

4.3 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

El análisis de consistencia de la información hidrometeorológica es una técnica que permite detectar, identificar, cuantificar, corregir y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie hidrometeorológica. Antes de proceder a efectuar el Modelamiento Matemático de cualquier serie hidrometeorológica es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener una serie homogénea, consistente y confiable; porque la inconsistencia de datos puede producir un sobre y subdiseño de estructuras hidráulicas. El análisis de consistencia se realiza con tres métodos, tales como son:

- Análisis visual de hidrogramas.
- Análisis de doble masa.
- Análisis estadístico.

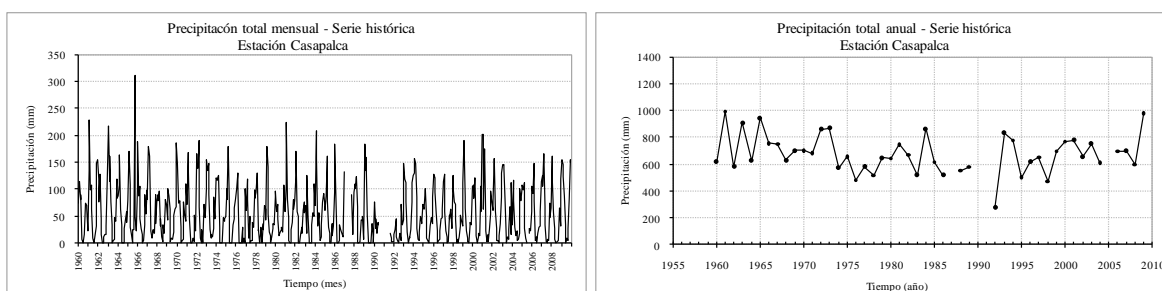
Análisis visual de hidrogramas

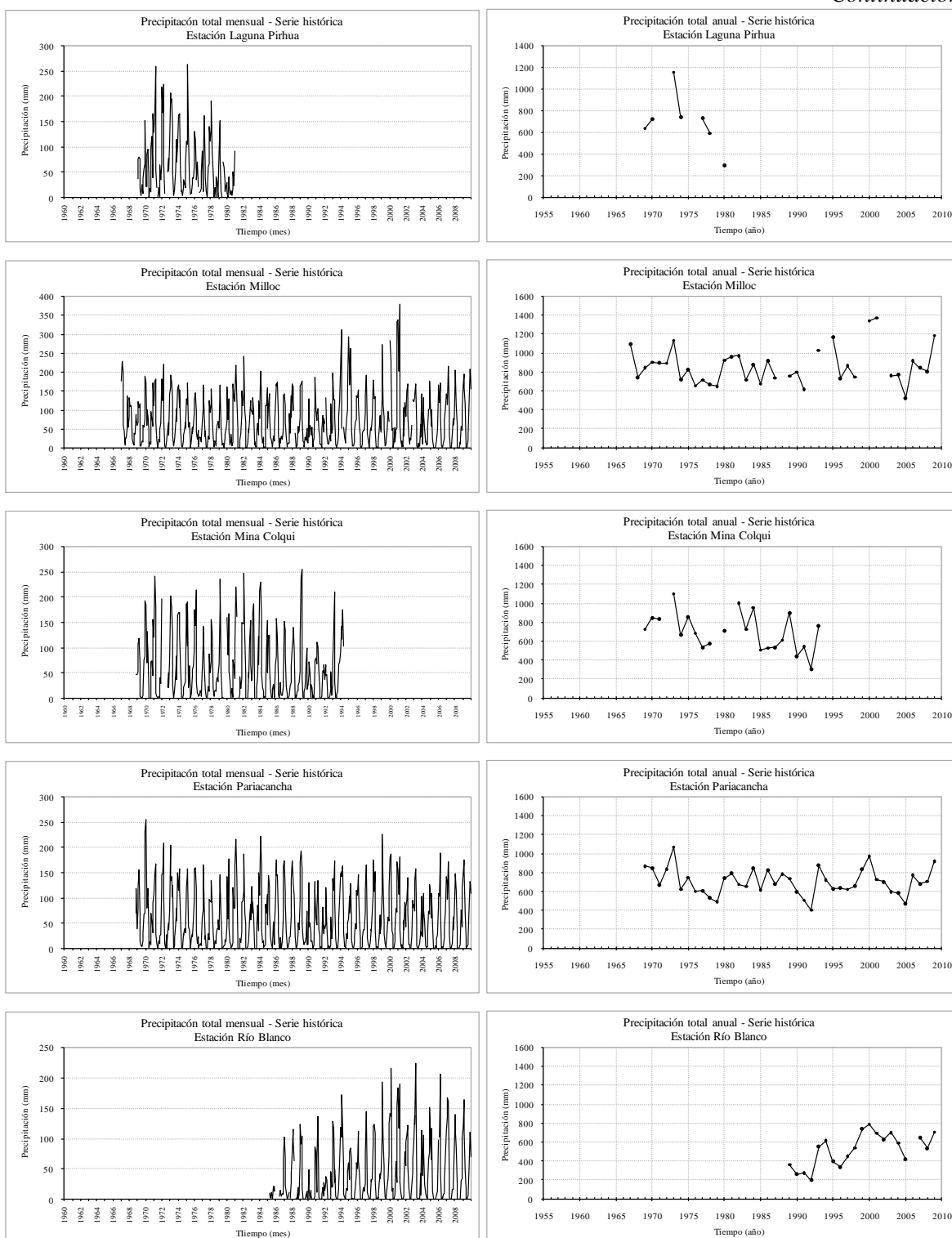
Este análisis se realiza para detectar y identificar la inconsistencia de la información pluviométrica en forma visual, e indicar el período o los períodos en los cuales los datos son dudosos, lo cual se puede reflejar como “picos” muy altos o valores muy bajos, “saltos” y/o “tendencias”, los cuales se deben comprobarse si son fenómenos naturales que efectivamente han ocurrido o son producidos por errores sistemáticos, mediante un gráfico o hidrograma de las series de análisis, en coordenadas cartesianas plotando la información histórica de la variable pluviométrica a nivel anual y mensual; en las ordenadas se ubica los valores anuales o mensuales de la serie pluviométrica en unidades respectivas y en las abscisas el tiempo en años y meses.

Para el presente estudio se ha formado en cuatro (4) grupos de estaciones pluviométricas para su análisis.

De las estaciones consideradas en el presente estudio, mediante este análisis se puede decir que no existe un período dudoso significativo en las series mensuales y anuales de precipitaciones totales mensuales, excepto la estación Santa Eulalia, tal como se muestran en los hidrogramas respectivas.

Figura N° 4.1 Hidrograma de precipitación total mensual y anual histórica - Grupo N° 1



Continuación*Continuación*

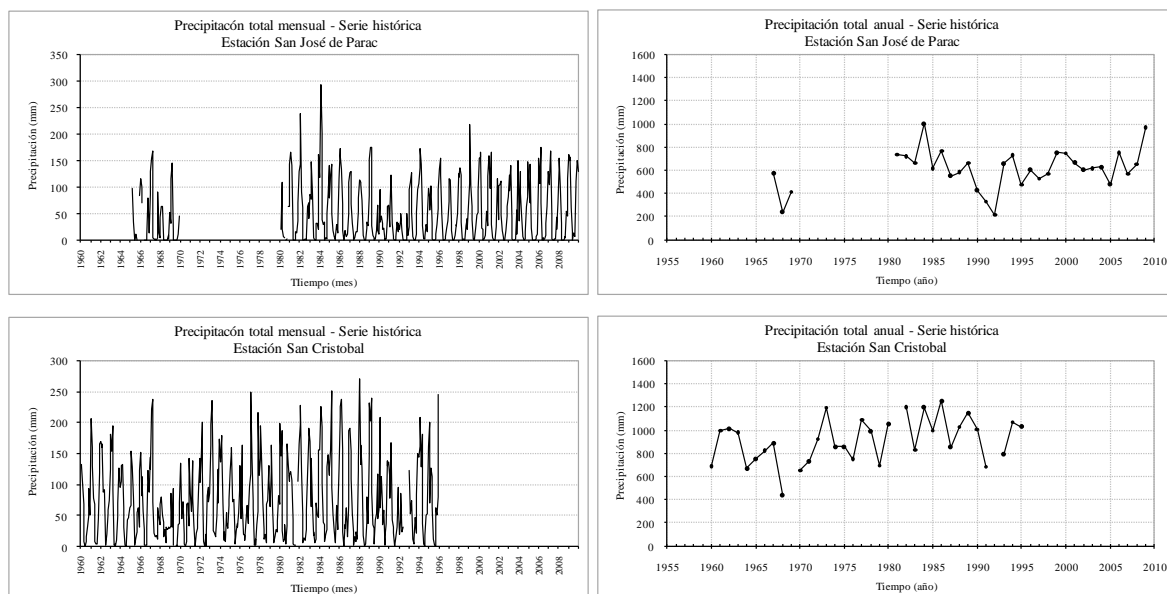
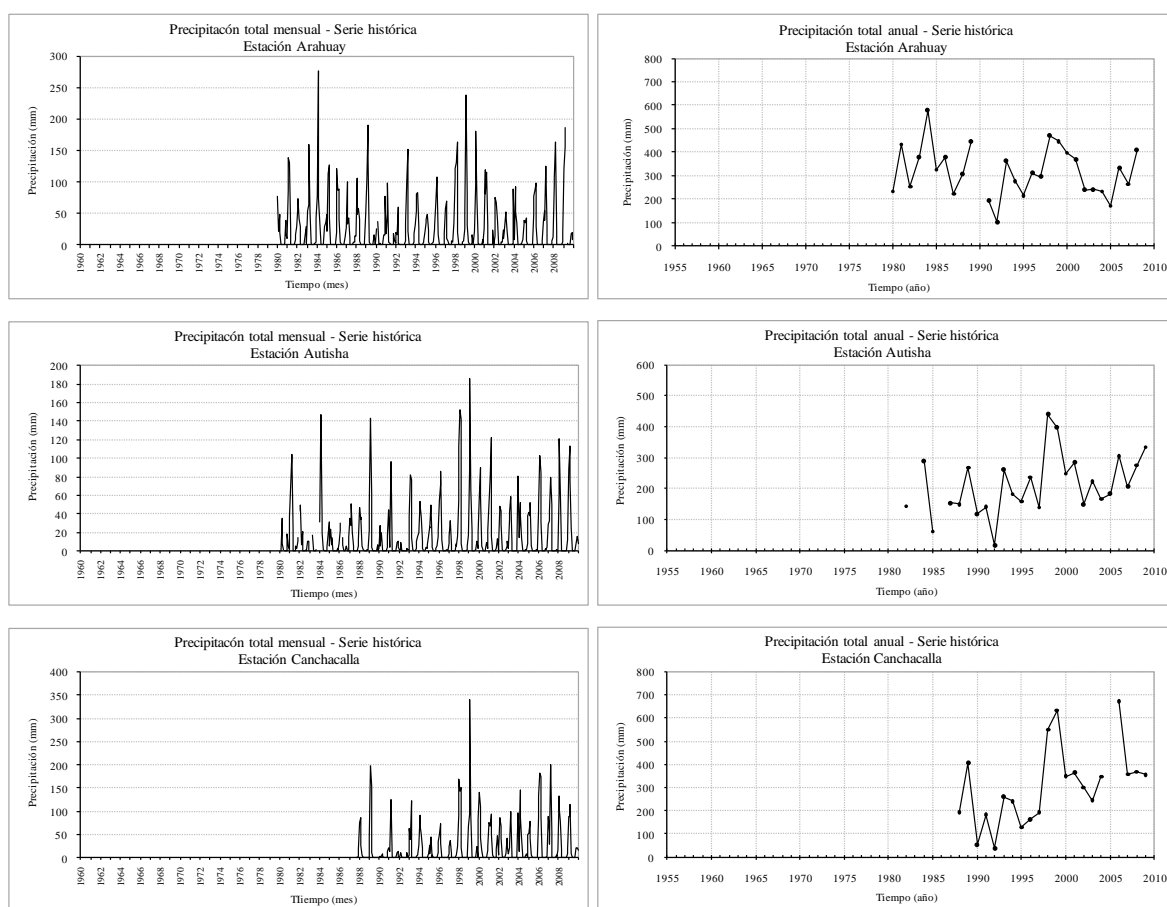


Figura N° 4.2 Hidrograma de precipitación total mensual y anual histórica - Grupo N° 2



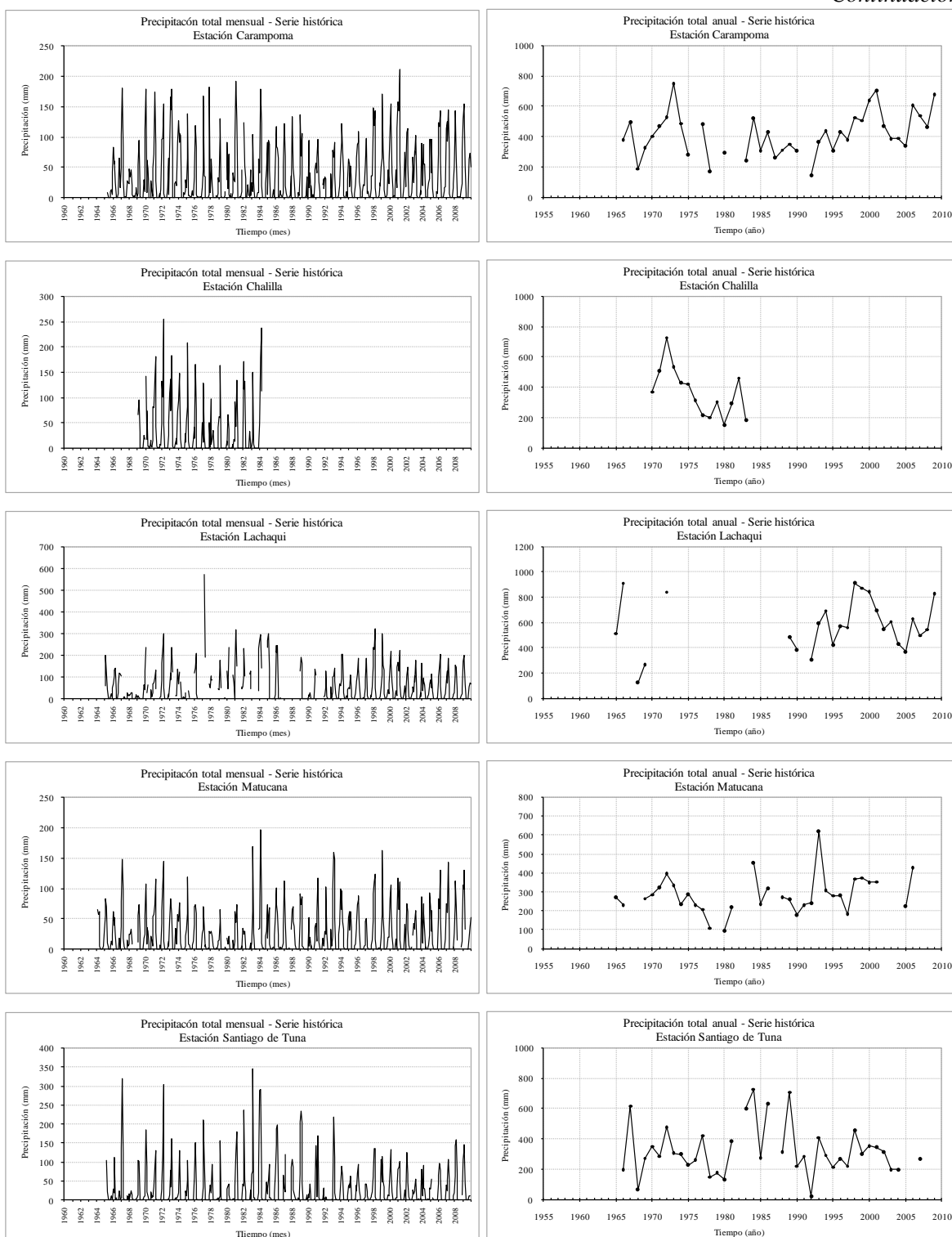
Continuación

Figura N° 4.3 Hidrograma de precipitación total mensual y anual histórica - Grupo N° 3

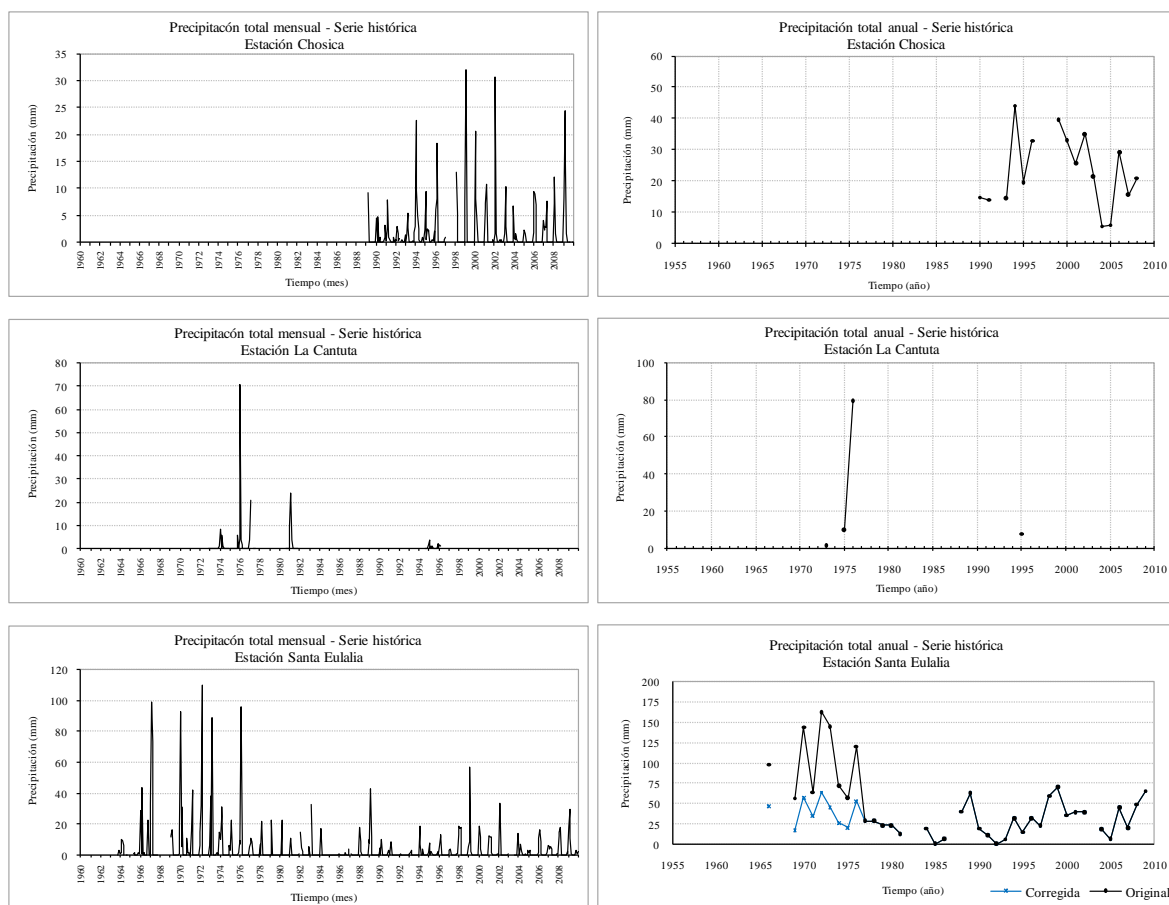
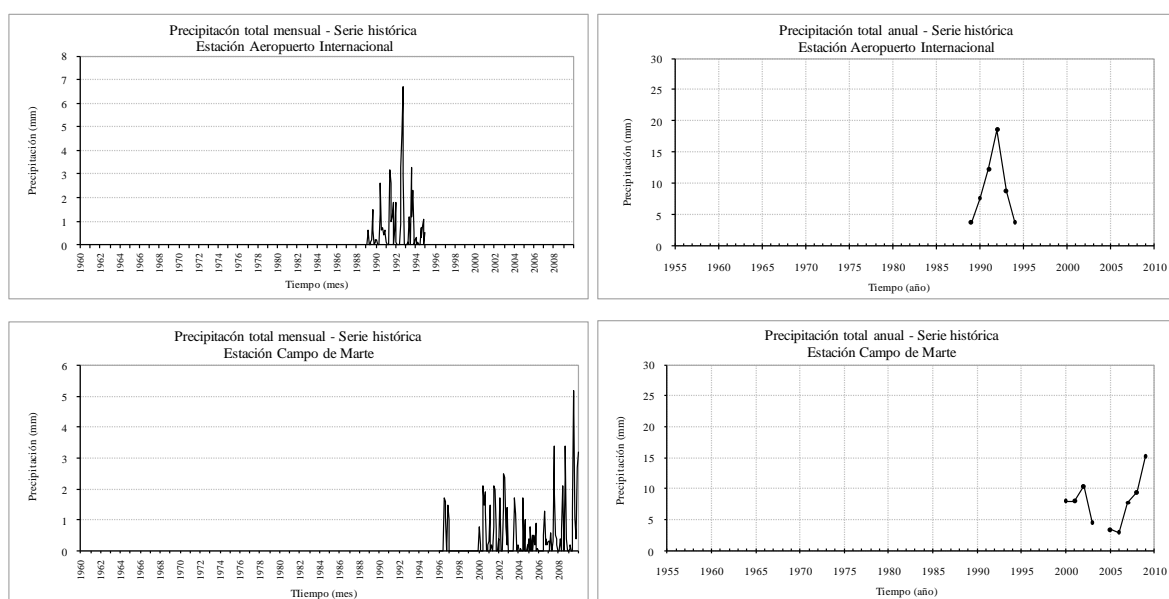
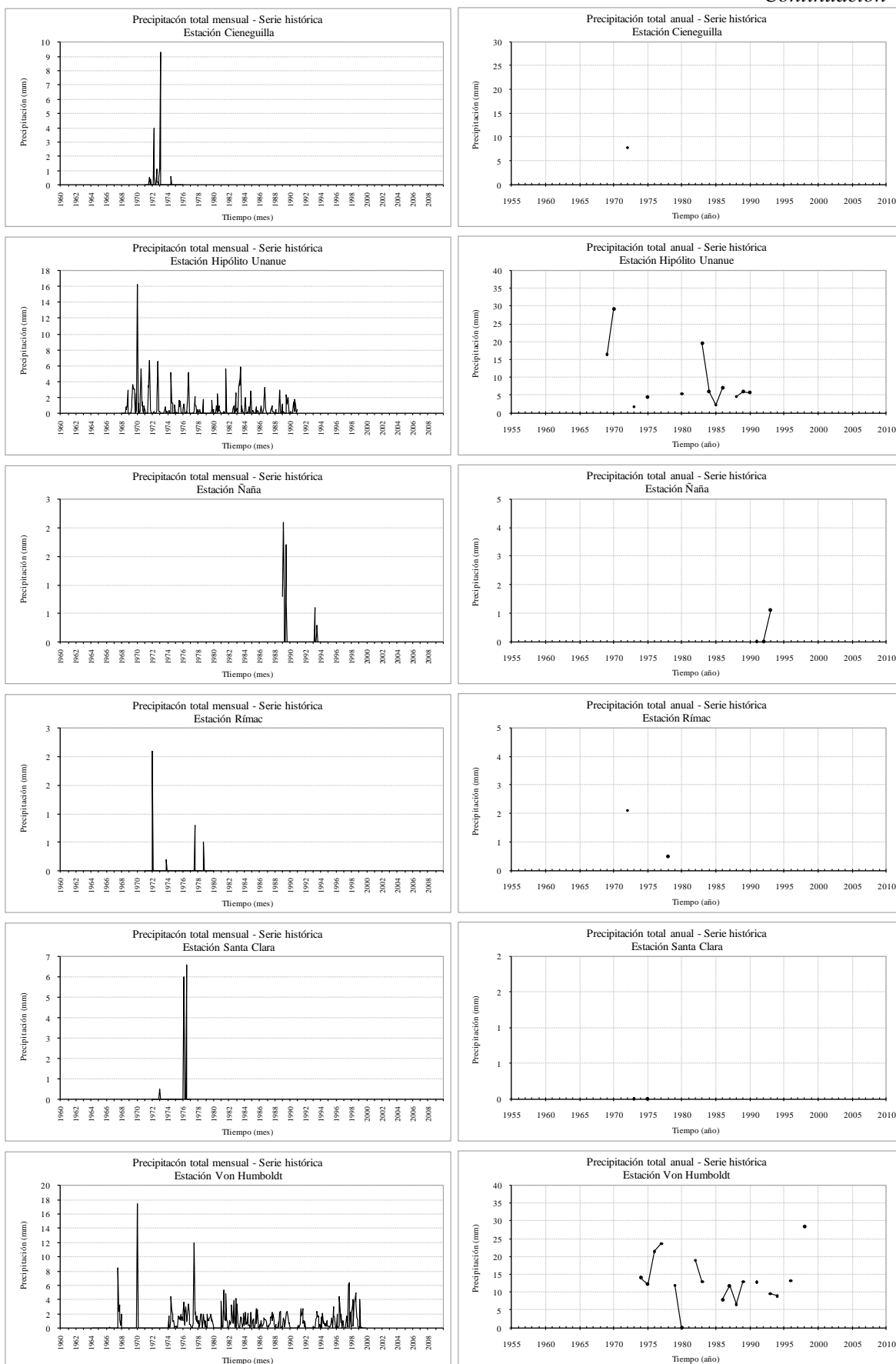


Figura N° 4.4 Hidrograma de precipitación total mensual y anual histórica - Grupo N° 4



Continuación

Análisis de doble masa

Después de haber analizado los hidrogramas de las series respectivas se realiza el análisis de doble masa. El diagrama de doble masa se obtiene planteando en el eje de las abscisas el volumen anual promedio acumulado de la variable pluviométrica de las estaciones en unidades respectivas y en el eje de las ordenadas los volúmenes anuales acumulados de la variable pluviométrica en unidades correspondientes de cada una de las estaciones consideradas en el estudio. De los gráficos de doble masa se selecciona una estación más confiable, la que presenta el menor número de quiebres, la cual se usará como estación base para el análisis de otras estaciones. En este análisis, los errores producidos por los fenómenos naturales y sistemáticos son detectados mediante los “quiebres” que se presentan en los diagramas y permite determinar el rango de los períodos dudosos y confiables para cada estación en estudio, la cual se debe corregirse utilizando ciertos criterios estadísticos.

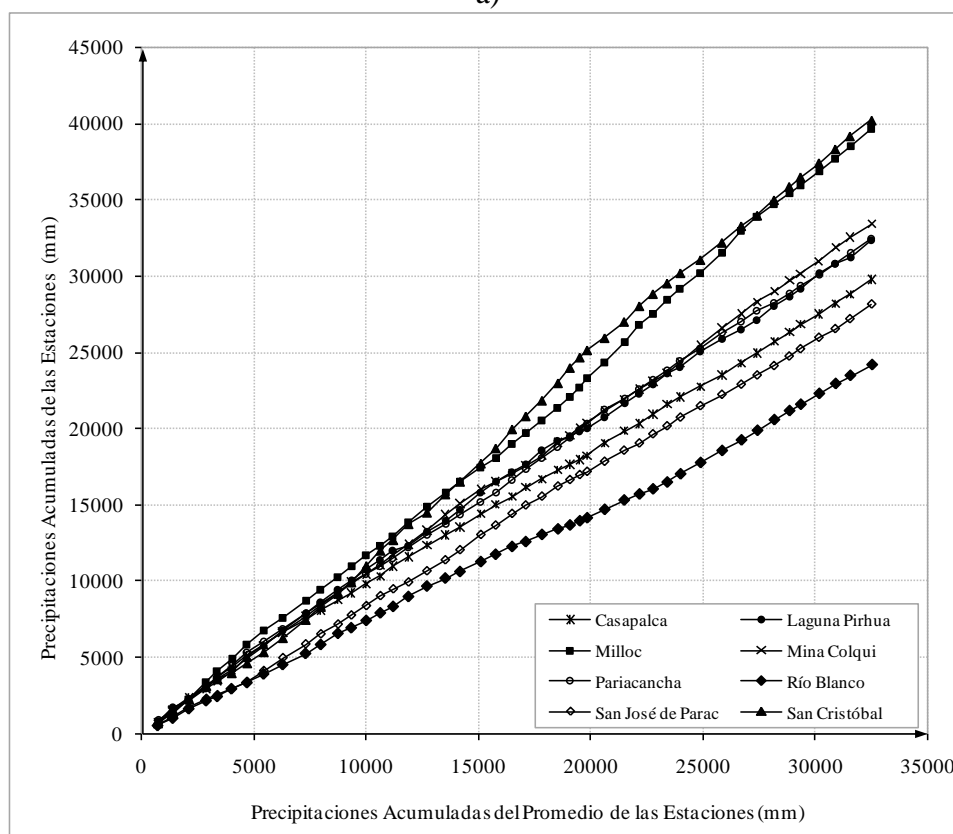
En este caso, para el análisis de doble masa se ha trabajado con tres (3) grupos de estaciones meteorológicas, con el fin obtener una comparación adecuada de las series de precipitaciones mensuales, los cuadros y gráficos de análisis se muestran a continuación.

Cuadro N° 4.2 Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 1

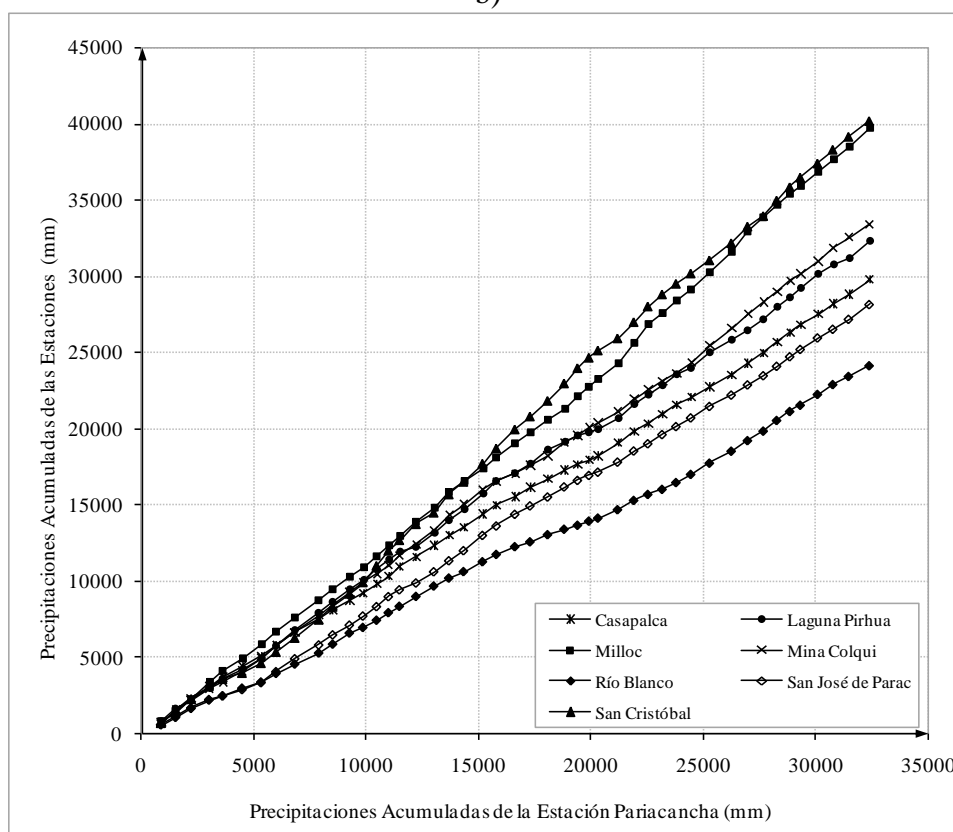
m	Año	Estaciones																		Promedio	
		Casapalca		Laguna Pirhua		Milloc		Mina Colqui		Pariacancha		Río Blanco		San José de Parac		San Cristóbal					
		P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul		
1	1964	626.0	626.0	846.2	846.2	763.3	763.3	751.1	751.1	878.9	878.9	549.3	549.3	620.8	620.8	669.6	669.6	713.2	713.2		
2	1965	944.0	1570.0	837.4	1683.6	521.0	1284.3	647.9	1399.0	653.5	1532.4	481.4	1030.7	530.8	1151.6	750.6	1420.2	670.8	1384.0		
3	1966	754.0	2324.0	499.2	2182.8	979.0	2263.3	813.0	2212.0	688.1	2220.5	619.4	1650.1	539.2	1690.8	821.3	2241.5	714.2	2098.2		
4	1967	750.0	3074.0	804.4	2987.2	1095.0	3358.3	724.4	2936.4	798.5	3019.0	523.0	2173.1	576.2	2267.0	886.1	3127.6	769.7	2867.9		
5	1968	629.0	3703.0	589.7	3576.9	741.2	4099.5	458.5	3394.9	606.6	3625.6	277.2	2450.3	238.6	2505.6	437.1	3564.7	497.2	3365.1		
6	1969	702.0	4405.0	634.0	4210.9	840.6	4940.1	723.8	4118.7	867.2	4492.8	504.4	2954.7	412.7	2918.3	396.5	3961.2	635.2	4000.3		
7	1970	700.0	5105.0	719.0	4929.9	899.5	5839.6	846.1	4964.8	844.2	5337.0	400.9	3355.6	452.3	3370.6	650.1	4611.3	689.0	4689.3		
8	1971	679.0	5784.0	820.7	5750.6	892.7	6732.3	830.3	5795.1	667.4	6004.4	569.0	3924.6	724.2	4094.8	731.0	5342.3	739.3	5428.6		
9	1972	858.0	6642.0	1004.5	6755.1	890.5	7622.8	837.8	6632.9	835.6	6840.0	614.2	4538.8	847.8	4942.6	923.1	6265.4	851.4	6280.0		
10	1973	867.0	7509.0	1154.3	7909.4	1129.9	8752.7	1097.5	7730.4	1066.7	7906.7	728.1	5266.9	902.4	5845.0	1194.2	7459.6	1017.5	7297.5		
11	1974	572.0	8081.0	738.8	8648.2	718.0	9470.7	666.3	8396.7	620.3	8527.0	584.2	5851.1	661.7	6506.7	854.4	8314.0	677.0	7974.5		
12	1975	655.0	8736.0	822.3	9470.5	826.4	10297.1	855.3	9252.0	744.6	9271.6	731.3	6582.4	638.7	7145.4	857.5	9171.5	766.4	8740.9		
13	1976	478.0	9214.0	613.0	10083.5	651.8	10948.9	682.7	9934.7	599.3	9870.9	364.8	6947.2	596.7	7742.3	749.6	9921.1	592.0	9332.9		
14	1977	581.0	9795.0	729.1	10812.6	713.3	11662.2	532.6	10467.3	607.6	10478.5	477.4	7424.6	616.1	8358.4	1087.7	11008.8	668.1	10001.0		
15	1978	515.0	10310.0	588.9	11401.5	666.7	12328.9	576.0	11043.3	529.7	11008.2	495.5	7920.1	654.9	9013.3	991.0	11999.8	627.2	10628.2		
16	1979	648.0	10958.0	568.1	11969.6	649.6	12978.5	654.5	11697.8	487.6	11495.8	420.5	8340.6	447.2	9460.5	692.5	12692.3	571.0	11199.2		
17	1980	642.0	11600.0	295.2	12264.8	923.7	13902.2	707.2	12405.0	738.5	12234.3	648.8	8989.4	447.7	9908.2	1050.8	13743.1	681.7	11880.9		
18	1981	747.0	12347.0	942.5	13207.3	961.8	14864.0	947.3	13352.3	791.4	13025.7	683.4	9672.8	735.5	10643.7	754.0	14497.1	820.4	12701.3		
19	1982	667.0	13014.0	789.4	13996.7	969.6	15833.6	997.9	14350.2	673.9	13699.6	524.4	10197.2	722.0	11365.7	1199.4	15696.5	818.0	13519.3		
20	1983	518.0	13532.0	723.4	14720.1	713.4	16547.0	722.7	15072.9	651.8	14351.4	424.8	10622.0	661.4	12027.1	829.2	16525.7	655.6	14174.9		
21	1984	861.0	14393.0	1059.7	15779.8	877.6	17424.6	952.0	16024.9	844.3	15195.7	649.4	11271.4	1000.3	13027.4	1195.1	17720.8	929.9	15104.8		
22	1985	613.0	15006.0	762.5	16542.3	673.8	18098.4	506.4	16531.3	614.2	15809.9	480.3	11751.7	615.4	13642.8	996.6	18717.4	657.8	15762.6		
23	1986	519.0	15525.0	553.7	17096.0	917.2	19015.6	527.7	17059.0	823.9	16633.8	508.9	12260.6	766.6	14409.4	1251.7	19969.1	733.6	16496.2		
24	1987	624.7	16149.7	558.2	17654.2	736.2	19751.8	534.3	17593.3	676.4	17310.2	319.8	12580.4	551.7	14961.1	851.9	20821.0	606.7	17102.9		
25	1988	550.9	16700.6	939.0	18593.2	823.6	20575.4	611.0	18204.3	783.8	18094.0	469.4	13049.8	581.9	15543.0	1025.5	21846.5	723.1	17826.0		
26	1989	578.3	17278.9	588.8	19182.0	753.9	21329.3	896.4	19100.7	735.4	18829.4	360.7	13410.5	662.7	16205.7	1145.9	22992.4	715.3	18541.3		
27	1990	384.5	17663.4	357.3	19539.3	795.9	22125.2	438.9	19539.6	596.5	19425.9	259.0	13669.5	425.5	16631.2	1003.8	23996.2	532.7	19074.0		
28	1991	286.3	17949.7	269.4	19808.7	613.1	22738.3	540.8	20080.4	505.6	19931.5	273.6	13943.1	327.3	16958.5	683.4	24679.6	437.4	19511.4		
29	1992	276.4	18226.1	188.1	19996.8	570.9	23309.2	303.1	20383.5	402.6	20334.1	198.2	14141.3	212.8	17171.3	477.4	25157.0	328.7	19840.1		
30	1993	833.6	19059.7	726.8	20723.6	1026.5	24335.7	762.2	21145.7	874.4	21208.5	550.7	14692.0	659.5	17830.8	795.0	25952.0	778.6	20618.7		
31	1994	775.0	19834.7	918.1	21641.7	1319.5	25655.2	798.9	21944.6	719.9	21928.4	611.6	15303.6	729.4	18560.2	1068.0	27020.0	867.6	21486.3		
32	1995	499.0	20333.7	620.8	22262.5	1169.1	26824.3	640.1	22584.7	627.9	22556.3	394.3	15697.9	472.9	19033.1	1029.0	28049.0	681.6	22167.9		
33	1996	616.3	20950.0	588.3	22850.8	731.7	27556.0	533.6	23118.3	635.2	23191.5	334.7	16032.6	601.9	19635.0	793.2	28842.2	604.4	22772.3		
34	1997	648.8	21598.8	735.7	23586.5	862.1	28418.1	525.5	23643.8	619.3	23810.8	446.0	16478.6	525.2	20160.2	694.5	29536.7	632.1	23404.4		
35	1998	469.1	22067.9	397.0	23983.5	744.3	29162.4	686.7	24330.5	655.7	24466.5	538.5	17017.1	569.2	20729.4	678.3	30215.0	592.4	23996.8		
36	1999	694.8	22762.7	1042.9	25026.4	1073.0	30235.4	1147.5	25478.0	832.9	25299.4	738.8	17755.9	751.2	21480.6	862.4	31077.4	892.9	24889.7		
37	2000	767.2	23529.9	811.5	25837.9	1339.5	31574.9	1120.4	26598.4	971.1	26270.5	787.4	18543.3	745.0	22225.6	1128.0	32205.4	958.8	25848.5		
38	2001	777.7	24307.6	626.0	26463.9	1369.6	32944.5	933.6	27532.0	724.0	26994.5	693.7	19237.0	665.7	22891.3	1093.0	33298.4	860.4	26708.9		
39	2002	656.6	24964.2	666.4	27130.3	966.9	33911.4	782.7	28314.7	701.0	27695.5	627.1	19864.1	603.0	23494.3	689.7	33988.1	711.7	27420.6		
40	2003	751.1	25715.3	872.9	28003.2	760.5	34671.9	688.9	29003.6	596.3	28291.8	699.2	20563.3	617.6	24111.9	1016.6	35004.7	750.4	28171.0		
41	2004	608.0	26323.3	635.9	28639.1	769.3	35441.2	716.7	29720.3	583.2	28875.0	590.2	21153.5	628.0	24739.9	879.6	35884.3	676.4	28847.4		
42	2005	500.3	26823.6	549.1	29188.2	522.2	35963.4	454.4	30174.7	467.2	29342.2	415.9	21569.4	478.9	25218.8	631.6	36515.9	502.5	29349.9		
43	2006	695.8	27519.4	1014.7	30202.9	915.1	36878.5	800.1	30974.8	768.7	30110.9	708.1	22277.5	751.5	25970.3	924.4	37440.3	822.3	30172.2		
44	2007	699.0	28218.4	589.8	30792.7	842.5	37721.0	895.1	31869.9	678.5	30789.4	648.5	22926.0	569.8	26540.1	904.3	38344.6	728.4	30900.6		
45	2008	596.3	28814.7	406.2	31198.9	805.6	38526.6	687.2	32557.1	702.0	31491.4	533.8	23459.8	650.4	27190.5	850.8	39195.4	654.0	31554.6		
46	2009	975.6	29790.3	1123.7	32322.6	1180.5	39707.1	855.1	33412.2	919.4	32410.8	704.1	24163.9	967.0	28157.5	1033.9	40229.3	969.9	32524.5		

(Datos faltantes se completó por correlación con la información de las estaciones vecinas, sólo para el análisis de doble masa).

Figura N° 4.5 Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 1
a)



b)



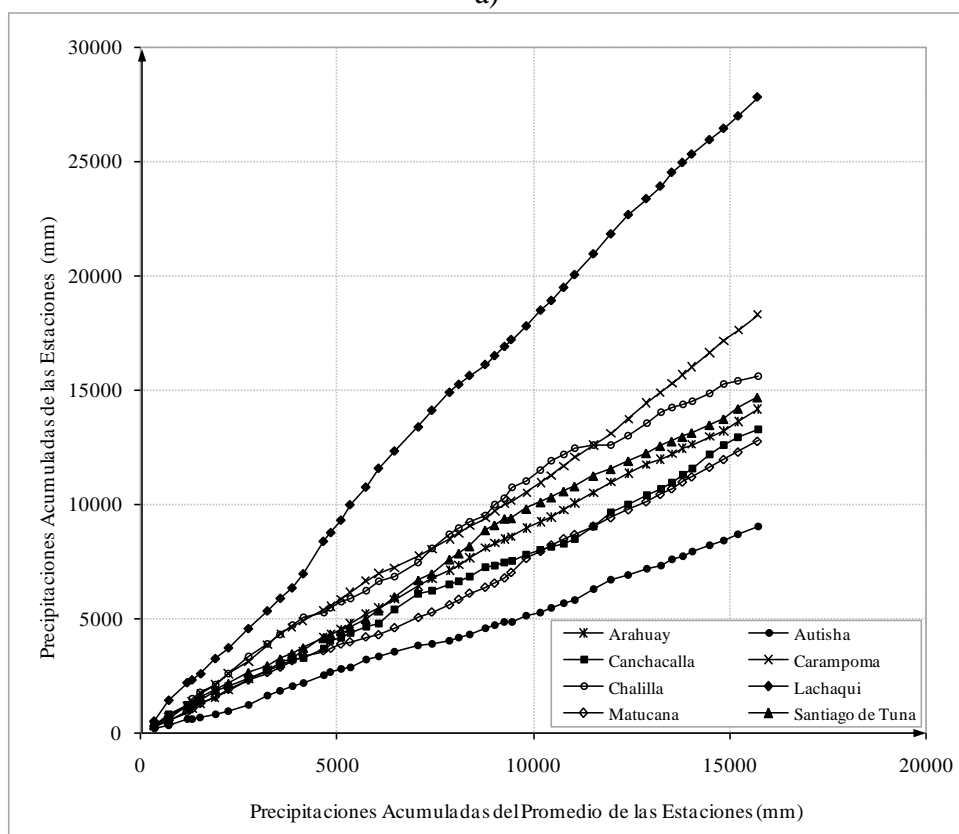
Cuadro N° 4.3 Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 2

m	Año	Estaciones																		Promedio	
		Arahuay		Autisha		Canchacalla		Carampoma		Chalilla		Lachaqui		Matucana		Santiago de Tuna					
		P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul		
1	1965	295.6	295.6	181.8	181.8	349.6	349.6	325.6	325.6	316.8	316.8	512.0	512.0	270.1	270.1	393.8	393.8	330.7	330.7		
2	1966	234.6	530.2	158.3	340.1	472.8	822.4	377.9	703.5	428.9	745.7	910.5	1422.5	230.3	500.4	197.0	590.8	376.3	707.0		
3	1967	445.7	975.9	244.0	584.1	360.1	1182.5	495.6	1199.1	423.5	1169.2	766.9	2189.4	373.0	873.4	614.3	1205.1	465.4	1172.4		
4	1968	113.4	1089.3	35.5	619.6	21.5	1204.0	185.0	1384.1	320.1	1489.3	124.6	2314.0	138.4	1011.8	65.1	1270.2	125.5	1297.9		
5	1969	166.4	1255.7	69.2	688.8	187.0	1391.0	325.8	1709.9	251.4	1740.7	266.5	2580.5	263.9	1275.7	270.6	1540.8	225.1	1523.0		
6	1970	290.8	1546.5	139.3	828.1	465.1	1856.1	400.1	2110.0	367.3	2108.0	664.8	3245.3	284.9	1560.6	347.7	1888.5	370.0	1893.0		
7	1971	309.3	1855.8	124.3	952.4	200.9	2057.0	468.4	2578.4	508.2	2616.2	471.9	3717.2	324.2	1884.8	282.6	2171.1	336.2	2229.2		
8	1972	478.9	2334.7	291.2	1243.6	330.2	2387.2	526.2	3104.6	725.1	3341.3	838.6	4555.8	395.6	2280.4	477.0	2648.1	507.9	2737.1		
9	1973	416.6	2751.3	414.0	1657.6	317.3	2704.5	748.8	3853.4	533.1	3874.4	774.6	5330.4	334.1	2614.5	304.2	2952.3	480.3	3217.4		
10	1974	297.3	3048.6	149.5	1807.1	226.1	2930.6	484.9	4338.3	429.1	4303.5	552.8	5883.2	233.8	2848.3	298.0	3250.3	333.9	3551.3		
11	1975	248.8	3297.4	225.8	2032.9	241.6	3172.2	279.8	4618.1	420.8	4724.3	455.9	6339.1	287.4	3135.7	227.5	3477.8	298.5	3849.8		
12	1976	300.6	3598.0	159.8	2192.7	133.4	3305.6	265.4	4883.5	312.6	5036.9	619.3	6958.4	230.7	3366.4	259.3	3737.1	285.1	4134.9		
13	1977	601.5	4199.5	349.4	2542.1	407.8	3713.4	480.2	5363.7	216.2	5253.1	1420.3	8378.7	206.8	3573.2	420.8	4157.9	512.9	4647.8		
14	1978	104.8	4304.3	87.4	2629.5	320.8	4034.2	171.8	5535.5	198.8	5451.9	382.2	8760.9	107.2	3680.4	146.7	4304.6	190.0	4837.8		
15	1979	235.2	4539.5	144.2	2773.7	151.7	4185.9	314.1	5849.6	302.9	5754.8	544.1	9305.0	186.4	3866.8	174.6	4479.2	256.7	5094.5		
16	1980	232.5	4772.0	116.6	2890.3	155.3	4341.2	292.5	6142.1	150.8	5905.6	675.1	9980.1	93.9	3960.7	131.0	4610.2	231.0	5325.5		
17	1981	433.2	5205.2	286.5	3176.8	332.4	4673.6	511.3	6653.4	293.3	6198.9	770.4	10750.5	217.8	4178.5	385.9	4996.1	403.9	5729.4		
18	1982	252.8	5458.0	143.1	3319.9	128.7	4802.3	326.4	6979.8	459.1	6658.0	826.0	11576.5	93.7	4272.2	377.0	5373.1	325.9	6055.3		
19	1983	380.2	5838.2	201.0	3520.9	581.4	5383.7	243.2	7223.0	183.6	6841.6	754.6	12331.1	310.3	4582.5	600.2	5973.3	406.8	6462.1		
20	1984	578.2	6416.4	288.5	3809.4	673.0	6056.7	521.7	7744.7	594.6	7436.2	1052.9	13384.0	453.8	5036.3	726.1	6699.4	611.1	7073.2		
21	1985	324.3	6740.7	61.0	3870.4	164.8	6221.5	307.4	8052.1	630.5	8066.7	731.1	14115.1	234.9	5271.2	274.7	6974.1	341.1	7414.3		
22	1986	378.8	7119.5	135.4	4005.8	297.6	6519.1	429.3	8481.4	638.5	8705.2	784.2	14899.3	318.9	5590.1	632.0	7606.1	451.8	7866.1		
23	1987	221.6	7341.1	153.7	4159.5	116.7	6635.8	258.9	8740.3	285.3	8990.5	349.3	15248.6	241.4	5831.5	265.0	7871.1	236.5	8102.6		
24	1988	308.0	7649.1	148.9	4308.4	193.5	6829.3	310.6	9050.9	246.2	9236.7	387.9	15636.5	271.4	6102.9	311.8	8182.9	272.3	8374.9		
25	1989	446.8	8095.9	267.6	4576.0	405.1	7234.4	347.7	9398.6	283.5	9520.2	484.9	16121.4	260.1	6363.0	707.2	8890.1	400.4	8775.3		
26	1990	200.2	8296.1	118.5	4694.5	53.9	7288.3	305.3	9703.9	457.3	9977.5	384.9	16506.3	178.5	6541.5	219.3	9109.4	239.7	9015.0		
27	1991	194.8	8490.9	140.0	4834.5	182.6	7470.9	303.0	10006.9	300.6	10278.1	402.8	16909.1	230.2	6771.7	283.1	9392.5	254.6	9269.6		
28	1992	101.6	8592.5	16.6	4851.1	37.8	7508.7	142.7	10149.6	484.3	10762.4	303.4	17212.5	240.9	7012.6	22.1	9414.6	168.7	9438.3		
29	1993	362.9	8955.4	261.3	5112.4	259.7	7768.4	363.5	10513.1	227.3	10989.7	593.3	17805.8	618.4	7631.0	407.2	9821.8	386.7	9825.0		
30	1994	277.7	9233.1	181.6	5294.0	240.2	8008.6	437.3	10950.4	498.0	11487.7	691.4	18497.2	306.4	7937.4	289.7	10111.5	365.3	10190.3		
31	1995	214.6	9447.7	159.0	5453.0	127.9	8136.5	307.2	11257.6	447.0	11934.7	424.7	18921.9	278.7	8216.1	212.7	10324.2	271.5	10461.8		
32	1996	310.7	9758.4	236.4	5689.4	162.9	8299.4	430.8	11688.4	264.7	12199.4	570.9	19492.8	280.1	8496.2	268.5	10592.7	315.6	10777.4		
33	1997	295.5	10053.9	139.1	5828.5	191.7	8491.1	379.5	12067.9	259.5	12458.9	560.0	20052.8	180.9	8677.1	218.2	10810.9	278.1	11055.5		
34	1998	469.7	10523.6	440.2	6268.7	550.3	9041.4	523.3	12591.2	117.1	12576.0	911.5	20964.3	367.5	9044.6	456.3	11267.2	479.5	11535.0		
35	1999	446.5	10970.1	397.4	6666.1	633.0	9674.4	505.2	13096.4	31.0	12607.0	871.9	21836.2	371.7	9416.3	300.3	11567.5	444.6	11979.6		
36	2000	397.6	11367.7	248.1	6914.2	347.6	10022.0	638.8	13735.2	400.1	13007.1	843.3	22679.5	350.2	9766.5	354.0	11921.5	447.5	12427.1		
37	2001	369.3	11737.0	284.7	7198.9	363.7	10385.7	705.0	14440.2	512.5	13519.6	697.7	23377.2	352.5	10119.0	344.1	12265.6	453.7	12880.8		
38	2002	238.6	11975.6	149.9	7348.8	299.5	10685.2	470.4	14910.6	530.5	14050.1	549.7	23926.9	325.6	10444.6	314.1	12579.7	359.8	13240.6		
39	2003	240.4	12216.0	224.0	7572.8	243.9	10929.1	386.4	15297.0	189.8	14239.9	604.5	24531.4	244.9	10689.5	197.4	12777.1	291.4	13532.0		
40	2004	232.6	12448.6	165.8	7738.6	346.5	11275.6	386.9	15683.9	127.3	14367.2	430.8	24962.2	298.5	10988.0	196.8	12973.9	273.2	13805.2		
41	2005	171.4	12620.0	182.7	7921.3	260.8	11536.4	336.8	16020.7	169.7	14536.9	368.6	25330.8	223.3	11211.3	182.0	13155.9	236.9	14042.1		
42	2006	334.0	12954.0	306.0	8227.3	670.1	12206.5	606.3	16627.0	324.6	14861.5	628.2	25959.0	425.6	11636.9	340.2	13496.1	454.4	14496.5		
43	2007	264.0	13218.0	206.4	8433.7	357.7	12564.2	538.2	17165.2	411.6	15273.1	497.6	26456.6	338.3	11975.2	266.2	13762.3	360.0	14856.5		
44	2008	409.3	13627.3	275.1	8708.8	367.8	12932.0	464.6	17629.8	117.4	15390.5	543.3	26999.9	327.7	12302.9	447.6	14209.9	369.1	15225.6		
45	2009	551.6	14178.9	333.5	9042.3	356.0	13288.0	677.4	18307.2	217.8	15608.3	829.7	27829.6	474.2	12777.1	496.3	14706.2	492.1	15171.7		

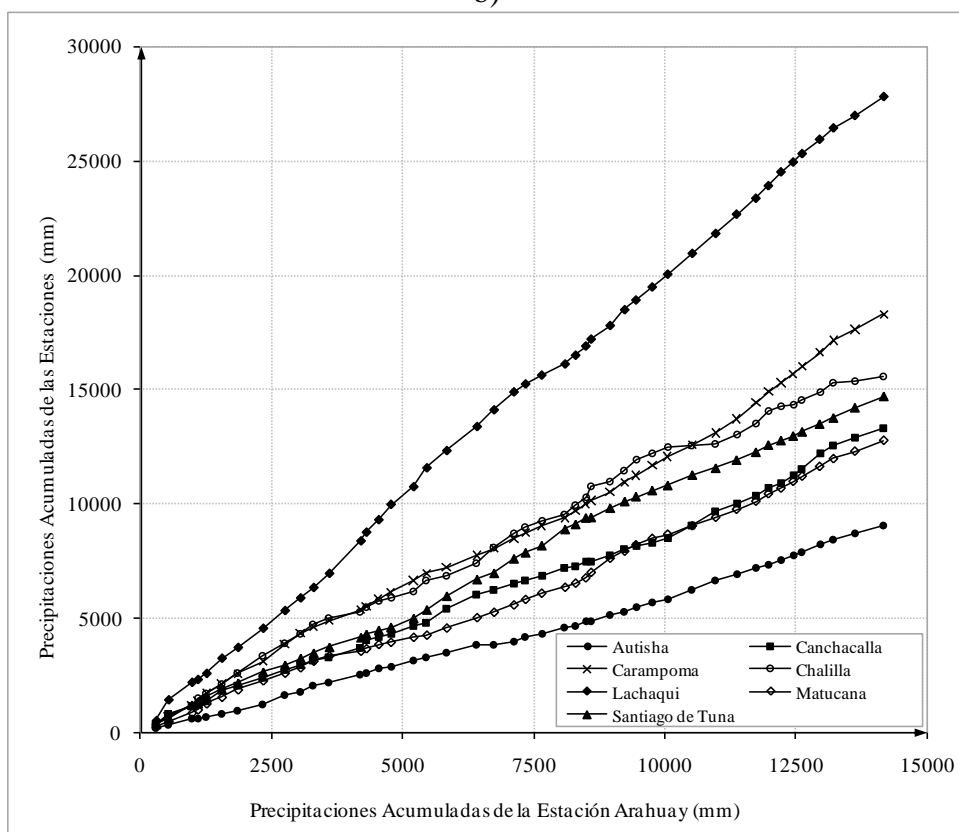
(Datos faltantes se completó por correlación con la información de las estaciones vecinas, sólo para el análisis de doble masa).

Figura N° 4.6 Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 2

a)



b)

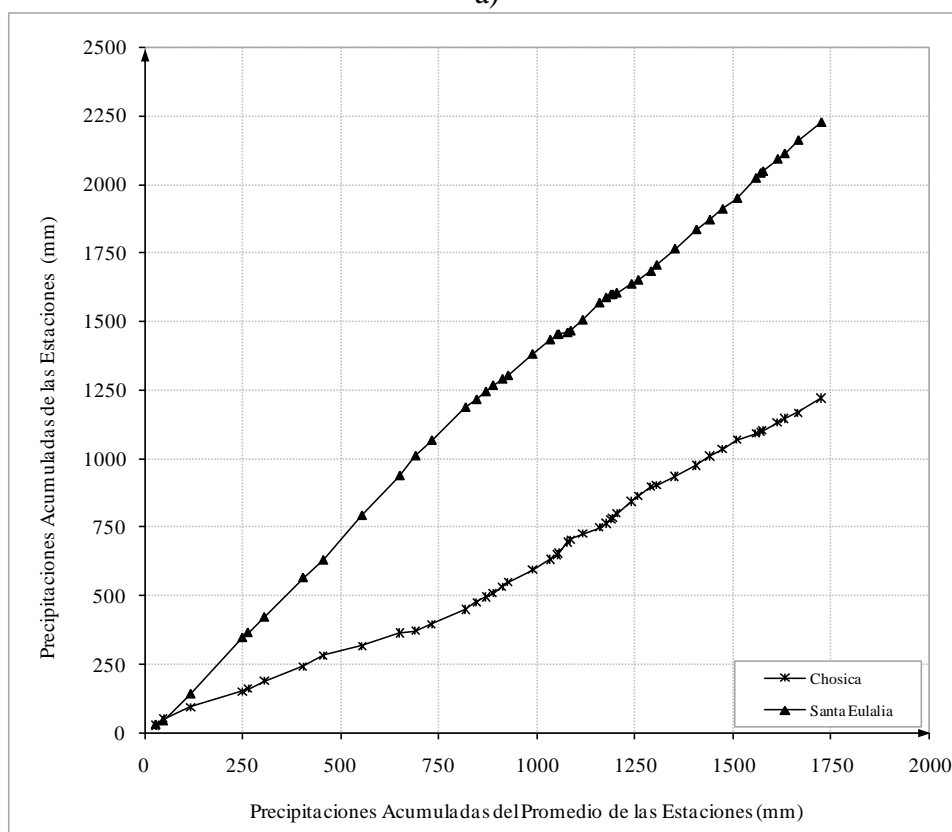


Cuadro N° 4.4 Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 3

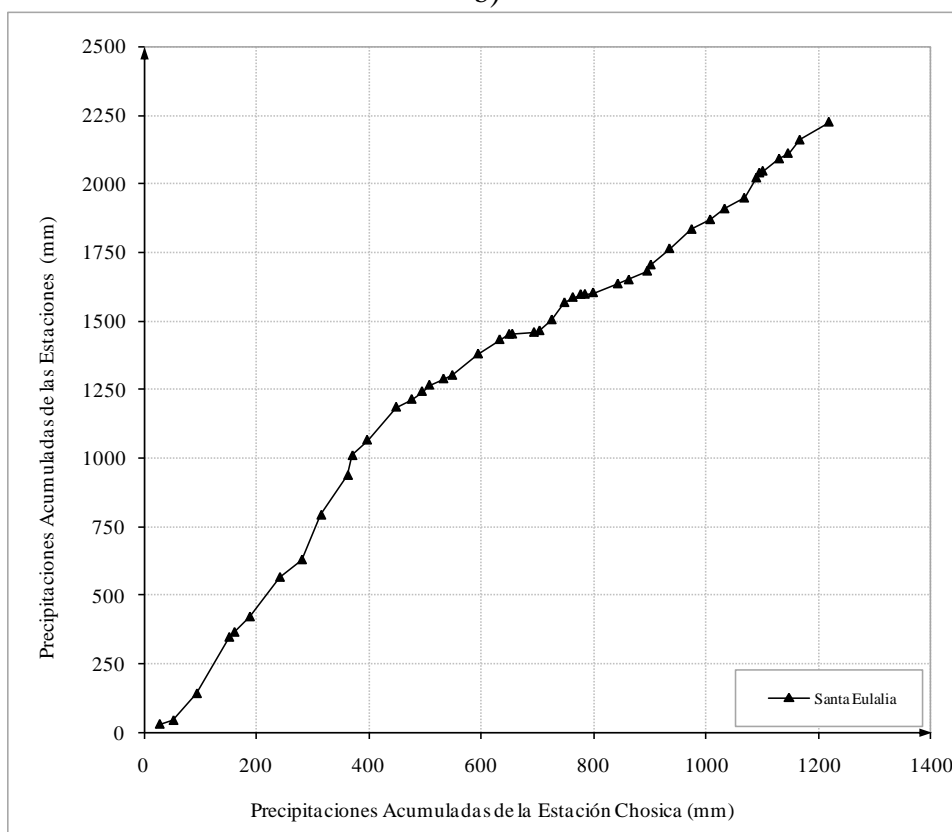
m	Año	Estación				Promedio	
		Chosica		Santa Eulalia			
		P	Pacumul	P	Pacumul	P	Pacumul
1	1964	27.7	27.7	30.2	30.2	29.0	29.0
2	1965	24.6	52.3	13.7	43.9	19.2	48.2
3	1966	41.8	94.1	97.9	141.8	69.9	118.1
4	1967	57.6	151.7	205.5	347.3	131.6	249.7
5	1968	9.3	161.0	18.2	365.5	13.8	263.5
6	1969	27.5	188.5	56.3	421.8	41.9	305.4
7	1970	53.5	242.0	144.0	565.8	98.8	404.2
8	1971	39.3	281.3	63.9	629.7	51.6	455.8
9	1972	34.4	315.7	162.7	792.4	98.6	554.4
10	1973	47.6	363.3	144.9	937.3	96.3	650.7
11	1974	8.0	371.3	72.3	1009.6	40.2	690.9
12	1975	25.9	397.2	56.6	1066.2	41.3	732.2
13	1976	51.8	449.0	120.1	1186.3	86.0	818.2
14	1977	27.6	476.6	28.5	1214.8	28.1	846.3
15	1978	18.4	495.0	28.7	1243.5	23.6	869.9
16	1979	13.1	508.1	23.0	1266.5	18.1	888.0
17	1980	25.2	533.3	23.0	1289.5	24.1	912.1
18	1981	15.8	549.1	12.8	1302.3	14.3	926.4
19	1982	45.9	595.0	78.1	1380.4	62.0	988.4
20	1983	38.3	633.3	52.2	1432.6	45.3	1033.7
21	1984	17.1	650.4	19.4	1452.0	18.3	1052.0
22	1985	5.5	655.9	0.6	1452.6	3.1	1055.1
23	1986	38.7	694.6	6.3	1458.9	22.5	1077.6
24	1987	9.9	704.5	6.1	1465.0	8.0	1085.6
25	1988	21.7	726.2	39.7	1504.7	30.7	1116.3
26	1989	22.7	748.9	62.7	1567.4	42.7	1159.0
27	1990	14.8	763.7	19.1	1586.5	17.0	1176.0
28	1991	14.0	777.7	10.8	1597.3	12.4	1188.4
29	1992	7.6	785.3	0.5	1597.8	4.1	1192.5
30	1993	14.6	799.9	5.6	1603.4	10.1	1202.6
31	1994	44.0	843.9	32.2	1635.6	38.1	1240.7
32	1995	19.6	863.5	14.6	1650.2	17.1	1257.8
33	1996	32.8	896.3	31.8	1682.0	32.3	1290.1
34	1997	6.4	902.7	22.8	1704.8	14.6	1304.7
35	1998	33.2	935.9	59.3	1764.1	46.3	1351.0
36	1999	39.6	975.5	70.2	1834.3	54.9	1405.9
37	2000	33.0	1008.5	35.3	1869.6	34.2	1440.1
38	2001	25.7	1034.2	39.4	1909.0	32.6	1472.7
39	2002	35.0	1069.2	39.3	1948.3	37.2	1509.9
40	2003	21.5	1090.7	73.5	2021.8	47.5	1557.4
41	2004	5.5	1096.2	18.2	2040.0	11.9	1569.3
42	2005	5.9	1102.1	6.5	2046.5	6.2	1575.5
43	2006	29.3	1131.4	44.8	2091.3	37.1	1612.6
44	2007	15.7	1147.1	20.0	2111.3	17.9	1630.5
45	2008	20.9	1168.0	48.7	2160.0	34.8	1665.3
46	2009	51.9	1219.9	65.2	2225.2	58.6	1723.9

(Datos faltantes se completó por correlación con la información de las estaciones vecinas, sólo para el análisis de doble masa).

Figura N° 4.7 Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 3
a)



b)



Análisis estadístico

Análisis de Saltos

Después de haber analizado los hidrogramas originales y los diagramas de doble masa se obtiene los períodos de posible corrección y los períodos de datos que se mantendrán con sus valores originales, se procede al análisis estadístico de *Saltos*, en los parámetros como la media y la desviación estándar.

La consistencia en la media se realiza mediante la prueba estadística "T" de Students y para la desviación estándar el análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba estadística de "F" de Fisher. Si los parámetros la media y la desviación estándar de los períodos considerados en el análisis son iguales estadísticamente, entonces no se corrige la información de lo contrario se debe corregirse. Después de todo el análisis respectivo la información es una serie homogénea, confiable y consistente al 95% de probabilidad.

En este caso, según el análisis realizado en forma mensual se obtiene que la serie mensual de precipitaciones de las estaciones consideradas en el presente estudio no muestran "Saltos" significativos en los parámetros analizados (media y desviación estándar) en todas las estaciones consideradas, para su posible corrección, sin embargo no se corrige dichas informaciones, excepto la estación Santa Eulalia se ha corregido.

A continuación se muestran los cuadros del análisis respectivo.

Cuadro N° 4.5 Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 1

ESTACIÓN	PERÍODO DE ANÁLISIS		NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR			CONSISTENCIA EN LA MEDIA				CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR			
			N° Datos	Promedio	Desv.Est.	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparación	Diferencia Significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparación	Diferencia Significativa
Casapalca	n ₁ , PC	1960-1986	324	57.47	53.42	1.0384	1.9641	Tc < Tt	NO	1.1419	1.2177	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1987-2009	254	52.95	49.99								
Laguna Pirhua	n ₁ , PD	1969-1972	45	70.43	64.41	1.0348	1.9776	Tc < Tt	NO	1.2102	1.5088	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PC	1973-1980	93	59.06	58.55								
Milloc	n ₁ , PC	1967-2000	223	72.54	67.70	-0.3335	1.9672	Tc < Tt	NO	1.2003	1.3072	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	2001-2009	107	75.28	74.17								
Mina Colqui	n ₁ , PC	1968-1983	169	65.25	66.30	1.6007	1.9681	Tc < Tt	NO	1.2888	1.3237	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1984-1994	124	53.31	58.40								
Pariacancha	n ₁ , PC	1968-1990	267	60.03	58.67	0.6011	1.9648	Tc < Tt	NO	1.1555	1.2357	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1991-2009	228	56.95	54.58								
Río Blanco	n ₁ , PC	1985-2003	218	39.18	48.73	-1.4432	1.9683	Tc < Tt	NO	1.2248	1.3582	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	2004-2009	71	49.05	53.93								
San José de Parac	n ₁ , PC	1965-1993	220	46.16	54.35	-1.4047	1.9658	Tc < Tt	NO	1.0458	1.2583	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1994-2009	192	53.78	55.58								
San Cristóbal	n ₁ , PC	1960-1986	320	73.59	62.71	-0.5136	1.9656	Tc < Tt	NO	1.1470	1.2928	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1987-1995	101	77.33	67.16								

Cuadro N° 4.6 Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 2

ESTACIÓN	PERÍODO DE ANÁLISIS		NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR			CONSISTENCIA EN LA MEDIA				CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR			
			N° Datos	Promedio	Desv.Est.	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparación	Diferencia Significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparación	Diferencia Significativa
Arahuay	n ₁ , PC	1980-1997	203	25.57	41.19	-0.5813	1.9666	Tc < Tt	NO	1.2337	1.2803	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1998-2009	155	28.25	45.75								
Autisha	n ₁ , PD	1980-1984	51	15.40	27.64	-0.4346	1.9668	Tc < Tt	NO	1.1867	1.4691	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PC	1985-2009	299	17.36	30.11								
Canchacalla	n ₁ , PC	1987-1999	148	20.67	46.09	-1.7146	1.9690	Tc < Tt	NO	1.0140	1.3381	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	2000-2009	119	30.37	45.77								
Carampoma	n ₁ , PC	1965-1991	315	30.69	43.93	-1.9473	1.9645	Tc < Tt	NO	1.1204	1.2263	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1992-2009	216	38.43	46.50								
Chalilla	n ₁ , PC	1969-1976	94	37.58	56.22	1.3107	1.9732	Tc < Tt	NO	1.2057	1.4190	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1977-1984	88	27.11	51.20								
Lachacqui	n ₁ , PD	1965-1977	125	50.68	79.67	-0.9792	1.9656	Tc < Tt	NO	1.1248	1.2743	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PC	1978-2009	296	58.67	75.12								
Matucana	n ₁ , PC	1964-1993	345	22.48	33.60	-1.8009	1.9645	Tc < Tt	NO	1.1989	1.2345	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1994-2009	180	28.23	36.79								
Santiago de Tuna	n ₁ , PD	1965-1980	190	22.92	50.02	-1.4107	1.9645	Tc < Tt	NO	1.1202	1.2405	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PC	1981-2009	338	29.56	52.94								

Cuadro N° 4.7 Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 3

ESTACIÓN	PERÍODO DE ANÁLISIS		NÚMERO DE DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR			CONSISTENCIA EN LA MEDIA				CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR			
			N° Datos	Promedio	Desv.Est.	T calculada Tc	T tabla (95%) Tt	Comparación	Diferencia Significativa	F calculada Fc	F tabla (95%) Ft	Comparación	Diferencia Significativa
Chosica	n ₁ , PD	1989-1999	117	1.84	4.51	-0.3735	1.9702	Tc < Tt	NO	1.1901	1.3582	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PC	2000-2009	118	2.07	4.92								
Santa Eulalia (serie original)	n ₁ , PD	1963-1976	140	8.31	20.41	5.1217	1.9645	Tc > Tt	SI	10.8020	1.2507	Fc > Ft	SI
	n ₂ , PC	1977-2009	385	2.35	6.21								
Santa Eulalia (serie corregida por salto)	n ₁ , PC	1963-1976	140	3.33	6.66	1.5680	1.9645	Tc < Tt	NO	1.1502	1.2507	Fc < Ft	NO
	n ₂ , PD	1977-2009	385	2.35	6.21								

✍ Análisis de Tendencias

Una vez analizado los Saltos tanto en la media y desviación estándar de la información pluviométrica se procedió a evaluar las *Tendencias* en los dos parámetros determinísticos. Para saber si la tendencia es significativa o no, se analiza el coeficiente de correlación "R" mediante la prueba estadística de T de Students.

Generalmente la tendencia en la desviación se presenta en los datos semanales o mensuales pero no en datos anuales.

En este caso, según el análisis realizado en forma mensual se obtiene que la serie mensual de precipitaciones de las estaciones consideradas en el presente estudio no muestran "Tendencias" significativas en los parámetros analizados (media y desviación estándar) en todas las estaciones consideradas, para su posible corrección, sin embargo no se corrige dichas informaciones. Cabe recalcar que la estación Río Blanco resulta la tendencia en los dos parámetros estadísticos analizados, y verificando el hidrograma de la serie mensual de las precipitaciones, no muestra los años normales, húmedos y secos, por tal razón muestra posible tendencia en periodo menor, y por lo tanto no se ha corregido dicha información; además, en adelante la serie completada no muestra esa tendencia.

Cuadro N° 4.8 Análisis de tendencias de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 1

ESTACIÓN	TENDENCIA EN LA:	MEDIA, DESVEST, COEFICIENTES DE REGRESIÓN Y NÚMERO DE DATOS DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR							ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR			
		Parámetros		Coeficientes de Regresión			Coeficiente de Correlación R	Número de Datos N	Estadístico T		Comparación	Tendencia Significativa
		Media	Desv.Est.	Am	Bm	Cm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt		
Casapalca	Media (Tm)	55.48	51.95	59.7936	-0.0149	-	-0.0479	578	-1.1509	1.9641	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	51.93	12.18	54.5338	-0.1108	-	-0.1221	46	-0.8160	2.0141	Tc < Tt	NO
Laguna Pirhua	Media (Tm)	56.33	51.26	70.7216	-0.2148	-	-0.1615	133	-1.8730	1.9781	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	53.20	15.46	58.8056	-1.4014	-	-0.1958	7	-0.4465	2.4469	Tc < Tt	NO
Milloc	Media (Tm)	72.22	65.90	68.7197	0.0137	-	0.0306	510	0.6900	1.9646	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	63.63	17.95	54.3578	0.4755	-	0.2943	38	1.8476	2.0262	Tc < Tt	NO
Mina Colqui	Media (Tm)	60.20	63.25	69.7109	-0.0647	-	-0.0867	293	-1.4846	1.9681	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	61.89	16.43	72.0749	-0.9259	-	-0.3494	21	-1.6254	2.0860	Tc < Tt	NO
Pariacancha	Media (Tm)	58.61	56.79	62.0572	-0.0139	-	-0.0349	495	-0.7754	1.9648	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	57.30	9.89	60.6306	-0.1586	-	-0.1921	41	-1.2224	2.0211	Tc < Tt	NO
Río Blanco	Media (Tm)	41.61	50.14	24.8045	0.1159	-	0.1932	289	3.3359	1.9682	Tc > Tt	SI
	Desv.Est (Ts)	49.30	14.91	36.1015	1.2570	-	0.4991	20	2.4436	2.0930	Tc > Tt	SI
San José de Parac	Media (Tm)	49.71	55.00	43.6596	0.0293	-	0.0635	412	1.2884	1.9658	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	54.38	14.69	53.3026	0.0653	-	0.0417	32	0.2286	2.0395	Tc < Tt	NO
San Cristóbal	Media (Tm)	74.49	63.75	65.5014	0.0426	-	0.0813	421	1.6697	1.9656	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	64.63	13.68	56.8453	0.4718	-	0.3235	32	1.8726	2.0395	Tc < Tt	NO

Cuadro N° 4.9 Análisis de tendencias de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 2

ESTACIÓN	TENDENCIA EN LA:	MEDIA, DESVEST, COEFICIENTES DE REGRESIÓN Y NÚMERO DE DATOS DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR							ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR			
		Parámetros		Coeficientes de Regresión			Coeficiente de Correlación R	Número de Datos N	Estadístico T		Comparación	Tendencia Significativa
		Media	Desv.Est.	Am	Bm	Cm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt		
Arahuay	Media (Tm)	26.73	43.19	27.9506	-0.0068	-	-0.0162	358	-0.3057	1.9666	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	40.48	15.78	42.4100	-0.1331	-	-0.0694	28	-0.3547	2.0518	Tc < Tt	NO
Autisha	Media (Tm)	17.07	29.74	11.8752	0.0296	-	0.1006	350	1.8862	1.9668	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	27.51	14.13	19.8893	0.5645	-	0.3056	26	1.5723	2.0595	Tc < Tt	NO
Canchacalla	Media (Tm)	24.33	44.93	15.2120	0.0683	-	0.1169	266	1.9125	1.9690	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	41.19	22.69	27.5632	1.2388	-	0.3385	21	1.5681	2.0860	Tc < Tt	NO
Carampoma	Media (Tm)	33.84	45.11	28.0146	0.0219	-	0.0744	531	1.7160	1.9644	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	43.81	13.50	40.1920	0.1809	-	0.1528	39	0.9405	2.0244	Tc < Tt	NO
Chalilla	Media (Tm)	32.51	53.96	38.5033	-0.0655	-	-0.0639	182	-0.8591	1.9732	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	50.01	14.87	60.9225	-1.4550	-	-0.4090	14	-1.5526	2.1604	Tc < Tt	NO
Lachaqui	Media (Tm)	56.30	76.49	60.3512	-0.0192	-	-0.0305	421	-0.6246	1.9656	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	61.34	22.88	54.3603	0.5369	-	0.1727	25	0.8409	2.0639	Tc < Tt	NO
Matucana	Media (Tm)	24.45	34.80	19.9001	0.0173	-	0.0755	525	1.7316	1.9645	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	32.74	11.57	27.4785	0.3095	-	0.2587	33	1.4911	2.0369	Tc < Tt	NO
Santiago de Tuna	Media (Tm)	27.17	51.96	26.6939	0.0018	-	0.0053	528	0.1216	1.9645	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	46.58	25.46	56.6128	-0.5145	-	-0.2245	38	-1.3823	2.0262	Tc < Tt	NO

Cuadro N° 4.10 Análisis de tendencias de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 3

ESTACIÓN	TENDENCIA EN LA:	MEDIA, DESVEST, COEFICIENTES DE REGRESIÓN Y NÚMERO DE DATOS DE LAS TENDENCIAS EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR							ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA TENDENCIA EN LA MEDIA Y EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR			
		Parámetros		Coeficientes de Regresión			Coeficiente de Correlación R	Número de Datos N	Estadístico T		Comparación	Tendencia Significativa
		Media	Desv.Est.	Am	Bm	Cm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt		
Chosica	Media (Tm)	1.96	4.71	1.6414	0.0027	-	0.0392	235	0.5988	1.9702	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	3.98	2.63	4.2767	-0.0349	-	-0.0631	16	-0.2366	2.1314	Tc < Tt	NO
Santa Eulalia	Media (Tm)	2.61	6.34	2.7678	-0.0006	-	-0.0134	525	-0.3065	1.9645	Tc < Tt	NO
	Desv.Est (Ts)	5.36	3.51	5.4127	-0.0027	-	-0.0085	38	-0.0510	2.0262	Tc < Tt	NO

Caso de las estaciones meteorológicas del grupo 4, no se ha realizado el análisis estadístico de saltos y tendencias, debido al corto periodo de información y los valores de las precipitaciones son muy bajos, y están ubicadas en la zona costa de la cuenca río Rímac.