.80	1 4.340	1
24	3.830	1 8.070	1 3.870	1 4.490	1 6.010	1 2.840	1 6.310	1 3.360	1 6.390	1 6.140	13.50	1 4.230	1
25	3.880	1 5.470	1 3.290	1 10.81	1 5.320	1 2.820	1 8.610	1 8.030	1 5.090	1 10.24	14.00	1 7.450	1
26	3.770	1 5.950	1 4.330	1 15.81	1 5.190	1 2.800	1 5.340	1 8.230	1 4.940	1 8.200	19.25	1 5.860	1
27	3.660	1 4.100	1 9.400	1 20.68	1 6.280	1 2.840	1 5.020	1 8.970	1 10.73	1 7.420	13.57	1 4.290	1
28	3.710	1 4.420	1 8.980	1 10.11	1 5.060	1 3.280	1 4.550	1 4.540	1 7.320	1 11.20	9.460	1 4.480	1
29	3.660	1 7.860	1 6.450	1 5.100	1 4.780	1 2.970	1 4.660	1 4.380	1 6.260	1 18.20	8.640	1 4.830	1
30	3.610	1 5.200	1 5.000	1 4.430	1 2.790	1 4.530	1 4.210	1 5.550	1 15.40	1 7.830	1 4.550	1	
31	3.550	1 4.470	1 5.600	1 5.600	1 3.870	1 5.870	1 14.20	1 4.050	1 4.050	1 4.050	1 4.050	1	
MEDIA 4.684													
MAXIMA ABSOLUTA 21.20 1													
MINIMA MEDIA 3.550													
** DATOS PRELIMINARES **													
*** VALORES ANUALES ***													
** AUSENCIAS DE DATO **													
** ORIGENES DE DATO **													
MEDIA 6.584													
MAXIMA ABSOLUTA 48.000													
MINIMA MEDIA 2.550													
8 : CURVA DE GASTOS													
1 : REGISTRADOS													
3 : INCOMPLETOS													
8 : EST. OTROS METODOS													
I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES													
VALORES MEDIOS DIARIOS DE CAUDALES (M3/Seg)													
ANO 2005													
FECHA DE PROCESO : 2012/06/04													
LATITUD 0610 N													
LONGITUD 7522 W													
ELEVACION 2017 m. s. n. m													
TIPO EST LG													
ENTIDAD 01 IDEAM													
REGIONAL 01 ANTIOQUIA													
DEPTO ANTIOQUIA													
MUNICIPIO RIONEGRO													
CORRIENTE QDA LA MOSCA													
ESTACION : 23087670 RIOTEX													
FECHA-INSTALACION 1992-MAR													
FECHA-SUSPENSION													
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL													

ENVIÓ C... VERSION ... TOSHIBA ... 5.Probabi... Analisis d... PhotoSca... CAP2_GE... 20120602... ES 10:13 a.m.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2012/04/16			TIPO EST			LG			DEPTO			ANTIOQUIA			ESTACION : 23087180 SIRPES LOS		
LATITUD 0622 N			ENTIDAD			01 IDEAM			MUNICIPIO			CONCEPCION			FECHA-INSTALACION 1973-MAY		
LONGITUD 7509 W			REGIONAL			01 ANTIOQUIA			CORRIENTE			QDA LA CONCEPCIO			FECHA-SUSPENSION		
ELEVACION 1571 m. s. n. m																	
A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL		
1965	2	01	4.400	3.600	3.800	4.700	7.100	5.200	5.500	6.600	8.300	9.000	9.300	6.500	6.17		
1966	2	01	4.400	3.500	3.800	4.500	6.100	7.300	7.300	8.800	7.400	7.300	8.800	8.400	6.47		
1967	2	01	5.100	4.200	4.800	7.000	6.600	9.500	7.300	6.400	7.900	6.700	6.700	5.400	6.47		
1968	2	01	3.800	3.600	3.800	5.800	7.000	8.200	6.600	6.900	9.800	9.700	8.800	6.400	6.95		
1969	2	01	5.100	3.600	3.800	7.700	8.100	6.500	5.100	7.400	7.800	11.00	8.300	6.000	6.70		
1970	2	01	4.700	3.600	3.900	4.800	9.500	6.900	8.100	7.200	8.700	12.60	13.10	8.300	7.62		
1971	2	01	7.900	5.700	7.700	8.900	11.60	10.30	13.50	17.50	12.60	10.30	8.100	6.200	10.03		
1972	2	01	5.500	4.400	4.900	6.300	11.60	9.100	8.400	7.900	6.200	7.500	7.400	5.800	7.17		
1973	2	01	4.600	2.700	2.400	4.600	6.600	7.165	7.297	8.717	12.97	9.093	8.860	7.947	6.91		
1974	2	01	7.545	5.759	5.502	7.472	9.245	8.985	10.80	12.48	13.44	12.46	11.00	7.317	9.33		
1975	2	01	6.633	5.515	6.932	7.706	8.471	9.805	11.85	11.81	12.44	13.31	11.43	9.697	9.63		
1976	2	01	6.919	5.596	6.510	9.188	9.843	9.010	4.936	6.154	4.906	9.501	7.501	4.706	7.06		
1977	2	01	3.199	3.065	3.004	3.816	5.797	7.108	8.378	8.652	7.976	8.068	7.257	4.970	5.94		
1978	2	01	3.493	2.976	3.055	8.163	8.376	9.586	8.655	6.171	6.956	7.339	6.821	5.819	6.53		
1979	2	01	3.748	3.660	3.542	4.973	7.159	7.385	4.793	4.842	5.414	8.084	8.242	4.966	5.57		
1980	2	01	4.078	3.611	3.041	3.181	5.314	6.280	6.560	5.569	5.935	10.08	9.339	7.445	5.87		
1981	2	01	4.194	4.324	4.654	10.58	22.55	18.21	16.00	17.32	8.059	8.590	6.599	5.110	10.52		
1982	2	01	4.035	5.035	4.706	7.548	8.642	5.881	5.219	5.565	6.783	7.781	5.749	3.711	5.89		
1983	2	01	3.170	2.852	2.433	6.852	8.190	5.578	6.345	5.623	10.48	8.053	5.906	4.981	5.87		
1984	2	01	4.362	4.542	3.032	4.510	6.737	11.11	7.393	8.293	10.57	10.12	12.80	6.795	7.52		
1985	2	01	4.995	3.498	3.679	3.697	7.554	3.906	4.259	9.216	10.24	8.341	7.345	5.723	6.04		
1986	2	01	4.958	4.523	3.734	7.150	7.488	7.967	8.926	7.908	6.989	11.46	8.030	6.149	6.86		
1987	2	01	4.418	4.598	4.129	6.624	8.533	6.769	8.902	8.112	10.38	12.22	10.55	6.680	7.74		
1988	2	01	5.029	4.538	4.195	7.271	7.022	6.109	11.16	14.67	9.909	12.65	7.777	8.21	3		
1989	2	01	7.619	5.823	5.224	6.095	6.700	9.879	6.492	8.201	11.63	9.700	9.228	7.395	7.83		
1990	2	01	5.172	4.617	4.483	4.573	8.198	6.916	8.521	5.650	7.640	10.10	7.890	5.929	6.64		
MEDIOS			4.964	4.209	4.298	6.296	8.462	8.182	7.855	8.467	9.122	9.550	8.758	6.389	7.21		
MAXIMOS			7.900	5.823	7.700	10.58	22.55	18.21	16.00	17.50	14.67	13.31	13.10	9.697	22.55		
MINIMOS			3.170	2.700	2.400	3.181	5.314	3.906	4.259	4.842	4.906	6.700	5.749	3.711	2.40		

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2012/04/16			TIPO EST			LG			DEPTO			ANTIOQUIA			ESTACION : 23087180 SIRPES LOS		
LATITUD 0622 N			ENTIDAD			01 IDEAM			MUNICIPIO			CONCEPCION			FECHA-INSTALACION 1973-MAY		
LONGITUD 7509 W			REGIONAL			01 ANTIOQUIA			CORRIENTE			QDA LA CONCEPCIO			FECHA-SUSPENSION		
ELEVACION 1571 m. s. n. m																	
A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL		
1973	2	01	3.500	3.020	2.600	3.100	4.400	3.900	4.900	5.750	8.040	6.590	6.130	6.240	2.60		

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda										
MEDIOS	3.806	3.369	3.097	3.557	4.929	4.973	4.478	5.019	5.891	6.290	5.863	4.665	4.66	
MAXIMOS	5.700	4.960	5.250	5.280	9.500	8.400	7.450	8.160	9.690	9.500	8.370	6.730	9.69	
MINIMOS	2.700	2.000	1.880	2.090	2.270	2.720	2.350	3.170	3.550	4.200	4.200	3.440	1.88	

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2012/04/16 ESTACION : 23087180 SIRPES LOS
 LATITUD 0622 N TIPO EST LG DEPTO ANTIOQUIA FECHA-INSTALACION 1973-MAY
 LONGITUD 7509 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CONCEPCION FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 1571 m.s.n.m REGIONAL 01 ANTIOQUIA CORRIENTE QDA LA CONCEPCIO

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1973	2	01	19.10 6	5.400 6	38.10 6	23.76 6	31.10 6	25.80 1	58.20 1	67.70 1	45.80 1	34.70 1	70.58 8	23.00	70.58
1974	2	01	31.75	12.00	57.60 1	38.00 1	48.02 1	67.70 6	90.66 6	77.52 6	59.50 1	75.10 6	79.47 6	34.00 1	90.66
1975	2	01	26.15	23.35 1	28.38 1	35.60 1	30.63	49.36 1	61.07 1	82.90 8	80.90 8	61.60 1	44.50 1	40.45 1	82.90
1976	2	01	22.35 1	38.35 1	48.91 1	64.22 1	51.15 1	48.91 1	37.20 1	38.35 1	19.75 1	106.0 8	37.60 1	14.15 1	106.00
1977	2	01	5.480 1	12.50 1	25.22 1	21.80 1	25.96 1	49.20 1	45.35 1	51.34 1	41.13	28.18	28.18	8.000 1	51.34
1978	2	01	20.60 1	18.50 1	29.29 1	77.52 1	44.92 1	44.92 1	62.89 1	23.00 1	44.07 1	56.47 1	45.35 1	22.10	77.52
1979	2	01	5.000 1	16.40 1	23.00	11.00	30.00	33.50	25.10 1	24.40 1	12.50	47.06 1	32.80 1	12.20	47.06
1980	2	01	9.200	13.40	8.000	14.00	20.00	33.15 1	44.94 1	13.40	23.00	67.70 8	37.50	54.30 8	67.70
1981	2	01	5.600	9.200	17.00	27.20	58.60 8	30.00	45.80	30.00	24.75	30.70	23.00	18.20	58.60
1982	2	01	9.500	23.00	17.00	33.50	41.50	9.800	15.20	17.00	20.00	62.89 8	20.00	4.600	62.89
1983	2	01	5.000	5.800	4.600	33.50	23.00	11.00	23.00	14.00	33.50	27.90	23.70 1	25.10 1	33.50
1984	2	01	25.45 1	33.50 1	6.460 1	28.60 1	47.48 1	76.42 8	23.00	43.22 1	50.00 1	26.50	85.29 8	17.00	85.29
1985	2	01	17.00	24.40 1	29.30 1	6.240	53.01 8	16.40 1	47.90 1	44.94 1	92.26 8	41.50 1	41.50 1	25.10 1	92.26
1986	2	01	39.10 1	22.40 1	22.70 1	38.70 1	39.90 1	83.30 8	59.89 8	54.30 8	23.00 1	46.64 1	33.50 1	39.10 1	83.30
1987	2	01	18.50 1	29.30 1	16.70 1	38.70 1	102.2 8	52.60 8	85.80 8	50.00 1	60.70 8	56.00 8	32.80 1	32.10 1	102.20
1988	2	01	17.90 1	21.80 1	18.20 3	85.79 8	44.51 1	43.65 3	24.40 1	62.89 8	61.17 8	69.62 8	81.81 3	19.40 1	85.79 3
1989	2	01	57.74 8	23.00 1	35.10 1	44.94 1	53.01 8	61.60 8	47.90 1	48.74 1	65.78 8	53.01 8	39.50 1	95.98 8	95.98
1990	2	01	19.52 1	41.89 8	55.55 8	41.89 8	59.70 8	54.31 8	52.23 8	56.38 8	44.79 8	40.65 8	60.53 8	48.09 8	60.53

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2012/04/16 ESTACION : 23087180 SIRPES LOS
 LATITUD 0622 N TIPO EST LG DEPTO ANTIOQUIA FECHA-INSTALACION 1973-MAY
 LONGITUD 7509 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CONCEPCION FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 1571 m.s.n.m REGIONAL 01 ANTIOQUIA CORRIENTE QDA LA CONCEPCIO

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1973	2	01	19.10 6	5.400 6	38.10 6	23.76 6	31.10 6	25.80 1	58.20 1	67.70 1	45.80 1	34.70 1	70.58 8	23.00	70.58
1974	2	01	31.75	12.00	57.60 1	38.00 1	48.02 1	67.70 6	90.66 6	77.52 6	59.50 1	75.10 6	79.47 6	34.00 1	90.66
1975	2	01	26.15	23.35 1	28.38 1	35.60 1	30.63	49.36 1	61.07 1	82.90 8	80.90 8	61.60 1	44.50 1	40.45 1	82.90
1976	2	01	22.35 1	38.35 1	48.91 1	64.22 1	51.15 1	48.91 1	37.20 1	38.35 1	19.75 1	106.0 8	37.60 1	14.15 1	106.00
1977	2	01	5.480 1	12.50 1	25.22 1	21.80 1	25.96 1	49.20 1	45.35 1	51.34 1	41.13	28.18	28.18	8.000 1	51.34
1978	2	01	20.60 1	18.50 1	29.29 1	77.52 1	44.92 1	44.92 1	62.89 1	23.00 1	44.07 1	56.47 1	45.35 1	22.10	77.52
1979	2	01	5.000 1	16.40 1	23.00	11.00	30.00	33.50	25.10 1	24.40 1	12.50	47.06 1	32.80 1	12.20	47.06

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda																							
1983	2	01	2.720	2.000	1.880	3.800	4.600	3.260	3.800	3.440	5.820	5.400	4.370	1	3.800	1	1.88										
1984	2	01	3.080	1	3.100	1	2.720	1	2.360	1	3.720	1	6.230	1	5.000	5.200	5.100	1	6.900	6.020	4.600	2.36					
1985	2	01	3.080		2.540	1	2.360		2.720		4.080	1	2.720		2.380	1	4.300	1	7.170	1	5.910	1	5.500	1	3.900	1	2.36
1986	2	01	3.620	1	3.350	1	2.900	1	4.190	1	5.200	1	5.200	1	4.400	1	4.400	1	5.500	1	5.810	1	6.460	1	5.000	1	2.90
1987	2	01	3.620	1	3.530	1	3.080	1	3.530	1	5.480	1	4.400	1	4.760	1	5.000	1	6.100	1	8.250	1	7.230	5.100	1	3.08	
1988	2	01	4.200	1	3.530	1	3.080	3	4.300	1	4.600	1			4.300	1	4.800	1	9.650	1	7.440	1	7.250	3	6.240	1	3.08 3
1989	2	01	5.110	1	4.760	1	4.000	1	3.830	1	4.000	1	5.300	1	4.800	1	4.900	1	6.230	1	6.450	1	5.600	1	5.400	1	3.83
1990	2	01	4.080	1	3.720	1	2.810	8	2.810	8	4.440	1	4.330	1	4.260	1	4.210	1	4.180	1	6.050	1	5.020	1	3.810	1	2.81
MEDIOS			3.806	3.369	3.097	3.557	4.929	4.973	4.478	5.019	5.891	6.290	5.863	4.665	4.66												
MAXIMOS			5.700	4.960	5.250	5.280	9.500	8.400	7.450	8.160	9.690	9.500	8.370	6.730	9.69												
MINIMOS			2.700	2.000	1.880	2.090	2.270	2.720	2.350	3.170	3.550	4.200	4.200	3.440	1.88a												

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MINIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2012/04/16 ESTACION : 23087180 SIRPES LOS
 LATITUD 0622 N TIPO EST LG DEPTO ANTIOQUIA FECHA-INSTALACION 1973-MAY
 LONGITUD 7509 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CONCEPCION FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 1571 m.s.n.m REGIONAL 01 ANTIOQUIA CORRIENTE QDA LA CONCEPCIO

 A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

1973	2	01	3.500	6	3.020	6	2.600	6	3.100	6	4.400	6	3.900	4.900	1	5.750	1	8.040	1	6.590	1	6.130	1	6.240	2.60		
1974	2	01	5.490	4.960	4.510	1	5.000	1	6.440	1	6.290	1	6.500	1	8.160	1	9.690	1	9.500	1	8.370	1	5.700	1	4.51		
1975	2	01	5.070	4.540	5.250	1	5.280	6.050	6.290	1	7.450	1	7.520	1	8.640	1	9.080	1	7.650	1	6.730	1	4.54				
1976	2	01	5.700	1	4.440	1	4.750	1	4.520	1	6.210	1	5.930	1	3.720	1	3.770	1	3.550	1	5.870	1	5.220	1	3.600	1	3.55
1977	2	01	2.700	1	2.070	1	2.350	1	2.300	1	3.200	1	3.270	1	5.100	1	5.580	4.610	5.770	5.390	3.500	1	2.07				
1978	2	01	2.700	1	2.400	1	2.300	1	3.680	1	5.030	1	5.430	1	2.350	4.150	1	4.640	1	4.800	1	4.200	4.100	1	2.30		
1979	2	01	3.330	1	3.080	1	2.270	2.810	4.100	4.500	3.530	3.170	1	3.810	4.200	5.500	3.710	5.500	4.900	2.09							
1980	2	01	3.530	2.630	2.450	2.090	2.270	4.490	1	4.200	1	4.300	4.400	4.800	6.020	4.900	3.35										
1981	2	01	3.530	3.530	3.350	3.710	9.500	8.400	5.350	7.900	5.100	5.400	4.200	3.440	3.08												
1982	2	01	3.440	3.440	3.080	4.000	5.400	4.600	3.800	3.800	5.000	5.400	4.200	3.440	3.08												
1983	2	01	2.720	2.000	1.880	3.800	4.600	3.260	3.800	3.440	5.820	5.400	4.370	1	3.800	1	1.88										
1984	2	01	3.080	1	3.100	1	2.720	1	2.360	1	3.720	1	6.230	1	5.000	5.200	5.100	1	6.900	6.020	4.600	2.36					
1985	2	01	3.080		2.540	1	2.360		2.720		4.080	1	2.720		2.380	1	4.300	1	7.170	1	5.910	1	5.500	1	3.900	1	2.36
1986	2	01	3.620	1	3.350	1	2.900	1	4.190	1	5.200	1	5.200	1	4.400	1	4.400	1	5.500	1	5.810	1	6.460	1	5.000	1	2.90
1987	2	01	3.620	1	3.530	1	3.080	1	3.530	1	5.480	1	4.400	1	4.760	1	5.000	1	6.100	1	8.250	1	7.230	5.100	1	3.08	
1988	2	01	4.200	1	3.530	1	3.080	3	4.300	1	4.600	1			4.300	1	4.800	1	9.650	1	7.440	1	7.250	3	6.240	1	3.08 3
1989	2	01	5.110	1	4.760	1	4.000	1	3.830	1	4.000	1	5.300	1	4.800	1	4.900	1	6.230	1	6.450	1	5.600	1	5.400	1	3.83
1990	2	01	4.080	1	3.720	1	2.810	8	2.810	8	4.440	1	4.330	1	4.260	1	4.210	1	4.180	1	6.050	1	5.020	1	3.810	1	2.81
MEDIOS			3.806	3.369	3.097	3.557	4.929	4.973	4.478	5.019	5.891	6.290	5.863	4.665	4.66												
MAXIMOS			5.700	4.960	5.250	5.280	9.500	8.400	7.450	8.160	9.690	9.500	8.370	6.730	9.69												
MINIMOS			2.700	2.000	1.880	2.090	2.270	2.720	2.350	3.170	3.550	4.200	4.200	3.440	1.88a												

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2012/04/16 ESTACION : 23087180 SIRPES LOS
 LATITUD 0622 N TIPO EST LG DEPTO ANTIOQUIA FECHA-INSTALACION 1973-MAY
 LONGITUD 7509 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CONCEPCION FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 1571 m.s.n.m REGIONAL 01 ANTIOQUIA CORRIENTE QDA LA CONCEPCIO

 A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

La información histórica de una variable hidrológica representa una MUESTRA de la POBLACIÓN.



- 1. ANÁLISIS PROBABILÍSTICO:** Análisis de POSIBLES Leyes de Probabilidad que describan comportamiento de la población.
- 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:** Se hacen inferencias sobre la variable (Población) usando la MUESTRA

Problema importante

Interpretación de registros históricos

INFERIR la Ley de Probabilidades de la

Variable hidrológica de interés:

ANALISIS DE FRECUENCIA

Tipos de análisis

- **DESCRIPTIVO:** Este se realiza sin ninguna referencia a su POBLACIÓN. Se calculan propiedades estadísticas (aplicación métodos estadísticos). Poca decisión y poco RIESGO.
- **INFERENCIA:** Se analiza la muestra para inferir las propiedades de la población, lo cual ayuda a derivar características probabilísticas. Implica mucho RIESGO.

Estadística en Hidrología

1. Interpretación de observaciones
2. Análisis de la calidad de la información
3. Inferencia sobre el comportamiento de la variable
4. Extracción del máximo de información de los registros
5. Información en gráficas tablas, ecuaciones para toma de decisiones en el planeamiento en R.H.

Eventos extremos



Río Carraipía, Enero a Septiembre

Río Carraipía, Octubre a Noviembre

Video: [creciente](#)



Conceptos de Probabilidad

1. Métodos estadísticos: Basados en principios matemáticos que describen la variación aleatoria de un conjunto de observaciones de un proceso. Importan los datos en sí más que el proceso físico que los produjo.
2. Una variable aleatoria X está descrita por una distribución de probabilidad. La distribución especifica la probabilidad de que una observación x de la variable, esté en un rango especificado de X .
3. Si una muestra de n observaciones tiene n_i valores en el rango del evento A , entonces la frecuencia relativa de i es: n_i/n

Probabilidad de ocurrencia de un evento $P(X = x) = \frac{m}{n}$

1. Axiomas:

- $0 \leq P_i \leq 1$
- Probabilidad de un evento cierto $\sum_{i=1}^{\alpha} P_i = 1$
- X_1 y X_2 independiente y mutuamente excluyentes

$$P(X_1 \cup X_2) = P(X_1) + P(X_2)$$

Eventos independientes: Si la probabilidad de ocurrencia de uno no se ve afectada por la ocurrencia del otro.

Eventos mutuamente excluyentes: Cuando la ocurrencia de uno imposibilita la ocurrencia del otro.

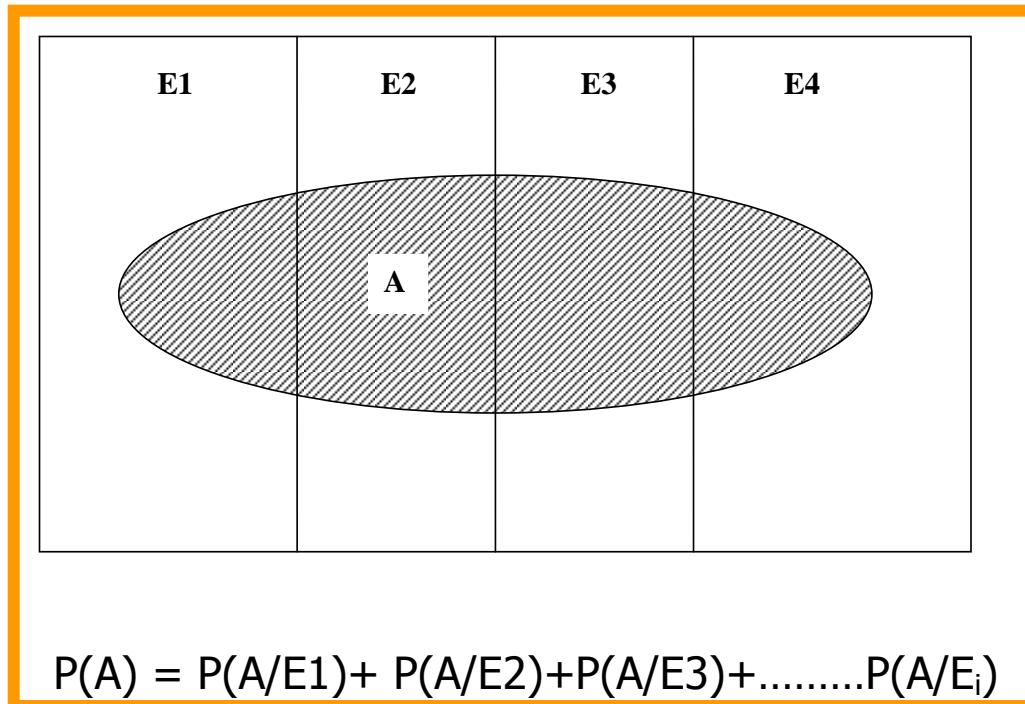
Principios de la Probabilidad

2. Probabilidad Total

Espacio muestral Ω dividido en m eventos, A_1, A_2, \dots, A_m , entonces:

$$P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_m) = 1$$

Teorema de la Probabilidad Total



3. Complementariedad

Si \bar{A} es el complemento de A , entonces: $\bar{A} = \Omega - A$

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A)$$

4. Probabilidad Condicional

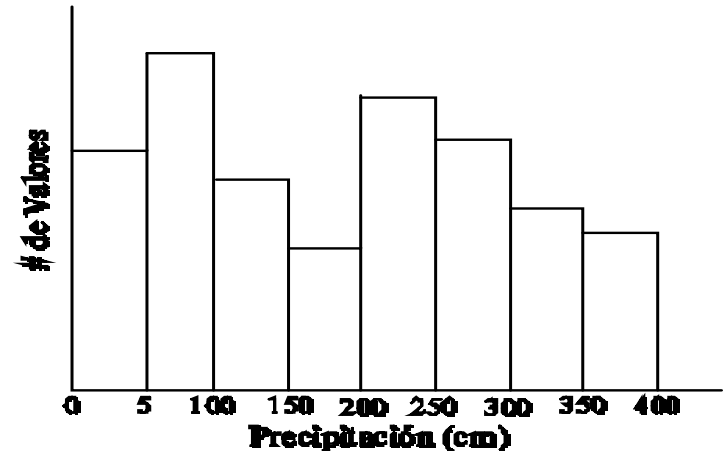
$$P(B / A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

Si A y B son independientes: $P(B / A) = P(B)$

$$P(A \cap B) = P(A)P(B)$$

Funciones de Probabilidad y Frecuencia

- **Histograma de frecuencia**



- **Función de frecuencia relativa**

$$f_s(x_i) = \frac{n_i}{n}$$

Estimado de: $P(x_i - \Delta x \leq X \leq x_i)$

La probabilidad de que la v.a. caiga en el intervalo: $[x_i - \Delta x, x_i]$

- **Función de frecuencia acumulada**

$$F_s(x_i) = \sum_{j=1}^i f_s(x_j)$$

Estimado de $P(X \leq x_i) \Rightarrow$ Probabilidad acumulada de x_i

Función de frecuencia relativa (FFR): cuando $n \rightarrow \infty \Rightarrow$ fdp

Función de frecuencia acumulada (FFA): cuando $\Delta x \rightarrow 0 \Rightarrow$ fda

$$f(x) = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \Delta x \rightarrow 0}} \frac{f_s(x)}{\Delta x}$$

También $f(x) = \lim_{\substack{n \rightarrow \infty \\ \Delta x \rightarrow 0}} f_s(x)$

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

$$P(X \leq x) = F(x) = \int_{-\infty}^x f(u)$$

$$\begin{aligned} P(x_i) &= P(x_i - \Delta x \leq X \leq x_i) \\ &= F(x_i) - F(x_{i-1}) \end{aligned}$$

FFR, FFA y fdp son adimensionales.

$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \Rightarrow$ Tiene dimensiones de x^{-1} y varia sobre el

rango $[0, \infty]$.

$dF(x) = f(x)dx \Rightarrow f(x)$ representa la derivada o

concentración de probabilidad en el intervalo $[x, x + dx]$.

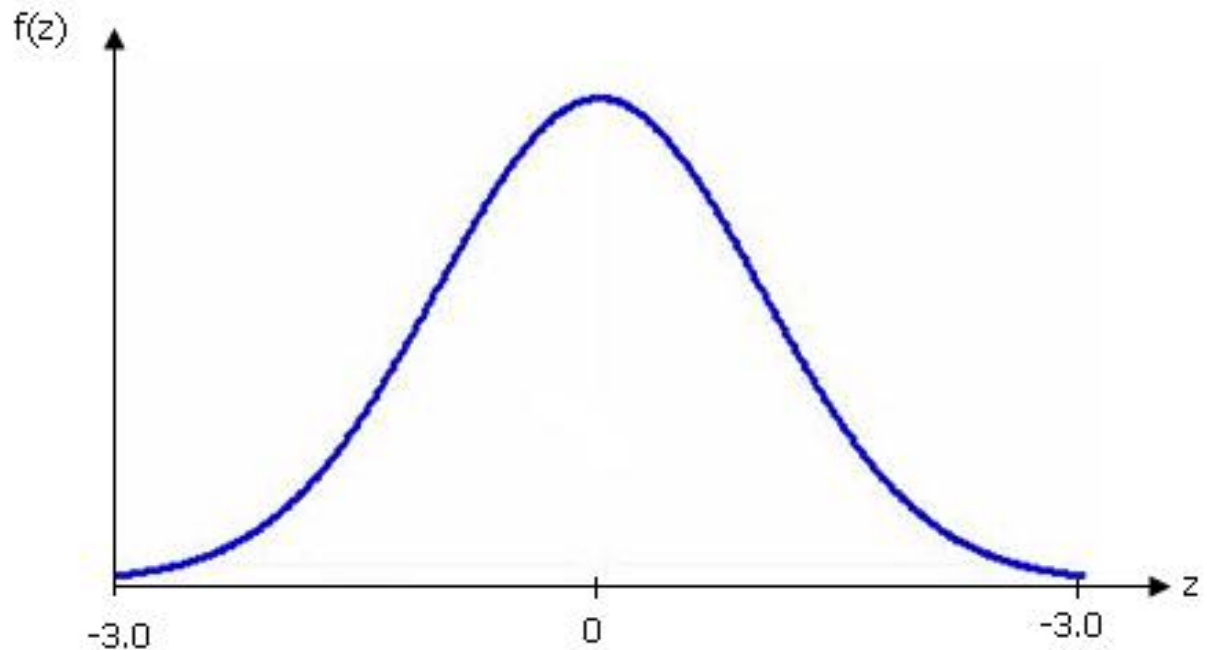
Distribución Normal

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Variable normal estandarizada $z = \frac{(x-\mu)}{\sigma}$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad -\infty \leq z \leq \infty$$

$$f(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$



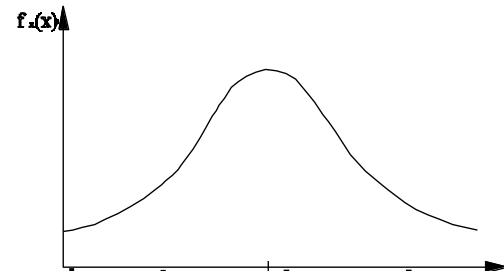
USOS DE LA NORMAL

- Aproximar la distribución de probabilidades de errores aleatorios .
- Comparar distribuciones: las propiedades de una muestra de variables no normales pueden compararse con las de variables normales.
- Muchos estadísticos pueden ser normalmente distribuidos, como, por ejemplo, la media de la mayoría de las variables hidrológicas.

DISTRIBUCIÓN NORMAL

- **FDP :**

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}}$$



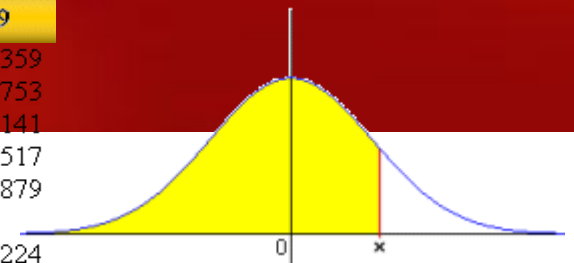
- **Parámetros:** Media y desviación estandar. La asimetría = 0.
Media = Moda = Mediana

$$\mu = (x - \mu_x) / \sigma_x \quad \longrightarrow$$

$$f_u(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$$
$$F_u(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{w^2}{2}} d\mu$$

*La variable u es llamada variable estandarizada
media cero y desviación estándar uno*

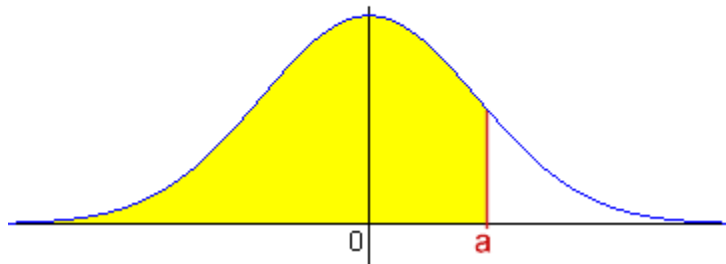
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0,0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0,1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0,2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0,3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0,4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0,5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0,6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0,7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0,8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8079	0.8106	0.8133
0,9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1,0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1,1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1,2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1,3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1,4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1,5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1,6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1,7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1,8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1,9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2,0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2,1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2,2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2,3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2,4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2,5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2,6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2,7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2,8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2,9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3,0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990



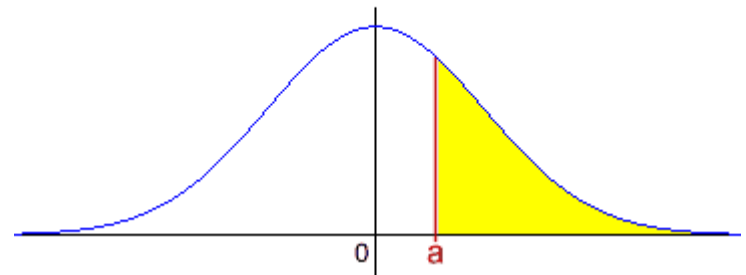
$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

USOS DE LA TABLA

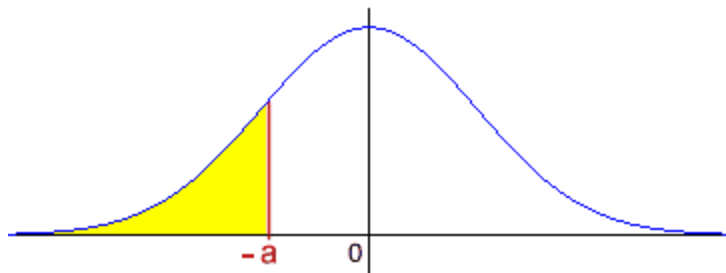
$$P(Z \leq a) \rightarrow \text{Tablas}$$



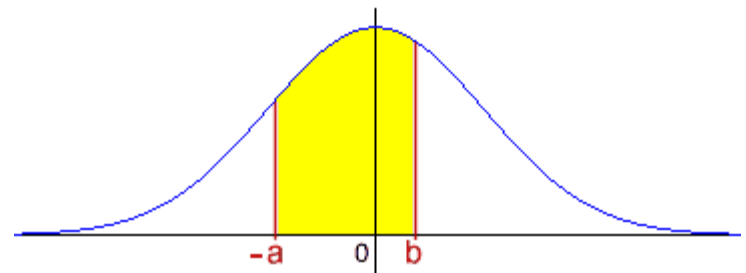
$$P(Z > a) = 1 - P(Z \leq a)$$



$$P(Z \leq -a) = 1 - P(Z \leq a)$$

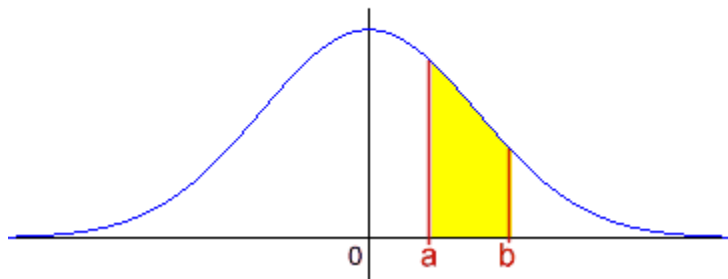


$$P(-a < Z \leq b) = P(Z \leq b) - [1 - P(Z \leq a)]$$

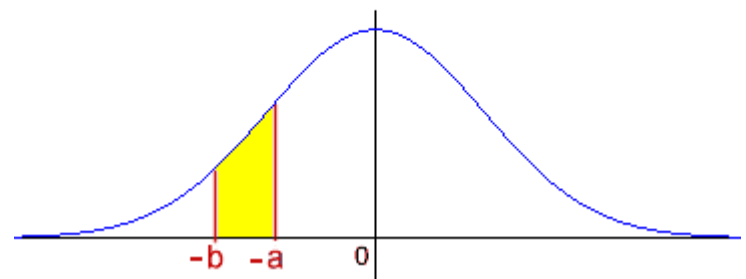


USOS TABLA

$$P(a < Z \leq b) = P(Z \leq b) - P(Z \leq a)$$



$$P(-b < Z \leq -a) = P(a < Z \leq b)$$



Estimación de Parámetros

El método de los momentos fue desarrollado en 1902 por Karl Pearson. Él consideró que un buen estimativo de los parámetros de una distribución de probabilidades es aquél para el cual los momentos de la función de densidad de probabilidades son iguales a los momentos correspondientes de la muestra.

Estimación de parámetros

Usos de la estadística:

Extraer la información esencial de una muestra de datos, para determinar las características y el comportamiento de la población.

Las características estadísticas básicas se calculan como **el valor esperado (E)** de alguna función de una v.a.

Valor esperado de una función $g(x)$ de una v.a. x se define como:

$$E[g(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} g(u) f_x(u) du$$

Donde:

$f_x(u)$: Función de distribución de probabilidades (fdp) de la variable x .

Parámetros Estadísticos

- **Media, μ :** Valor esperado de la variable. Es el primer momento con respecto al origen. Es una medida de la tendencia central de la distribución.

$$E(x) = \mu = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

Estimación muestral: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

- **Varianza, σ^2 :** Mide la variabilidad de los datos, dispersión de los mismos alrededor de la media. Es el segundo momento con respecto a la media.

$$E[(x - \mu)^2] = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx$$

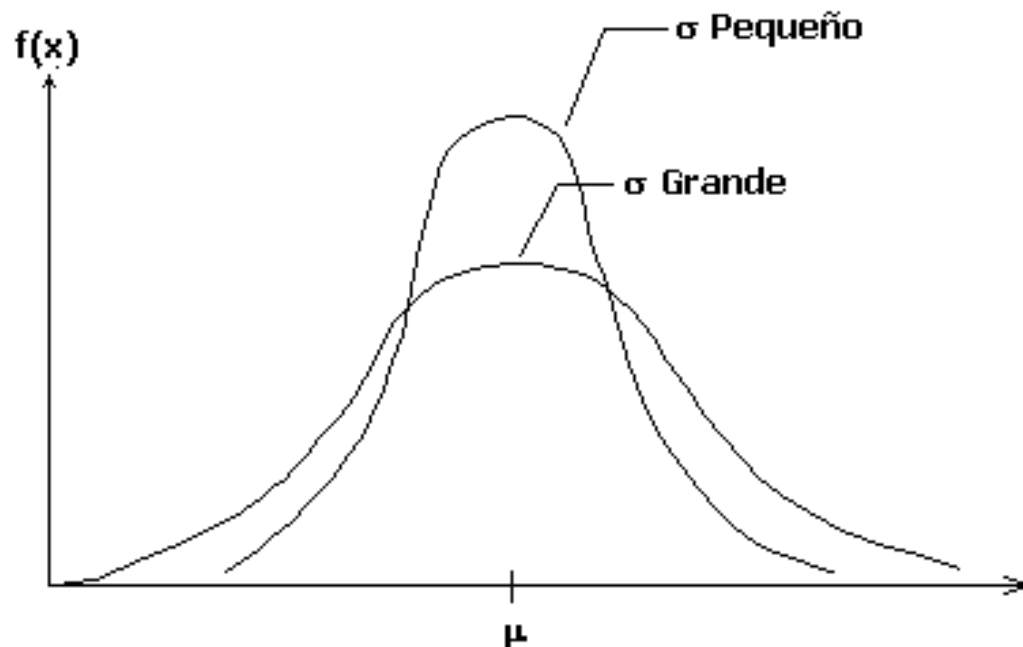
Estimación muestral:

- **Desviación estandar, σ :** Es una medida de la variabilidad con las mismas dimensiones de x. Es la raíz cuadrada de la varianza.

$$\left(E[(x - \mu)^2] \right)^{1/2} = \sigma = \left(\int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx \right)^{1/2}$$

Estimación muestral:

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

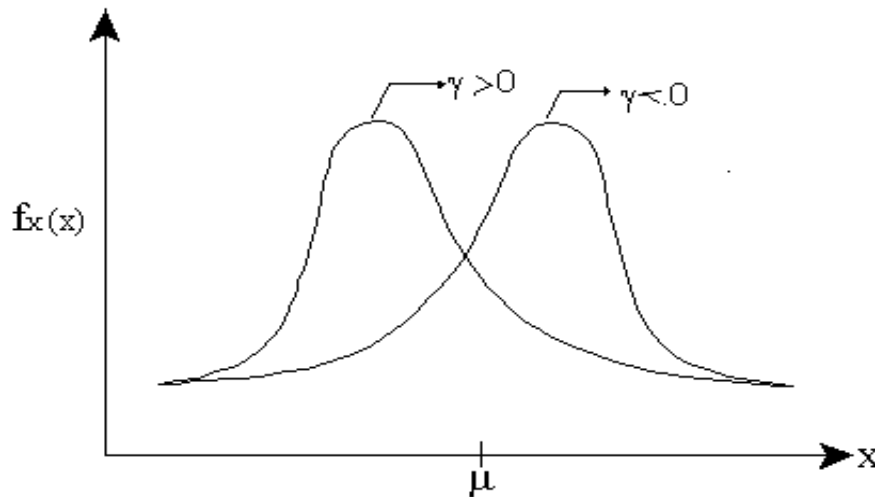


Características principales

- **Asimetría:** La distribución de los valores de una distribución alrededor de la media. Tercer momento alrededor de la media.

$$E[(x - \mu)^3] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^3 f(x) dx$$

La asimetría se hace adimensional dividiendo la anterior ecuación por σ^3 , se obtiene el **coeficiente de asimetría γ** .



- **Coefficiente de variación, CV:** Esta definido por la relación de la desviación estandar y la media. Medida adimensional de la variabilidad.

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Estimación muestral: $CV = \frac{S}{\bar{x}}$

- **Coefficiente de asimetría, γ :**

$$\gamma = \frac{E[(x - \mu)^3]}{\sigma^3}$$

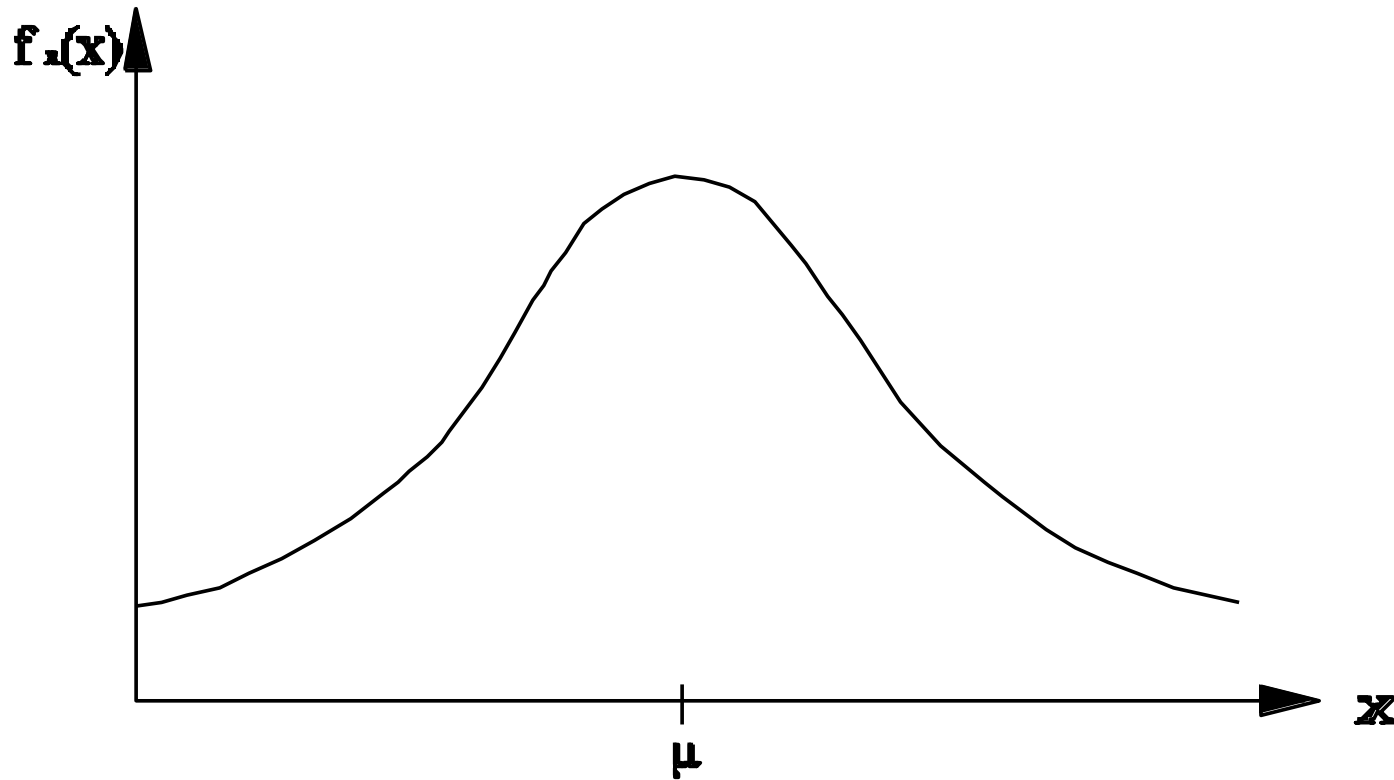
Estimación muestral: $e_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$

Usos de la distribución normal

- Aproximar la distribución de probabilidades de errores aleatorios.
- Comparar distribuciones: las propiedades de una muestra de variables no normales pueden compararse con las de variables normales.
- Muchos estadísticos pueden ser normalmente distribuidos, como, por ejemplo, la media de la mayoría de las variables hidrológicas.

Función de distribución de probabilidad

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



Parámetros

- Media
- Desviación estandar
- Asimetría = 0
- Media = Moda = Mediana

$$z = \frac{(x - \mu)}{\sigma}$$

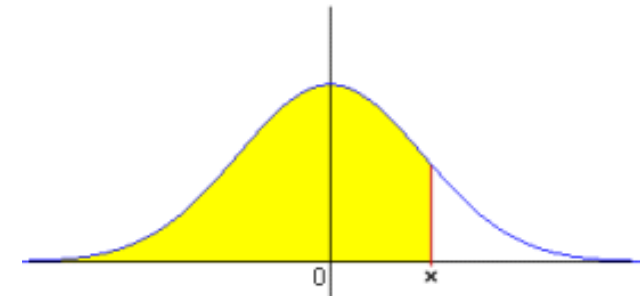
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad -\infty \leq z \leq \infty$$

$$f(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

La variable z es llamada variable estandarizada media cero y desviación estándar uno.

Tabla de distribución: Normal tipificada N(0,1)

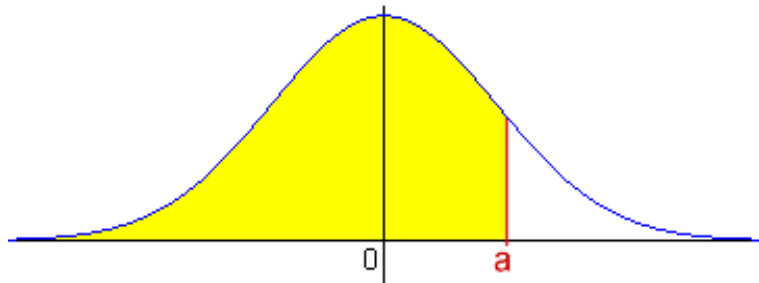
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0,0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0,1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0,2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0,3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0,4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0,5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0,6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0,7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0,8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8079	0.8106	0.8133
0,9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1,0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1,1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1,2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1,3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1,4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1,5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1,6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1,7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1,8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1,9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2,0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2,1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2,2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2,3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2,4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2,5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2,6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2,7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2,8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2,9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3,0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990



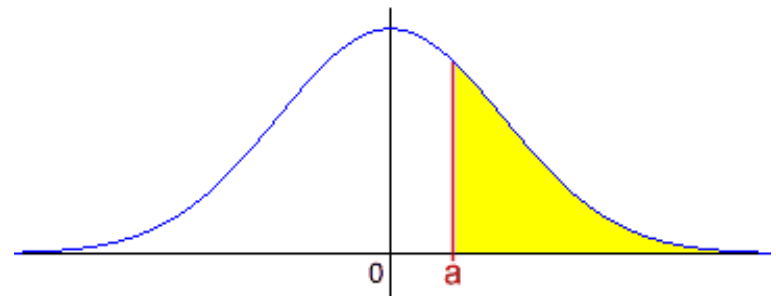
$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

Usos de la tabla

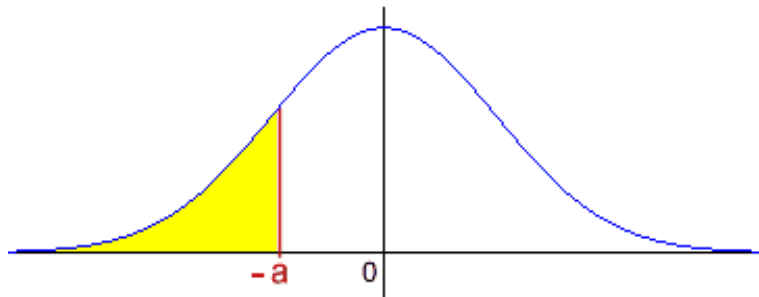
$$P(Z \leq a) \rightarrow \text{Tablas}$$



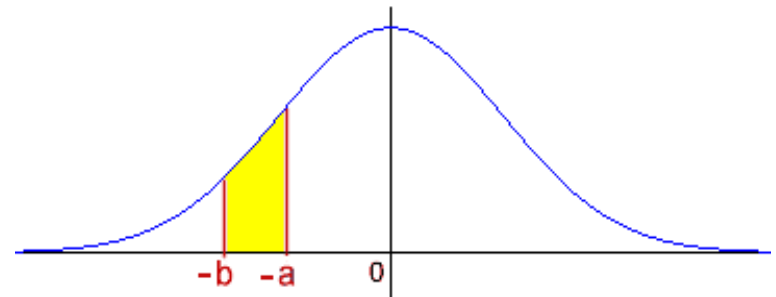
$$P(Z > a) = 1 - P(Z \leq a)$$



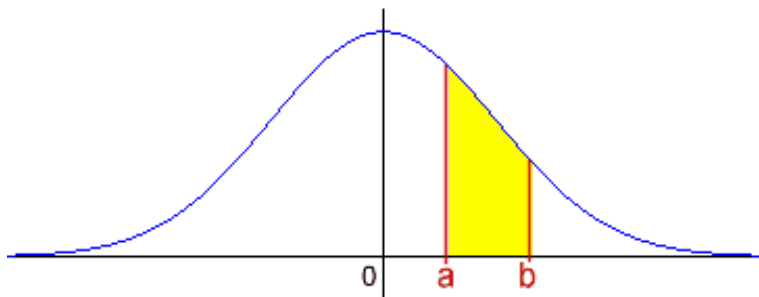
$$P(Z \leq -a) = 1 - P(Z \leq a)$$



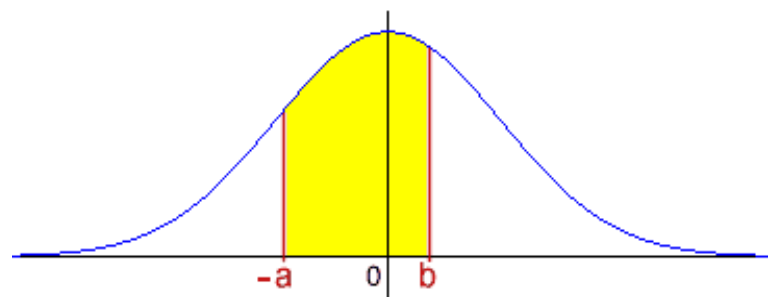
$$P(-b < Z \leq -a) = P(a < Z \leq b)$$



$$P(a < Z \leq b) = P(Z \leq b) - P(Z \leq a)$$



$$P(-a < Z \leq b) = P(Z \leq b) - [1 - P(Z \leq a)]$$



Estimación de parámetros

$$\hat{\mu} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

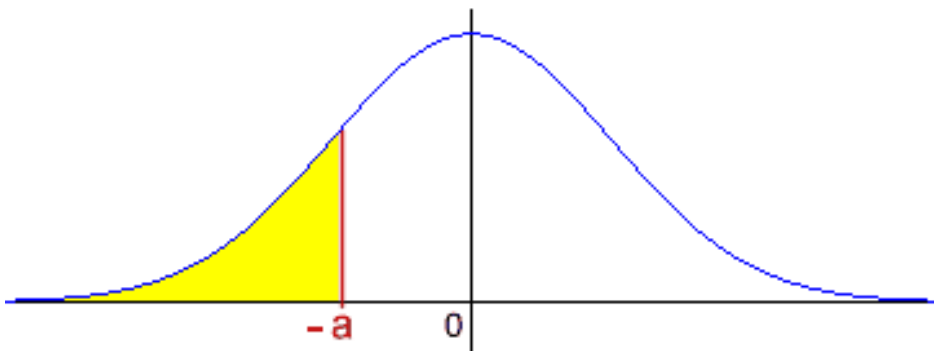
$$\hat{\sigma} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{\mu})^{1/2}$$

Ejemplo: Distribución Normal

Los caudales medios anuales de un río con media $1.5 \text{ m}^3 / \text{s}$ y desviación estándar de $0.6 \text{ m}^3 / \text{s}$ se distribuyen normalmente. ¿Cuál es la probabilidad de que se produzca un caudal medio igual o menor a $1 \text{ m}^3 / \text{s}$, en cualquier año?

$$P(X \leq 1) = P\left(\mu \leq \frac{1 - \hat{\mu}}{\hat{\sigma}}\right) \longrightarrow P\left(\mu \leq \frac{1 - 1.5}{0.6}\right) = P(\mu \leq -0.83)$$

$$P(Z \leq -a) = 1 - P(Z \leq a)$$



$$\begin{aligned} P(\mu \leq -0.83) &= 1 - P(\mu \leq 0.83) \\ &= 1 - 0.797 \\ &= 0.203 \end{aligned}$$