

Entonces siguiendo el procedimiento de la validación, se establece como periodo de análisis desde el año 1981 hasta el 2017, periodo desde el cual está disponible la información estimada por satélite, acumulando a paso estacional.

Se realiza el procedimiento de cálculo para la estación Kayra.

### 3.6.8.1.1. Estadísticas de comparación por pares.

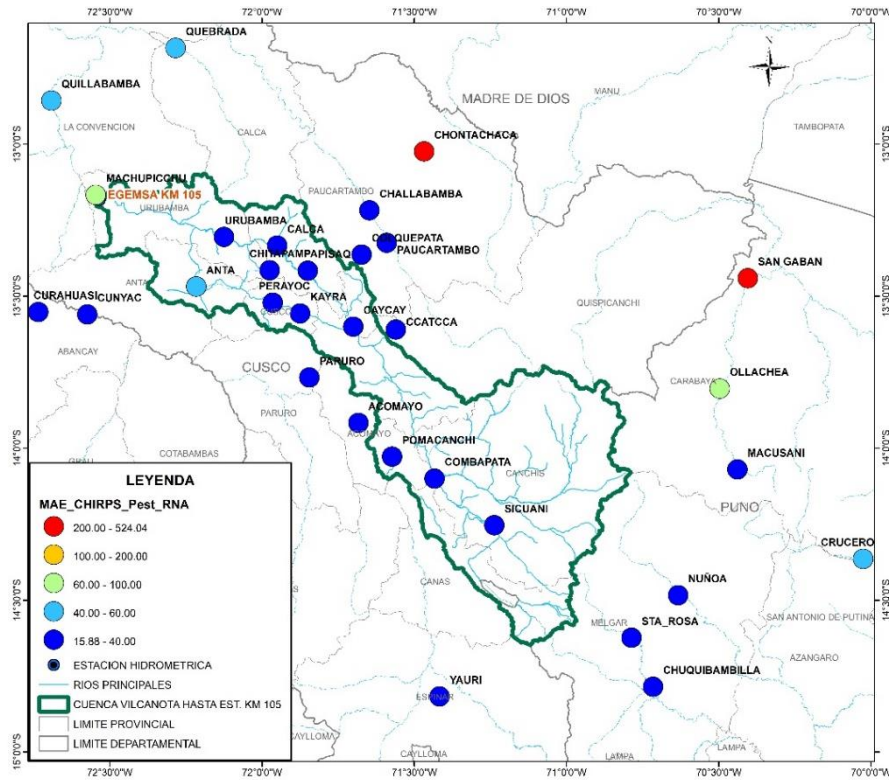
Se tiene como sigue para todas las estaciones

**Tabla 133.** Resumen de indicadores de la estadística de comparación por pares precipitación estacional corregida mediante RNA.

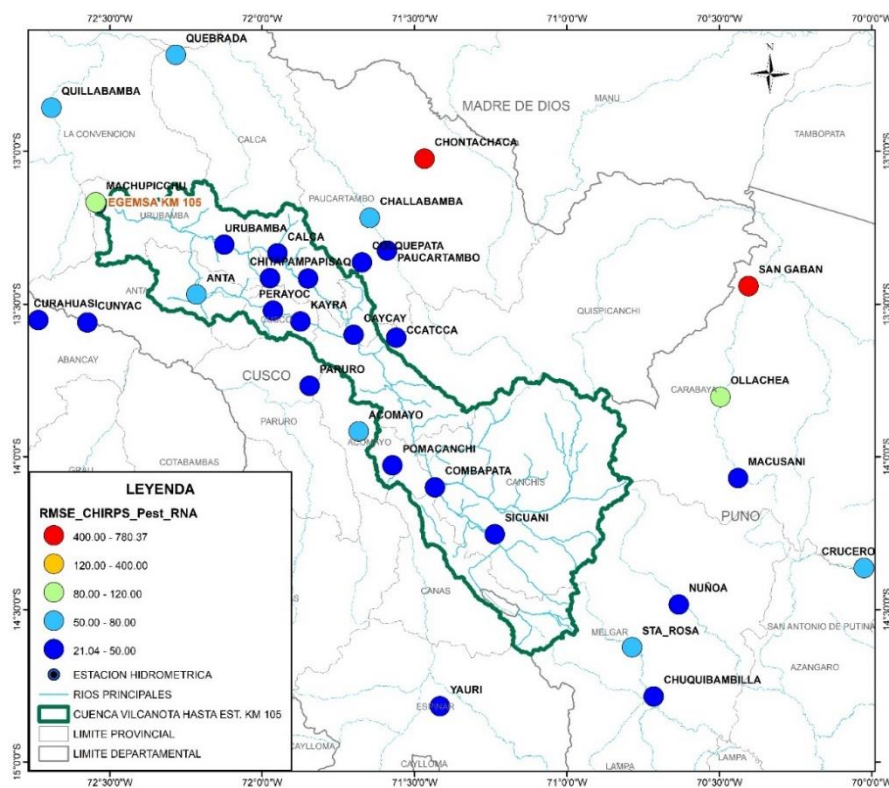
N	ESTACIONES	MAE_CHIRPS_RNA	RMSE_CHIRPS_RNA	PBIAS_CHIRPS_RNA	NSE_CHIRPS_RNA	Pearson_CHIRPS_RNA
1	CUNYAC	26.015	35.707	6.600	0.884	0.944
2	COLQUEPATA	22.306	34.116	2.800	0.940	0.972
3	CHITAPAMPA	20.428	27.709	-0.500	0.962	0.981
4	SAN GABAN	524.046	780.379	-20.900	0.021	0.524
5	NUÑO A	24.434	36.965	0.800	0.931	0.965
6	QUILLABAMBA	49.367	71.640	-4.200	0.841	0.920
7	KAYRA	20.546	29.630	2.000	0.958	0.980
8	QUEBRADA	45.217	61.624	-1.400	0.922	0.961
9	CHALLABAMBA	36.028	53.613	1.900	0.899	0.949
10	CHONTACHACA	417.449	571.706	-28.200	-0.436	0.720
11	CURAHUASI	33.699	47.899	5.700	0.902	0.952
12	MACHUPICCHU	66.342	89.933	0.000	0.917	0.958
13	URUBAMBA	21.986	28.328	6.200	0.932	0.970
14	ANTA	45.528	70.127	0.300	0.882	0.939
15	CALCA	15.880	21.043	2.600	0.968	0.985
16	PARURO	33.799	49.091	-0.800	0.923	0.961
17	ACOMAYO	33.670	51.404	-2.800	0.902	0.951
18	PAUCARTAMBO	21.341	28.912	2.700	0.945	0.973
19	CCATCCA	22.410	32.241	3.800	0.941	0.971
20	OLLACHEA	61.540	86.187	8.400	0.822	0.917
21	COMBAPATA	25.180	39.052	0.300	0.934	0.967
22	SICUANI	23.389	34.162	4.300	0.942	0.972
23	MACUSANI	34.580	45.752	13.300	0.877	0.952
24	CAYCAY	23.463	35.803	1.900	0.924	0.962
25	POMACANCHI	25.092	39.591	1.200	0.941	0.972
26	STA_ROSA	36.608	50.120	2.600	0.909	0.954
27	PISAQ	24.504	40.555	-1.500	0.889	0.943
28	PERAYOC	29.800	41.736	-1.000	0.938	0.970
29	YAURI	29.214	40.125	1.000	0.953	0.976
30	CHUQUIBAMBILLA	28.052	40.048	-1.200	0.928	0.964
31	CRUCERO	47.410	75.341	11.900	0.758	0.884

### Variación espacial de los indicadores estadísticos de comparación por pares

En las Figuras 238 y 239, se pueden observar que los valores de MAE y RMSE son las más altas en la zona de ceja de selva, donde se ubican las estaciones de Chontachaca, San Gaban con valores de MAE superiores a 200 mm y RMSE superiores a 400 mm.

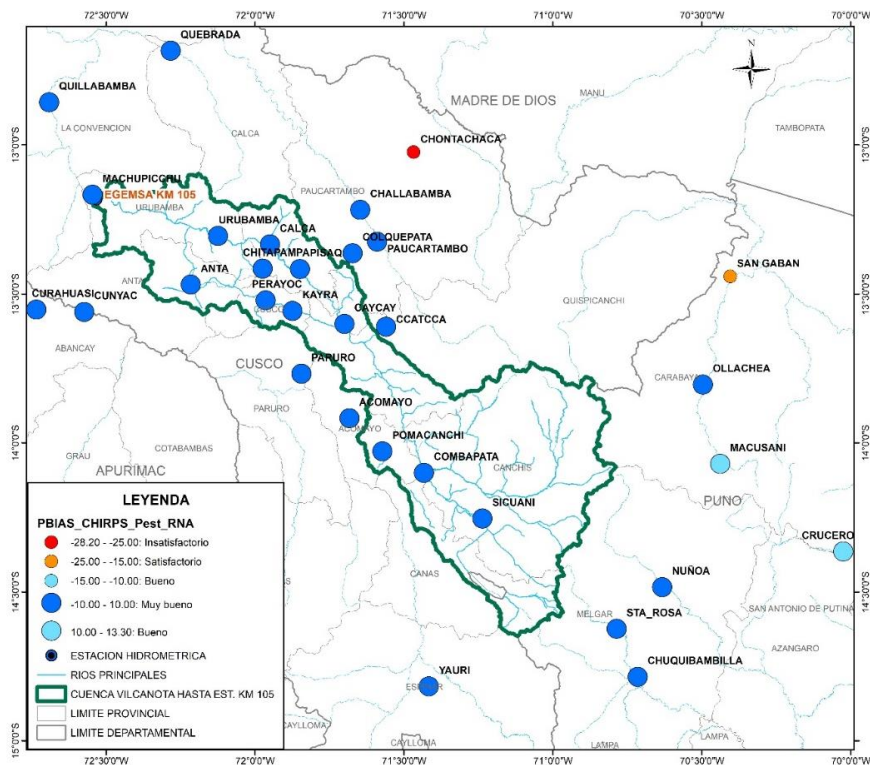


**Figura 201.** Variación espacial del error absoluto medio (MAE) precipitación estacional corregida mediante RNA.



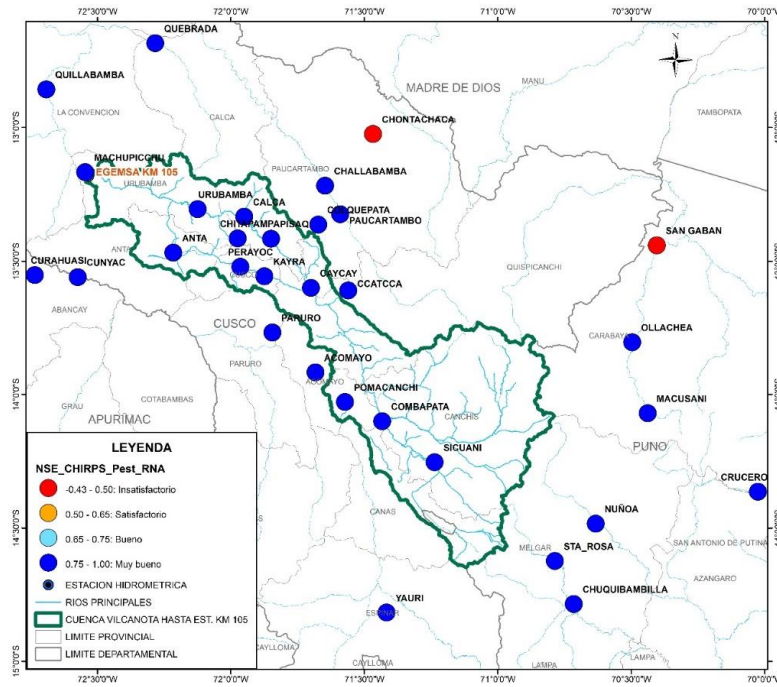
**Figura 202.** Variación espacial de la Raíz del Error Medio Cuadrático (RMSE) de la precipitación estacional corregida mediante RNA.

De acuerdo al sesgo porcentual con respecto a la precipitación estacional observada y según la **Figura 203**, las estaciones de Chontachaca y San Gaban, muestran subestimación de la precipitación con PBIAS menores a -25 y -15 estando dentro de los criterios de evaluación como insatisfactoria y satisfactoria respectivamente, por otro el resto de la estaciones tienen PBIAS entre -10 a 10, son considerados como sesgo muy bueno, salvo Macusani y Crucero tienen  $10 < \text{PBIAS} < 15$  considerándose sobreestimación de la precipitación mensual corregida mediante RNA.



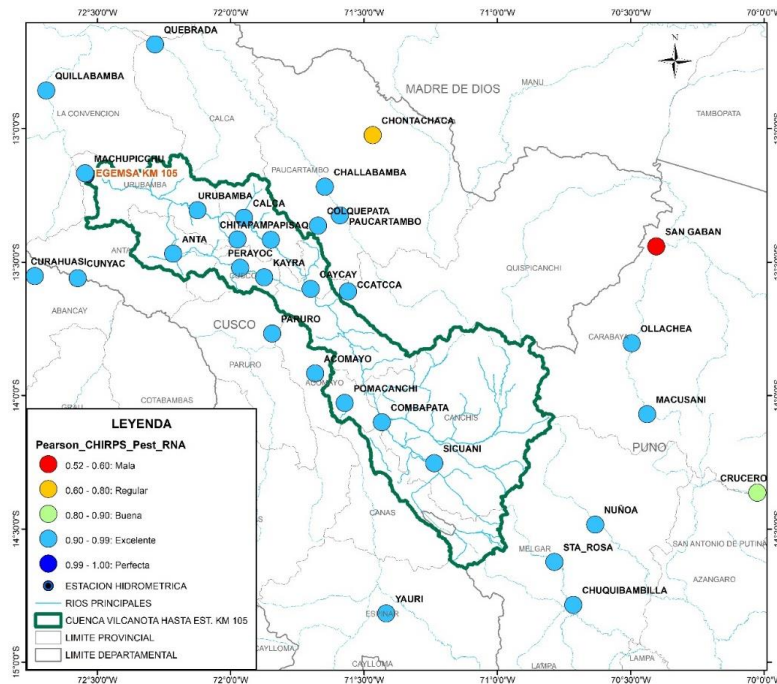
**Figura 203.** Variación espacial del Sesgo Porcentual (PBIAS) de la precipitación estacional corregida mediante RNA.

En cuanto a la NSE según muestra la **Figura 204**, las estaciones Chontachaca y San Gaban tienen NSE menores a 0.50, lo que nos indica que la eficiencia de la estimación por satélite CHIRPS se considera como insatisfactoria; por otro lado el resto de las estaciones tienen NSE mayor a 0.75, lo que significa que la eficiencia de la estimación por satélite CHIRPS se considera como muy buena en la estimación de la precipitación estacional corregida mediante RNA.



**Figura 204.** Variación espacial de la Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de la precipitación estacional corregido mediante RNA.

La estación San Gaban tiene  $r > 0.60$  (correlación mala); la estación Chontachaca tiene  $0.60 < r < 0.80$  (correlación regular); la estación Crucero tiene  $0.80 < r < 0.90$  (correlación buena); el resto de las estaciones tienen  $0.90 < r < 0.99$  (correlación excelente) de la precipitación estacional CHIRPS corregido mediante RNA con los datos observados, **Figura 205.**



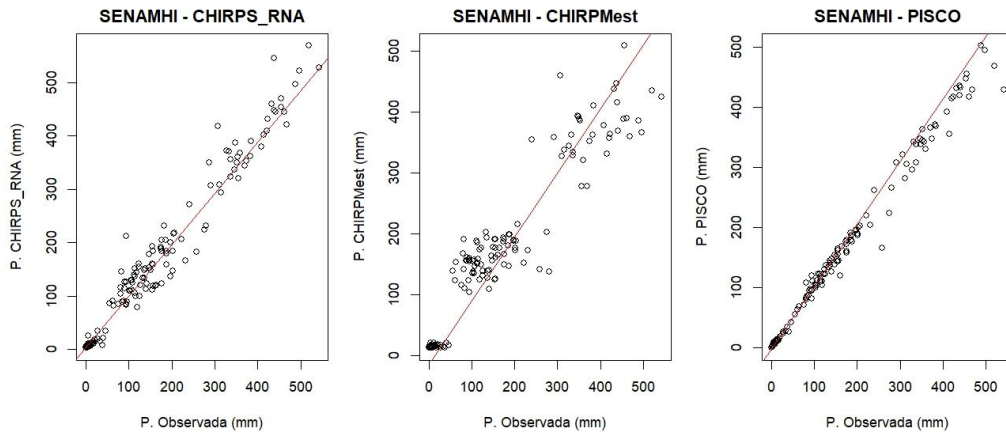
**Figura 205.** Variación espacial de la Correlación de Pearson (r) de la precipitación estacional corregido mediante RNA.

### 3.6.8.1.2. Comparación con otros productos de precipitación estacional corregida mediante RNA

#### Estadísticas de comparación por pares

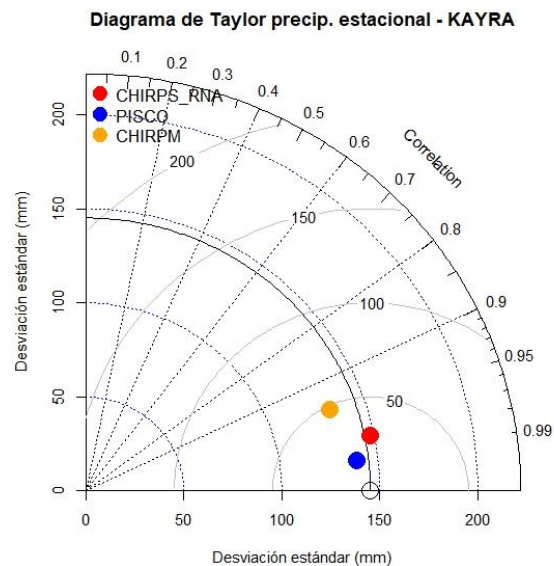
#### Estación Kayra

De acuerdo a la **Figura 206**, el producto PISCO muestra mejor dispersión con los datos observados, seguido del producto CHIRPS\_RNA.



**Figura 206.** Dispersión de la precipitación estacional de los datos observados vs CHIRPS\_RNA, CHIRPSM y PISCO.

Según el Diagrama de Taylor mostrada en la **Figura 207**, el producto PISCO sigue mostrándose el mejor por poseer mejor correlación menor RMSE.

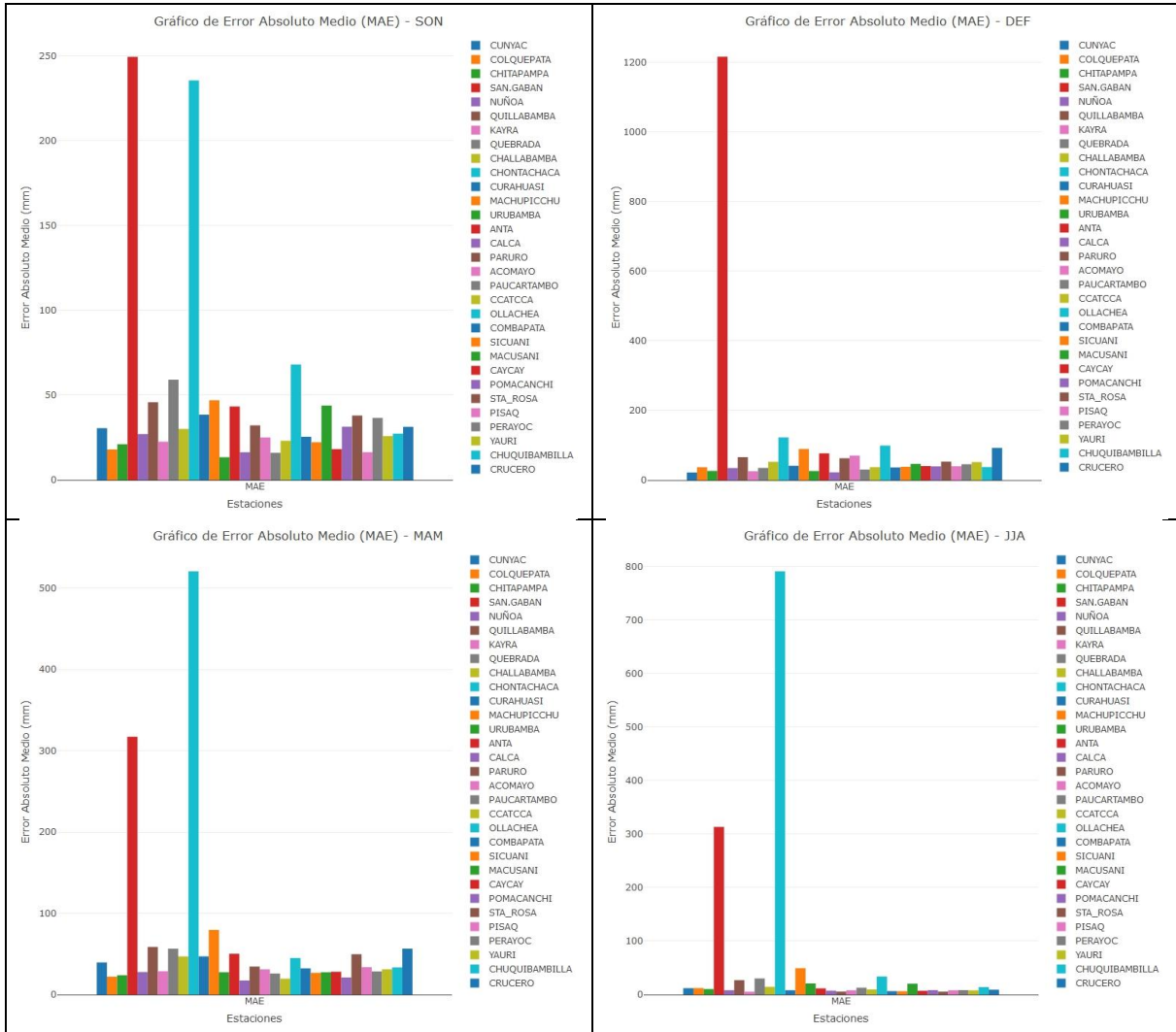


**Figura 207.** Diagrama de Taylor de la precipitación estacional de los productos CHIRPS\_RNA, PISCO y CHIRPM – estación Kayra.

El Diagrama de Taylor de todas las estaciones se encuentra en el anexo A.4.

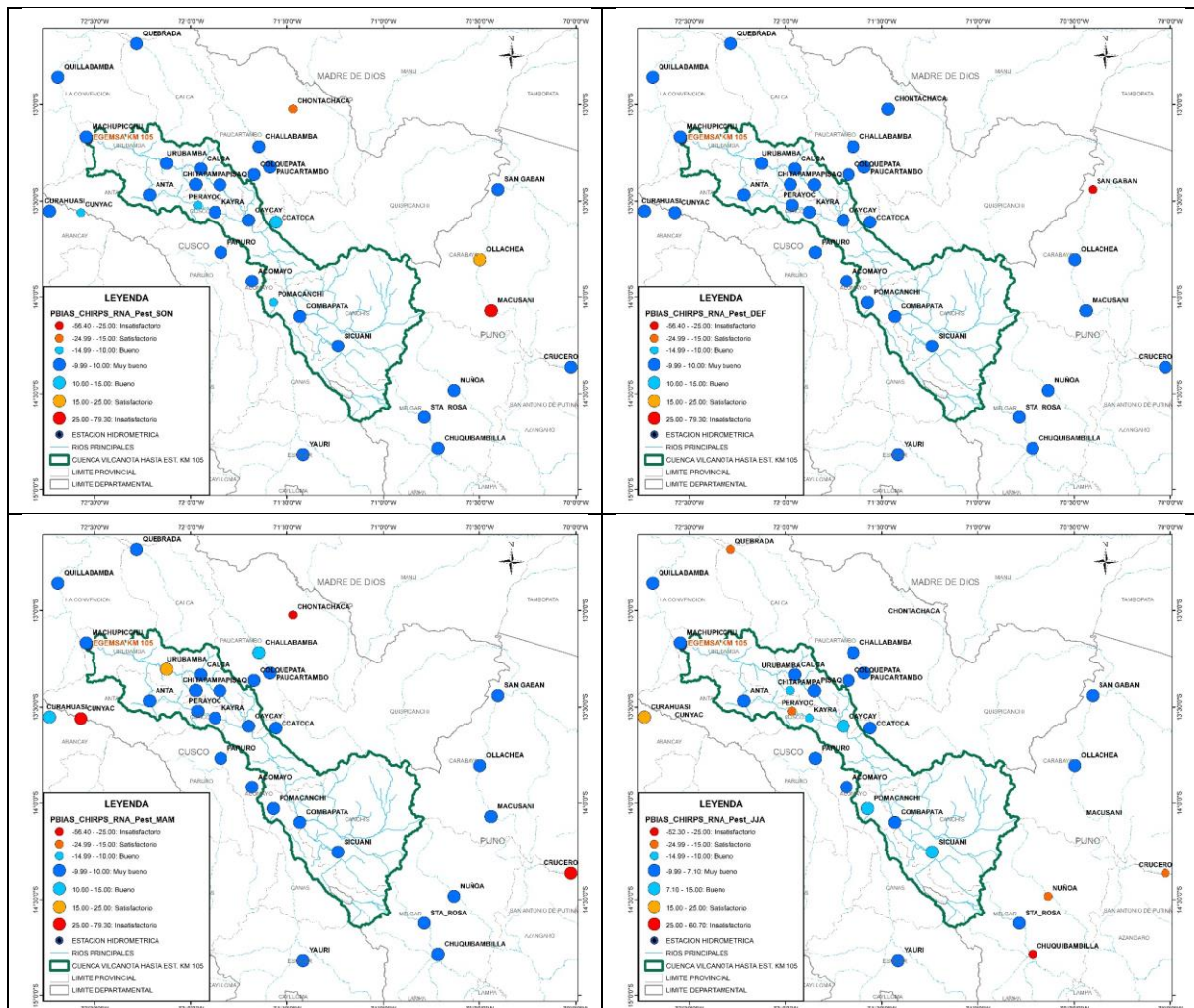
**3.6.8.2. Estadísticos de validación de datos multiestacionales corregidos con RNA**

la precipitación estacional corregida mediante RNA, analizada por cada estación según se muestra en la **Figura 208**, nos indica que el MAE es menor a 50 mm en su mayoría, excepto las estaciones de San Gaban y Chontachaca que muestran el MAE > 100 mm.



**Figura 208.** Error Absoluto Medio (MAE) de la precipitación estacional corregida de las estaciones SON, DEF, MAM y JJA.

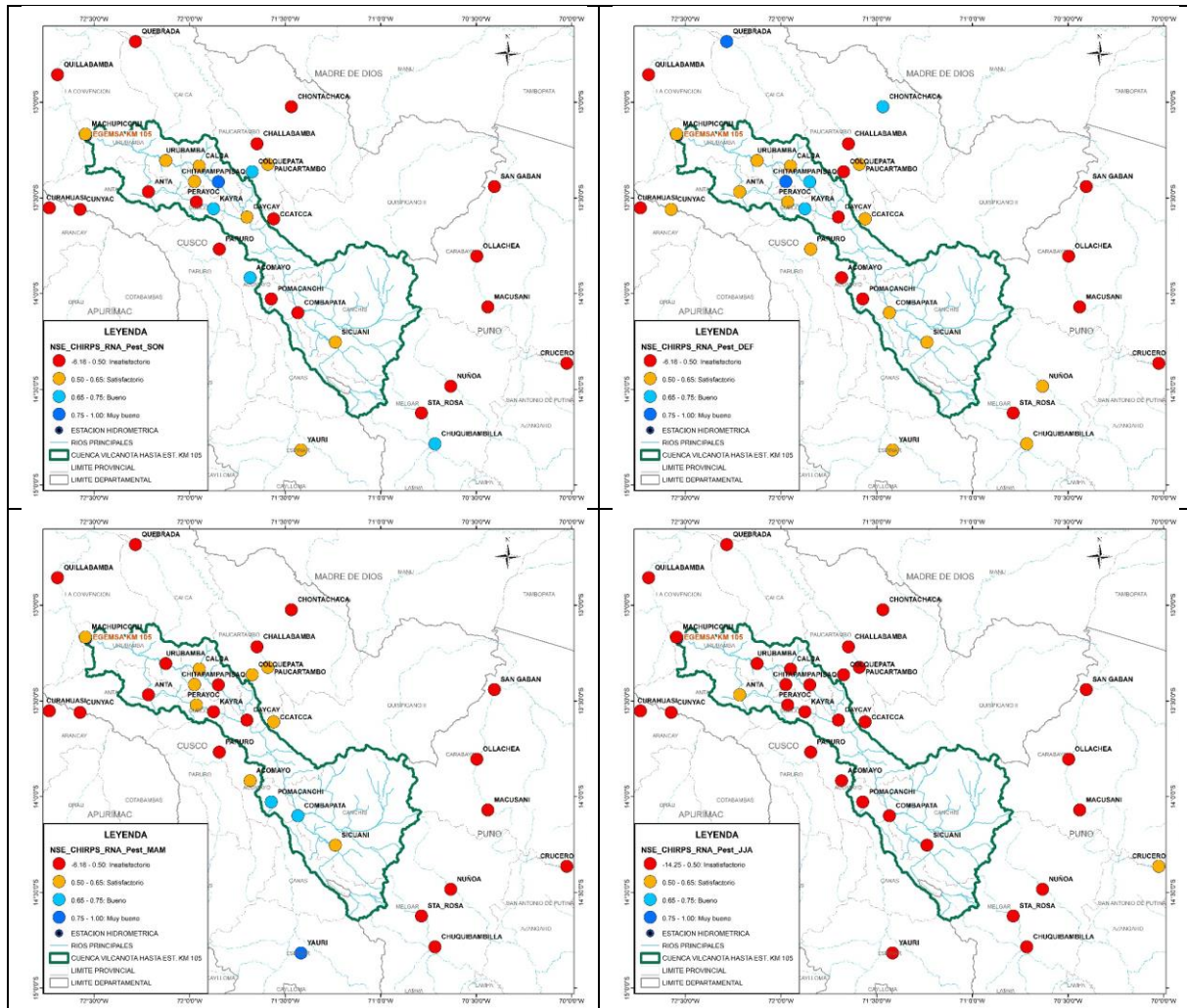
En cuanto al sesgo mostrado en la **Figura 209**, la mayoría de las estaciones de las cuatro estaciones consideradas muestran como muy bueno. Lo que indica que se mejora la subestimación y se reduce la sobreestimación de la precipitación estacional. Excepto casos puntuales que muestran aun subestimación y sobreestimación.



**Figura 209.** Sesgo Porcentual (PBIAS) de la precipitación estacional corregida de las estaciones SON, DEF, MAM y JJA.

De acuerdo a la **Figura 210**, la precipitación estacional en la estación SON (setiembre, octubre y noviembre), DEF (diciembre, enero y febrero) y MAM (marzo, abril y mayo); muestran casos puntuales de NSE muy bueno en Písaq (SON), Quebrada y Chitapampa (DEF) y Yauri (MAM), en el resto de las estaciones se muestra el NSE como bueno, satisfactorio e insatisfactorio.

Por otro lado, la precipitación estacional en JJA (junio, julio y agosto) en su mayoría muestran el NSE como satisfactorio e insatisfactorio.

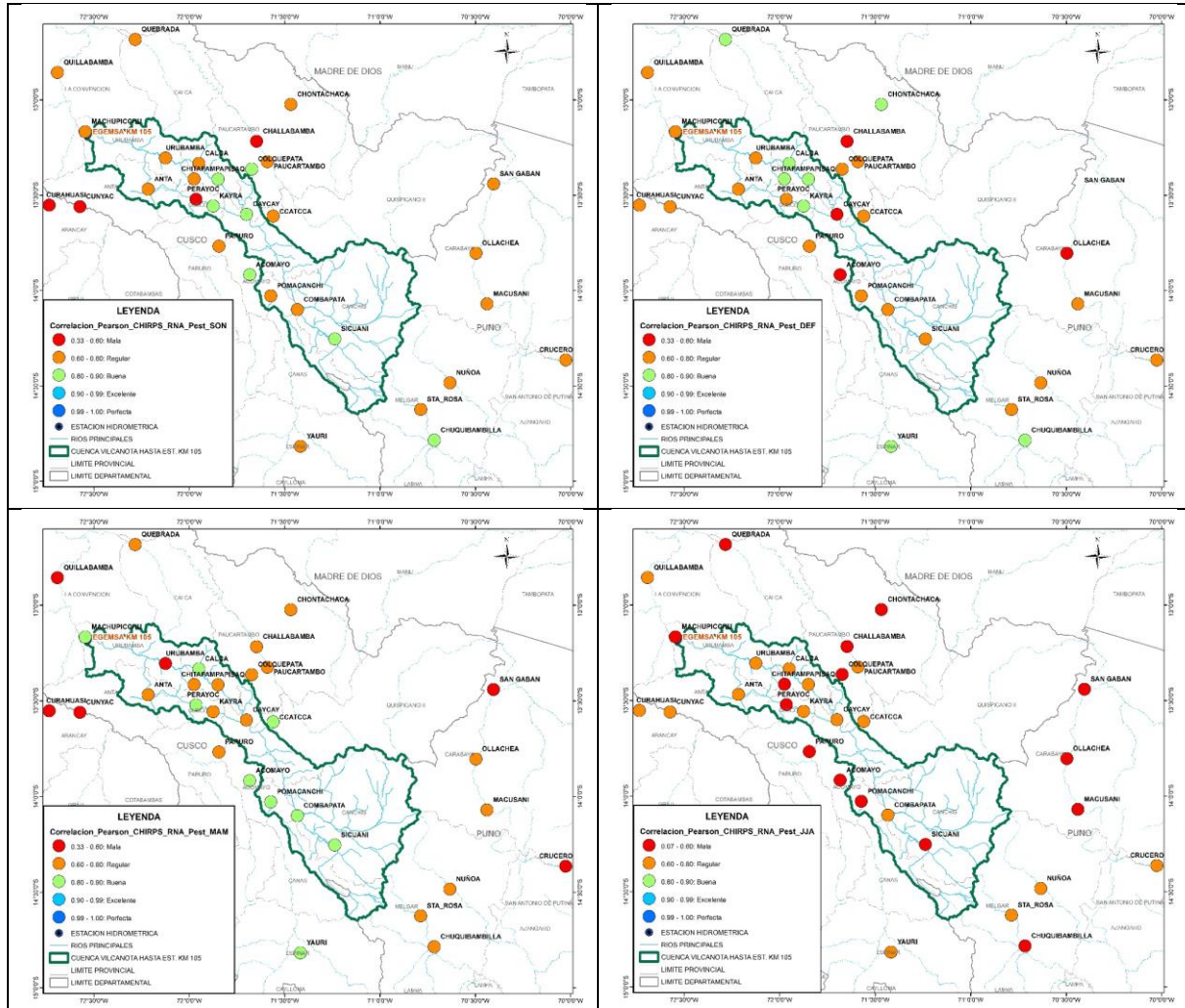


**Figura 210.** Eficiencia de Nash (NSE) de la precipitación estacional corregida de las estaciones SON, DEF, MAM y JJA.



De acuerdo a la **Figura 211**, la precipitación estacional en la estación SON (setiembre, octubre y noviembre), DEF (diciembre, enero y febrero) y MAM (marzo, abril y mayo); muestran una parte como Correlación buena y el resto como regular y mala.

Por otro lado, la precipitación estacional en JJA (junio, julio y agosto) en su mayoría muestran la Correlación como regular y mala.



**Figura 211.** Correlación de Pearson (r) de la precipitación estacional corregida de las estaciones SON, DEF, MAM y JJA.



### 3.6.9. Precipitación Anual

Se realiza el análisis comparativo entre las precipitaciones observadas y estimadas por satélite CHIRPS luego de la corrección mediante RNA.

**Tabla 134.** Precipitación anual observados.

FECHA	CUNYAC	COLQUEPATA	CHITAPAMPA	SAN GABAN	NUÑO A	QUILLABAMBA	KAYRA	QUEBRADA	CHALLABAMBA	CHONTACHACA	CURAHUASI	MACHUPICCHU	URUBAMBA	ANTA	CALCA	PARURO
01/12/1981	628.73	802.10	886.50	5967.43	659.60	987.01	922.90	1755.53	1063.18	6105.48	923.56	2371.00	555.98	846.40	596.67	743.20
01/12/1982	576.36	849.87	831.36	7811.69	695.40	1398.61	786.80	1608.98	973.40	5943.46	964.09	2646.52	600.13	1093.77	667.41	555.20
01/12/1983	345.37	481.85	480.20	8494.46	308.60	1311.55	483.70	1030.05	619.99	4222.51	649.86	2512.02	492.40	882.64	403.06	780.46
01/12/1984	566.90	739.80	773.60	7204.38	851.70	1654.60	800.50	1532.81	963.61	4518.78	429.52	3133.09	699.49	1197.15	682.24	1154.74
01/12/1985	573.48	752.88	630.60	6754.32	704.40	1498.08	728.30	1657.04	982.99	5827.33	843.45	2848.04	578.69	612.80	688.03	1028.25
01/12/1986	497.46	675.20	473.23	6725.80	894.50	1269.03	569.10	1399.86	869.46	5098.95	722.80	2283.21	353.30	599.60	561.38	777.87
01/12/1987	498.18	669.22	650.50	5120.45	402.40	1424.76	630.60	1393.67	851.93	4775.75	657.72	1816.22	479.70	726.44	592.96	713.23
01/12/1988	574.73	758.40	878.20	6593.03	776.40	1788.07	725.50	1563.48	997.04	5069.11	866.72	2385.30	522.50	855.30	563.67	879.55
01/12/1989	498.17	671.81	779.00	7099.57	806.90	1114.93	686.30	1421.49	865.92	4999.55	733.03	1655.30	566.20	601.40	631.55	680.97
01/12/1990	530.99	736.67	831.71	9443.20	827.70	1404.99	641.10	1651.79	933.43	7173.98	798.99	1437.66	519.20	530.90	489.36	546.92
01/12/1991	463.69	614.72	578.70	6433.90	637.30	914.77	682.40	1323.30	801.67	4811.26	683.38	1249.97	494.50	584.27	763.80	485.31
01/12/1992	407.51	545.38	494.90	7290.19	615.34	870.60	609.30	1193.56	717.51	4064.07	599.55	1534.96	406.30	346.80	562.60	566.66
01/12/1993	582.55	764.54	767.30	5643.10	757.86	1058.48	799.90	1584.56	963.96	5492.26	870.95	1989.99	572.00	1394.61	625.00	763.97
01/12/1994	636.76	822.54	844.20	5128.60	853.42	1067.28	798.40	1675.69	1032.93	5130.26	811.75	2027.95	616.10	1631.25	712.50	1028.00
01/12/1995	458.28	590.48	503.80	6523.60	597.15	920.32	560.00	1195.63	739.38	3992.13	635.80	1761.68	410.10	940.90	449.00	683.40
01/12/1996	538.51	718.66	487.30	6937.90	709.95	686.81	610.20	1471.39	896.14	5056.60	644.45	1951.71	456.20	1329.00	584.50	912.00
01/12/1997	617.31	795.13	764.40	7821.50	839.02	913.49	805.30	1559.43	973.30	5246.14	722.65	2196.13	505.10	1100.10	619.53	941.92
01/12/1998	455.29	579.93	614.90	7225.30	623.39	798.01	493.90	1240.74	761.67	3942.20	561.80	1787.93	290.70	671.99	428.50	789.40
01/12/1999	549.14	725.79	634.62	6657.60	672.42	1143.11	543.10	1614.78	1056.57	6017.06	811.80	2297.20	582.30	1382.90	622.14	758.00
01/12/2000	500.26	518.70	686.54	8784.12	673.78	1134.00	652.00	1140.10	1082.10	5708.80	772.10	2206.70	550.00	1004.30	602.41	710.30
01/12/2001	618.83	1064.80	813.29	8750.10	786.45	1269.60	864.10	1304.40	1128.30	5191.30	669.00	2122.70	609.60	1371.01	719.13	893.30
01/12/2002	619.68	889.00	845.52	7260.10	869.85	1202.70	822.10	1681.30	1072.70	5646.00	878.80	2427.50	702.40	1360.30	753.90	1028.10
01/12/2003	702.53	730.70	703.15	5819.30	708.94	1147.50	713.70	1690.60	892.00	5814.46	980.90	2157.50	499.90	923.40	626.35	828.30
01/12/2004	680.48	699.60	710.41	5524.20	719.06	1101.10	632.00	1616.90	727.75	7040.40	760.60	2020.30	524.80	897.70	627.48	819.70
01/12/2005	408.96	505.70	553.28	5861.50	587.79	954.60	638.90	1234.00	536.70	5531.00	570.80	1696.10	387.30	582.20	489.30	591.90
01/12/2006	658.84	644.90	753.02	7661.59	749.34	1126.10	856.30	1847.23	1117.70	4847.92	750.20	2034.50	519.20	875.20	663.75	804.90
01/12/2007	375.68	679.90	622.24	7979.86	613.16	1139.60	621.11	1439.60	941.97	5258.68	678.70	2154.00	459.90	803.00	550.34	754.50
01/12/2008	479.28	768.40	632.51	9079.56	613.37	1064.70	592.40	1349.70	863.90	5156.63	687.30	1730.50	524.90	813.20	550.44	631.00
01/12/2009	486.30	683.70	660.20	9312.27	595.51	1155.00	525.50	1563.00	1052.90	5528.30	690.90	2095.50	569.80	950.80	579.05	832.60
01/12/2010	410.00	813.60	756.21	8088.70	763.87	1214.00	881.10	1429.20	778.60	5307.62	654.90	2314.40	635.40	1012.70	660.76	983.80
01/12/2011	646.84	811.00	778.41	8278.90	758.54	1575.10	740.50	1763.32	1105.90	5601.27	832.30	2640.50	662.80	1120.90	693.99	948.76
01/12/2012	517.30	719.90	769.88	7970.38	747.64	1193.30	689.40	1415.36	1087.90	4841.18	1012.80	2443.18	497.64	886.10	678.40	962.80
01/12/2013	440.83	885.40	766.51	8044.64	799.16	1239.11	808.70	1648.30	942.60	5412.54	751.40	2116.30	694.90	798.60	672.87	943.80
01/12/2014	412.20	702.20	656.72	7175.30	650.92	1224.30	615.48	1565.40	850.60	6214.76	793.70	1938.50	482.70	656.90	574.38	871.60
01/12/2015	479.40	733.80	692.55	7507.30	708.32	1000.50	687.00	1505.10	1029.30	6009.70	783.30	2108.20	467.00	729.40	613.41	886.20
01/12/2016	351.70	533.10	557.20	6040.05	561.05	832.30	548.10	1380.30	623.90	4845.50	653.80	1785.60	498.90	779.40	492.03	747.50
01/12/2017	672.40	666.30	659.19	7720.46	675.64	1146.70	609.70	1270.80	853.30	5251.70	694.10	1916.20	440.10	748.10	583.22	887.00



Tabla 135. Precipitación anual observados.

FECHA	ACOMAYO	PAUCARTAMBO	CCATCCA	OLLACHEA	COMBAPATA	SICUANI	MACUSANI	CAYCAY	POMACANCHI	STA_ROSA	PISAQ	PERAYOC	YAURI	CHUQUIBAMBILLA	CRUCERO
01/12/1981	1136.37	772.81	840.14	1617.43	819.70	870.88	722.17	736.57	1048.63	1052.54	660.93	894.40	921.42	850.90	915.79
01/12/1982	840.46	718.75	635.88	1400.62	676.10	689.41	767.31	680.35	976.29	983.00	865.77	1005.30	981.19	769.40	527.17
01/12/1983	340.74	380.35	325.90	1033.30	401.10	431.76	632.80	422.89	497.76	499.86	255.65	653.20	786.22	360.70	473.67
01/12/1984	855.48	824.69	800.02	1210.71	1146.40	907.65	909.02	686.07	1078.89	1073.16	539.15	930.40	1189.88	1016.50	1007.94
01/12/1985	873.98	732.40	711.78	1516.62	1086.09	825.46	810.30	674.66	980.23	978.08	788.60	882.70	1032.35	833.50	969.38
01/12/1986	749.67	544.69	485.33	1240.18	603.35	769.52	631.43	602.65	670.75	726.92	355.62	737.20	787.46	989.80	1141.22
01/12/1987	928.02	566.60	631.60	1076.82	479.82	729.23	540.49	612.83	768.25	700.53	471.50	927.20	586.79	490.40	770.15
01/12/1988	1031.10	650.03	610.10	1204.20	797.43	547.00	688.24	679.27	855.81	876.14	557.40	953.00	966.13	653.30	859.80
01/12/1989	886.50	657.63	601.40	1106.74	778.02	854.60	513.31	596.40	852.61	829.31	443.70	892.50	693.34	729.40	794.10
01/12/1990	1055.80	682.04	562.39	1215.40	725.80	733.40	421.65	667.16	892.10	1016.20	539.70	958.50	543.01	814.60	865.90
01/12/1991	746.58	589.11	551.90	1002.14	601.80	520.60	375.68	559.02	778.15	696.40	474.80	942.50	596.60	641.60	910.50
01/12/1992	528.20	518.09	538.30	952.73	745.40	524.03	462.12	488.61	661.95	460.50	422.45	722.30	499.37	592.30	1270.70
01/12/1993	775.70	760.00	686.20	1272.93	895.60	779.90	638.80	687.78	857.00	962.25	563.00	963.90	1080.10	850.30	821.50
01/12/1994	705.00	585.00	685.30	1156.90	636.20	763.10	596.90	750.34	795.00	1032.99	738.70	1020.30	893.90	795.20	1389.10
01/12/1995	644.60	601.15	537.90	1022.30	643.30	677.30	465.60	535.05	758.00	856.30	376.00	610.20	834.00	586.10	754.10
01/12/1996	851.50	613.30	557.30	1344.50	791.78	715.80	766.40	644.05	885.70	1005.40	534.20	665.20	792.20	617.70	748.80
01/12/1997	903.70	568.40	569.50	1410.60	855.18	905.70	643.40	725.47	926.32	1234.27	547.50	830.90	936.00	986.10	990.30
01/12/1998	807.20	462.50	443.60	1106.10	617.82	612.40	615.10	542.09	718.10	733.02	476.00	648.10	621.30	685.30	622.00
01/12/1999	781.70	588.40	591.50	1269.20	749.90	703.10	627.80	651.83	702.90	850.70	500.30	687.20	961.20	776.80	815.40
01/12/2000	824.00	683.90	576.50	1256.60	738.08	660.00	604.63	467.70	784.60	839.50	468.50	711.00	860.00	794.60	500.80
01/12/2001	948.60	799.60	931.20	1292.40	914.99	948.40	633.40	902.20	1070.30	746.20	794.20	940.40	1022.50	689.90	627.30
01/12/2002	1087.60	718.30	878.90	1240.67	964.21	1037.80	696.20	623.80	1024.80	935.40	724.50	921.90	964.05	956.00	698.30
01/12/2003	836.20	619.50	621.40	1051.10	782.99	705.70	651.20	788.40	818.50	728.64	559.30	924.30	891.80	774.70	650.00
01/12/2004	1039.30	605.20	748.90	1045.91	792.16	784.30	612.20	548.90	990.30	748.20	601.80	881.20	758.70	793.90	462.20
01/12/2005	662.70	429.20	571.10	734.30	654.70	641.80	584.35	514.00	706.70	694.14	439.00	600.30	731.95	738.30	479.70
01/12/2006	889.90	626.10	825.40	1132.05	869.90	765.10	767.80	691.20	986.80	850.22	691.40	860.80	917.20	817.93	560.70
01/12/2007	878.20	585.10	565.50	860.26	723.52	663.10	544.87	661.10	930.10	773.52	533.50	687.40	651.80	595.00	445.80
01/12/2008	784.40	587.00	714.70	917.56	696.55	716.50	617.03	657.40	784.50	654.96	643.80	670.70	561.50	625.50	513.80
01/12/2009	814.30	581.40	630.25	1096.37	704.11	659.10	574.06	480.90	805.20	671.95	525.70	619.05	772.50	656.70	416.60
01/12/2010	809.50	750.50	694.60	1087.22	845.55	668.40	672.32	619.30	829.10	789.15	902.40	1151.50	729.40	704.60	549.30
01/12/2011	915.70	766.07	830.20	1307.70	878.20	776.49	688.80	760.30	831.24	847.32	673.00	959.75	875.50	811.63	433.20
01/12/2012	914.30	709.80	709.70	1271.52	859.53	735.60	697.98	519.50	946.50	940.24	617.80	863.15	1049.70	832.70	587.40
01/12/2013	748.53	822.70	882.40	1095.01	863.42	721.40	784.37	756.90	911.40	830.00	745.00	941.95	702.60	913.51	633.82
01/12/2014	549.00	711.70	624.89	1117.90	713.64	650.60	748.60	535.10	715.60	714.90	530.10	686.40	740.00	858.03	474.45
01/12/2015	733.20	776.00	704.45	1237.20	783.18	704.40	676.80	579.60	848.90	844.36	382.79	790.58	798.30	836.30	645.50
01/12/2016	398.80	496.00	441.80	996.23	641.29	772.20	497.92	416.10	781.10	705.05	432.91	636.80	628.80	816.90	426.57
01/12/2017	876.40	643.30	702.10	1183.30	739.67	816.80	647.00	569.20	564.80	795.68	448.60	770.54	828.60	744.10	476.20



Tabla 136. Precipitación anual estimada por satélite CHIRPS corregidos mediante RNA.

FECHA	CUNYAC	COLQUEPATA	CHITAPAMPA	SAN GABAN	NUÑA	QUILLABAMBA	KAYRA	QUEBRADA	CHALLABAMBA	CHONTACHACA	CURAHUASI	MACHUPICCHU	URUBAMBA	ANTA	CALCA	PARURO
01/12/1981	587.00	787.73	817.03	5322.54	717.82	1118.10	797.46	1521.15	970.43	4281.88	824.71	2303.30	590.22	881.04	638.90	832.31
01/12/1982	557.09	780.42	716.26	5405.08	657.19	1209.82	749.61	1420.91	1022.97	4209.94	858.75	2239.05	581.97	902.65	636.00	743.23
01/12/1983	411.73	534.72	530.16	5379.87	455.20	1013.28	488.69	985.93	695.02	2994.15	623.70	1861.35	452.62	605.42	433.32	631.59
01/12/1984	570.74	837.20	726.66	5681.23	825.10	1129.47	766.77	1401.59	989.16	3787.44	675.61	2481.41	635.80	950.63	683.38	931.89
01/12/1985	541.85	771.74	673.40	5611.67	780.01	1148.79	750.29	1542.76	1064.84	4071.12	807.84	2499.24	574.02	787.45	664.73	878.02
01/12/1986	475.25	639.23	521.80	6611.88	821.39	1112.29	525.91	1309.45	914.25	3336.91	664.69	2010.88	439.43	686.36	567.66	729.29
01/12/1987	495.51	636.79	658.60	5510.52	543.35	1132.97	609.31	1387.08	850.73	4037.56	607.88	1882.12	528.02	693.56	513.52	663.50
01/12/1988	526.51	735.32	724.95	5229.40	613.17	1284.80	645.15	1455.41	938.64	3828.42	749.34	2146.85	533.20	822.30	590.12	813.08
01/12/1989	527.81	711.87	633.52	5376.12	644.53	1078.61	594.33	1399.69	949.73	3513.81	733.86	1909.09	491.73	677.66	596.21	740.20
01/12/1990	520.00	660.83	693.00	6058.55	656.05	1137.94	624.27	1309.15	821.39	3833.53	708.35	1851.84	513.16	733.87	569.68	636.75
01/12/1991	471.48	602.37	538.73	5303.22	679.50	954.59	619.27	1379.61	833.29	3035.09	632.52	1694.46	511.46	675.44	676.21	618.13
01/12/1992	460.67	552.70	510.16	5981.89	681.07	980.25	485.83	1202.03	731.72	2863.66	560.24	1809.28	465.80	597.59	510.83	636.12
01/12/1993	621.28	693.74	738.58	5530.59	792.29	1105.02	785.72	1501.62	860.45	3968.58	861.16	2146.17	658.69	1134.63	614.81	780.32
01/12/1994	589.48	741.14	783.21	5435.73	834.98	1090.93	750.20	1515.04	945.48	3904.56	847.10	2272.45	591.18	1253.65	711.77	913.15
01/12/1995	469.52	535.20	540.84	5398.37	651.52	988.61	576.05	1197.72	739.79	3027.32	650.85	1934.71	424.77	741.63	515.78	683.31
01/12/1996	585.88	697.90	571.79	5351.24	697.55	1060.31	631.77	1318.84	766.35	3645.29	724.46	1989.99	543.38	1113.41	540.40	818.70
01/12/1997	559.62	647.59	690.22	5587.81	840.45	1107.92	730.13	1365.71	822.93	3463.17	784.07	2079.69	530.68	942.91	587.34	805.27
01/12/1998	509.89	603.19	548.61	5419.15	599.60	909.66	549.50	1248.78	720.02	3009.22	695.68	1858.77	400.47	673.64	473.44	710.71
01/12/1999	628.48	711.53	665.69	4896.71	631.62	1265.51	591.05	1701.75	938.23	3762.21	956.89	2385.28	618.44	1233.86	630.80	758.93
01/12/2000	620.86	671.98	685.38	6038.14	668.93	1116.28	692.67	1325.78	990.79	3861.50	877.05	2228.87	566.14	1082.89	642.20	835.32
01/12/2001	659.17	982.84	868.69	5903.81	789.52	1233.33	919.34	1561.25	1200.97	4592.85	789.73	2146.67	642.59	1216.28	727.61	911.48
01/12/2002	642.28	883.09	793.41	6795.88	782.78	1152.88	760.82	1695.08	1106.65	4129.10	888.36	2282.45	719.92	1207.13	728.54	978.18
01/12/2003	643.73	785.43	708.69	5404.60	703.61	1271.94	747.68	1641.05	1038.99	4149.48	905.70	2183.48	519.41	968.88	641.47	881.82
01/12/2004	614.43	720.94	673.66	6015.27	766.39	1147.02	666.67	1555.66	909.85	4057.29	782.13	2156.78	554.06	920.03	619.44	929.62
01/12/2005	511.26	634.98	548.28	5503.85	593.55	966.16	615.96	1326.53	800.05	3511.63	645.63	1904.50	493.95	695.01	550.25	714.22
01/12/2006	574.99	786.70	777.19	6155.20	738.17	1179.58	835.38	1614.61	1057.58	4010.73	876.35	2351.02	611.87	1016.89	671.47	890.30
01/12/2007	545.49	757.09	671.05	5439.70	716.85	1153.98	694.64	1638.71	1036.79	4056.81	776.77	2086.64	642.63	858.21	638.35	757.10
01/12/2008	554.08	780.86	669.39	6569.11	637.97	1167.71	733.50	1377.91	895.22	4010.54	795.29	1945.26	594.52	854.13	620.96	813.27
01/12/2009	630.40	690.38	735.36	6016.54	650.85	1136.82	638.36	1558.76	976.60	3607.91	828.45	2164.64	578.04	905.67	637.03	810.94
01/12/2010	585.86	728.18	798.08	5597.34	645.37	1121.27	893.58	1633.18	893.89	4021.88	793.75	2192.00	604.17	1082.65	673.25	941.79
01/12/2011	634.75	845.32	790.05	5999.78	785.10	1287.72	782.79	1665.85	1064.34	4158.87	942.13	2269.64	604.12	1167.15	758.65	985.59
01/12/2012	519.38	816.35	808.14	6208.65	797.98	1243.48	879.04	1620.42	958.64	4166.17	818.92	2365.93	554.76	1230.86	715.47	1015.42
01/12/2013	593.80	925.68	773.58	6217.88	783.92	1250.38	875.99	1610.95	1031.08	4001.29	944.14	1889.36	645.00	1011.22	680.03	794.56
01/12/2014	534.66	733.84	668.82	6050.65	761.70	977.32	741.73	1379.26	907.78	4150.09	860.28	1956.49	559.82	863.12	598.37	843.93
01/12/2015	537.59	810.63	674.70	6122.88	649.26	1100.11	702.97	1488.85	969.99	4491.04	824.65	2105.97	523.84	802.24	622.52	717.48
01/12/2016	571.20	801.71	741.10	5636.02	723.99	934.24	660.93	1621.88	950.79	3989.64	937.64	2074.76	543.56	830.12	634.15	802.81
01/12/2017	613.72	1014.37	855.54	6603.53	724.58	1058.05	891.73	1605.70	1070.76	4423.64	918.24	2324.56	691.55	1051.40	743.40	713.11



Tabla 137. Precipitación anual estimada por satélite CHIRPS corregidos mediante RNA.

FECHA	ACOMAYO	PAUCARTAMBO	CCATCCA	OLLACHEA	COMBAPATA	SICUANI	MACUSANI	CAYCAY	POMACANCHI	SANTA ROSA	PISAQ	PERAYOC	YURI	CHUQUIBAMBILLA	CRUCERO
01/12/1981	943.53	733.27	806.31	1348.06	815.35	830.76	704.45	724.47	922.18	917.68	652.67	831.63	812.64	845.21	944.59
01/12/1982	849.41	695.73	731.02	1153.56	677.52	672.83	753.55	652.57	893.60	852.54	602.08	797.34	940.64	745.55	669.08
01/12/1983	469.73	450.10	386.49	1046.22	461.77	461.97	619.99	418.65	524.74	607.42	323.42	583.41	645.34	427.38	575.58
01/12/1984	917.12	753.47	798.06	1254.56	1129.65	932.05	863.76	738.07	992.62	1166.15	634.72	916.69	1137.19	1049.15	1097.00
01/12/1985	778.89	698.14	638.62	1618.03	809.25	795.68	876.47	625.83	947.54	1018.46	669.62	802.37	936.01	863.13	1018.58
01/12/1986	690.69	624.93	547.17	1266.26	639.00	678.18	797.63	538.10	697.20	844.19	375.97	661.82	910.03	788.51	992.99
01/12/1987	725.99	577.48	587.14	1272.47	648.11	681.68	717.92	572.37	718.58	813.46	445.41	737.92	590.69	620.60	925.07
01/12/1988	810.72	642.31	615.32	1170.64	698.45	568.36	699.38	566.06	743.19	784.53	466.06	806.77	795.98	642.19	733.88
01/12/1989	754.77	633.55	623.54	1145.98	758.65	819.96	680.18	573.83	778.20	807.24	490.65	805.51	826.91	740.53	843.35
01/12/1990	710.46	570.79	555.47	1195.75	665.42	710.56	616.15	556.63	742.84	854.50	520.38	824.69	708.78	732.87	763.95
01/12/1991	681.40	565.59	462.42	1221.07	667.08	584.03	561.03	545.36	706.11	872.64	418.04	761.88	684.13	712.48	834.86
01/12/1992	563.52	531.62	450.71	1183.96	630.43	589.65	649.35	491.53	659.36	655.53	411.06	632.58	548.47	626.88	932.17
01/12/1993	737.07	626.06	612.93	1415.46	801.80	760.91	661.41	614.74	837.11	981.04	647.19	928.09	932.88	783.35	842.92
01/12/1994	843.02	609.37	710.66	1319.63	759.53	788.80	688.98	643.88	856.49	967.12	605.23	938.75	887.63	758.68	927.54
01/12/1995	601.94	563.50	483.04	1166.75	607.07	627.04	651.94	485.33	744.77	772.52	383.50	690.66	783.97	587.79	681.96
01/12/1996	779.57	575.23	562.92	1308.67	771.27	783.29	676.78	546.62	836.89	855.50	492.97	756.85	836.49	637.04	831.36
01/12/1997	801.57	568.16	567.70	1171.50	780.44	797.44	791.12	568.62	883.15	973.87	493.75	784.62	830.84	826.02	832.31
01/12/1998	640.77	455.28	481.28	1085.69	617.94	609.40	611.47	494.39	690.82	682.30	408.35	709.30	725.17	662.55	698.49
01/12/1999	708.86	637.27	598.59	1251.30	732.74	690.08	635.64	605.83	802.97	864.00	533.14	747.75	900.57	728.18	716.90
01/12/2000	704.38	602.69	638.66	1339.46	716.97	732.40	744.69	581.66	798.86	845.69	527.83	794.66	932.80	813.52	584.97
01/12/2001	914.42	785.99	878.66	1319.70	932.60	1000.92	723.03	863.78	1021.66	925.11	727.97	1043.42	996.06	818.35	811.03
01/12/2002	1022.31	745.26	846.70	1361.02	926.36	960.69	822.72	739.63	1041.38	987.93	710.32	927.80	1007.78	895.40	775.86
01/12/2003	835.79	738.67	723.97	1143.52	801.40	795.80	697.88	685.60	877.33	828.86	600.48	829.69	820.97	709.25	713.23
01/12/2004	897.63	632.69	681.99	1134.86	762.20	807.17	684.93	657.27	916.50	831.27	549.31	755.01	846.11	840.15	711.37
01/12/2005	684.64	562.49	579.73	1185.48	681.44	706.24	693.92	566.00	761.69	767.26	470.01	759.79	724.98	701.92	698.01
01/12/2006	937.83	708.21	861.53	1192.92	919.82	932.42	673.66	768.29	988.86	842.55	721.71	857.87	854.11	750.19	623.34
01/12/2007	842.79	674.61	646.61	1164.52	851.48	786.99	643.91	676.72	871.05	826.56	553.97	826.61	762.59	651.04	695.80
01/12/2008	816.46	669.38	697.36	1195.50	723.86	727.55	649.79	659.16	856.10	775.39	636.80	756.34	696.85	748.49	604.82
01/12/2009	841.25	589.27	636.79	1174.12	781.84	737.83	659.95	627.81	888.00	721.81	459.71	792.18	742.79	661.17	584.19
01/12/2010	783.40	725.40	767.12	1142.58	798.75	799.25	683.85	742.25	836.84	854.30	665.10	1043.97	791.86	655.70	660.10
01/12/2011	907.88	704.99	792.55	1398.57	896.50	803.57	725.41	768.46	1029.87	841.08	674.57	946.18	838.43	852.94	727.25
01/12/2012	980.23	796.18	842.99	1202.08	907.20	837.06	727.66	725.17	1079.93	890.74	754.08	1017.52	1009.22	908.45	876.95
01/12/2013	845.52	837.39	936.16	1432.51	856.39	896.84	911.78	774.91	961.33	903.96	743.34	997.87	778.72	937.60	977.67
01/12/2014	758.19	763.50	829.47	1432.63	753.63	751.42	886.03	688.38	817.45	882.61	552.82	816.60	832.77	736.56	916.05
01/12/2015	802.24	723.53	766.24	1249.06	784.95	804.33	801.05	657.45	831.62	749.89	436.48	733.68	860.63	662.51	842.48
01/12/2016	722.70	787.53	724.81	1415.62	726.64	760.37	771.32	625.78	972.29	811.09	604.73	772.15	686.38	754.76	866.72
01/12/2017	971.34	882.06	896.08	1497.40	897.96	944.48	995.41	784.97	948.56	842.86	751.17	946.65	831.65	782.21	909.85

**3.6.9.1. Estadísticas de comparación por pares precipitación anual**

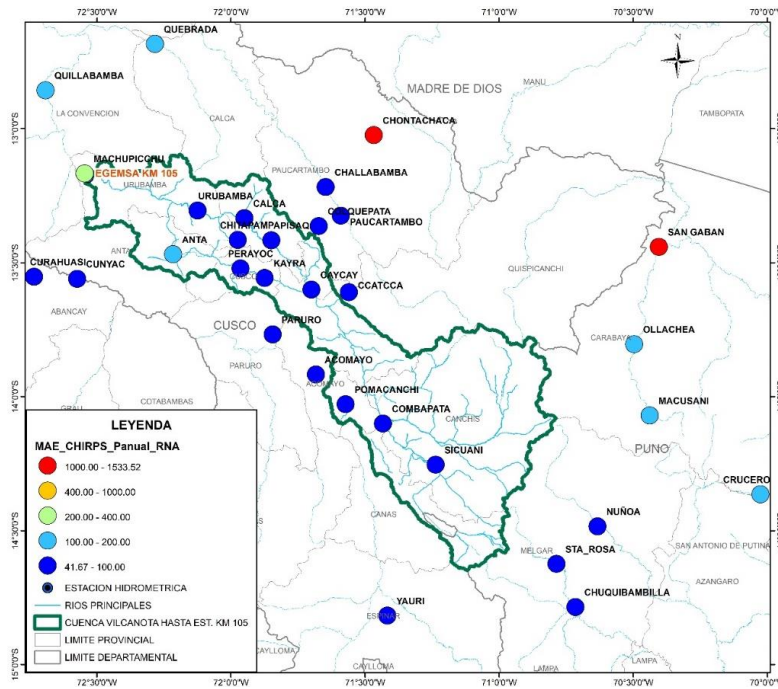
**Estación Kayra**

**Tabla 138.** Resumen de indicadores de la estadística de comparación por pares precipitación anual corregida mediante RNA.

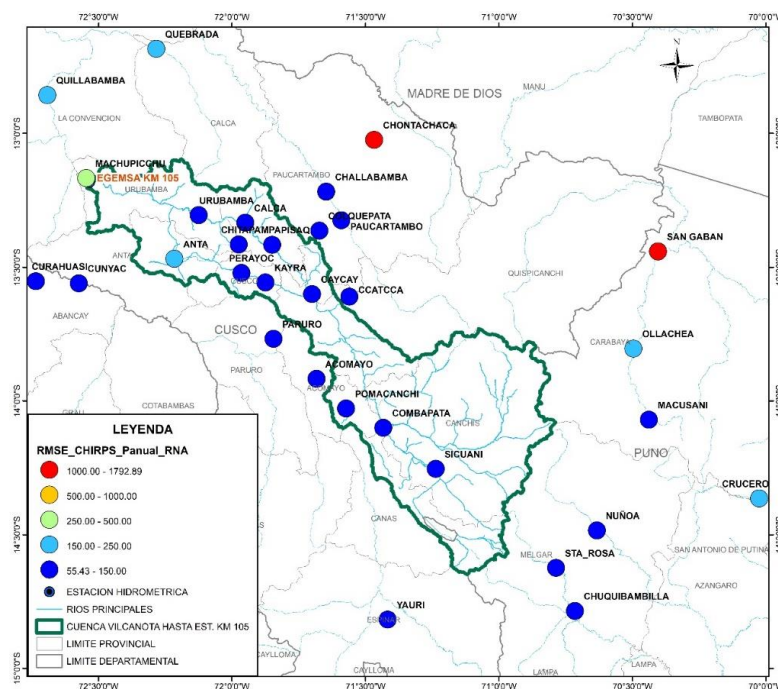
ESTACION	MAE_CHIRPS_RNA	RMSE_CHIRPS_RNA	PBIAS_CHIRPS_RNA	NSE_CHIRPS_RNA	Pearson_CHIRPS_RNA
CUNYAC	63.752	82.957	6.400	0.250	0.610
COLQUEPATA	69.177	98.917	3.400	0.293	0.649
CHITAPAMPA	56.929	75.350	0.000	0.589	0.769
SAN GABAN	1533.526	1792.899	-20.300	-1.509	0.421
NUÑO A	61.913	80.556	0.900	0.549	0.743
QUILLABAMBA	143.004	195.888	-3.800	0.302	0.608
KAYRA	64.548	85.509	2.500	0.434	0.727
QUEBRADA	121.076	153.747	-1.200	0.352	0.635
CHALLABAMBA	91.640	114.205	2.000	0.406	0.661
CHONTACHACA	1479.198	1590.729	-27.800	-3.974	0.573
CURAHUASI	95.336	116.554	5.900	0.092	0.557
MACHUPICCHU	208.707	266.486	0.200	0.513	0.754
URUBAMBA	55.404	73.913	6.700	0.359	0.714
ANTA	140.947	171.342	0.700	0.640	0.812
CALCA	41.671	55.432	3.100	0.572	0.792
PARURO	87.383	105.017	-0.800	0.524	0.726
ACOMAYO	97.257	126.836	-2.900	0.437	0.676
PAUCARTAMBO	61.751	86.783	3.000	0.347	0.666
CCATCCA	62.021	85.974	3.900	0.575	0.814
OLLACHEA	145.920	190.427	8.100	-0.202	0.420
COMBAPATA	57.532	80.827	0.600	0.683	0.827
SICUANI	62.435	76.638	4.400	0.591	0.826
MACUSANI	102.162	128.856	13.700	-0.365	0.576
CAYCAY	77.681	97.779	2.300	0.147	0.552
POMACANCHI	73.579	101.985	1.400	0.414	0.685
STA ROSA	90.842	108.067	2.400	0.521	0.737
PISAQ	69.268	99.550	-0.500	0.528	0.732
PERAYOC	97.238	110.647	-0.700	0.376	0.632
YAURI	74.818	87.157	0.900	0.718	0.858
CHUQUIBAMBII	60.763	77.834	-1.200	0.679	0.827
CRUCERO	172.271	213.245	12.300	0.222	0.595

**Variación espacial de los indicadores estadísticos de comparación por pares**

Las Figuras 253 y 254, indican valores de MAE y RMSE más altas en la ceja de selva, donde están las estaciones de Chontachaca y San Gaban MAE y RMSE superiores a 1000.



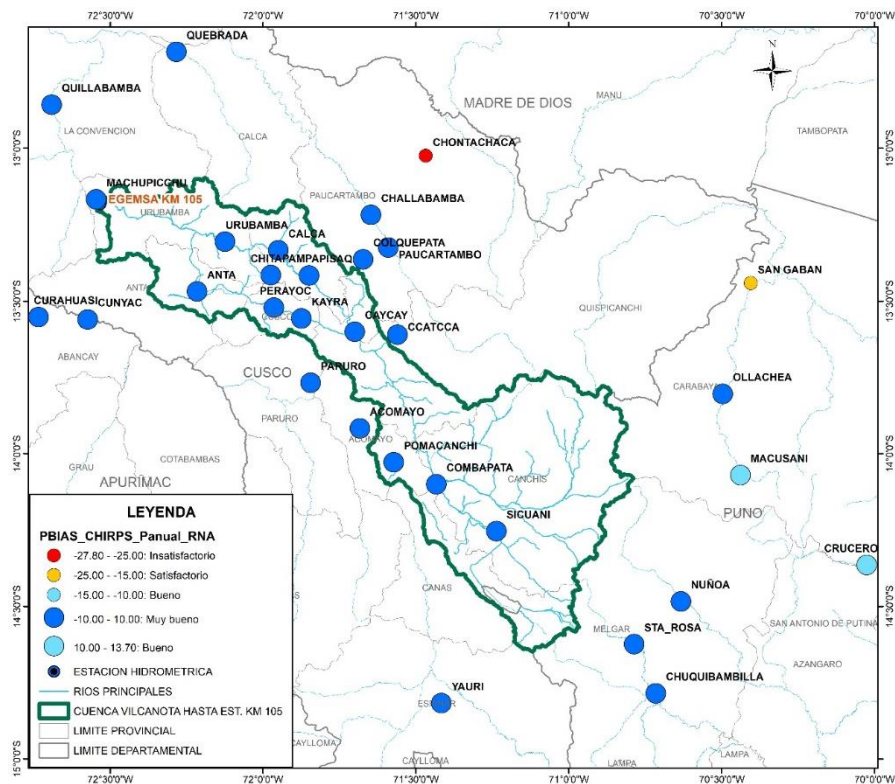
**Figura 212.** Variación espacial del error absoluto medio (MAE) precipitación anual corregido mediante RNA.



**Figura 213.** Variación espacial de la Raíz del Error Medio Cuadrático (RMSE) de la precipitación anual corregido mediante RNA.

De acuerdo al sesgo porcentual con respecto a la precipitación anual observada y según la **Figura 214**, las estaciones de Chontachaca y San Gaban, muestran una subestimación de la precipitación con PBIAS menores a -25 y -15 estando dentro de los criterios de evaluación como insatisfactoria y satisfactoria respectivamente, por otro el resto de las estaciones tienen

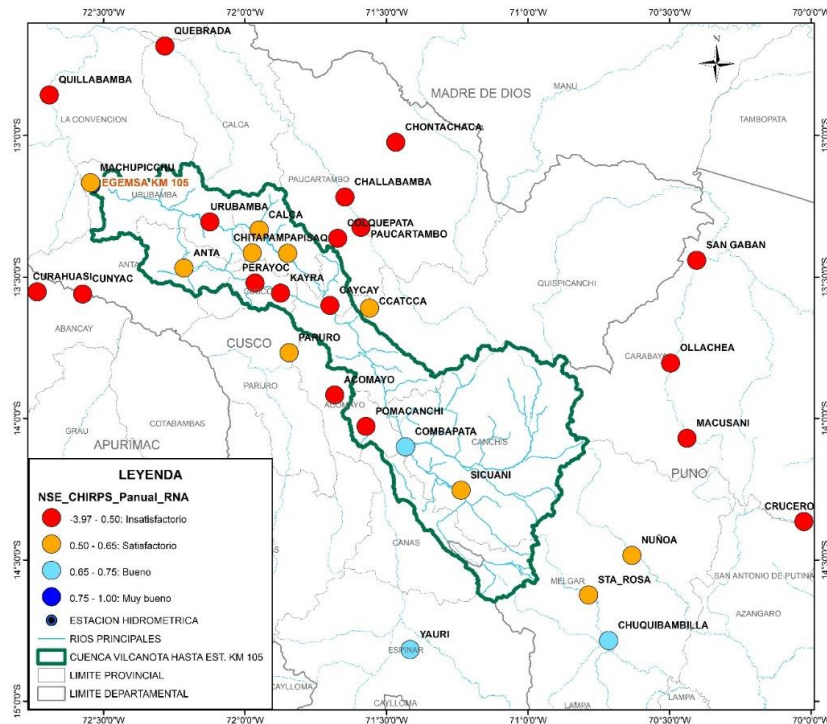
PBIAS entre -10 a 10, son considerados como sesgo muy bueno, salvo Macusani y Crucero tienen  $10 < \text{PBIAS} < 13.7$ , considerandose sobreestimacion de la precipitación anual corregida mediante RNA.



**Figura 214.** Variación espacial del Sesgo Porcentual (PBIAS) de la precipitación anual corregidos mediante RNA.

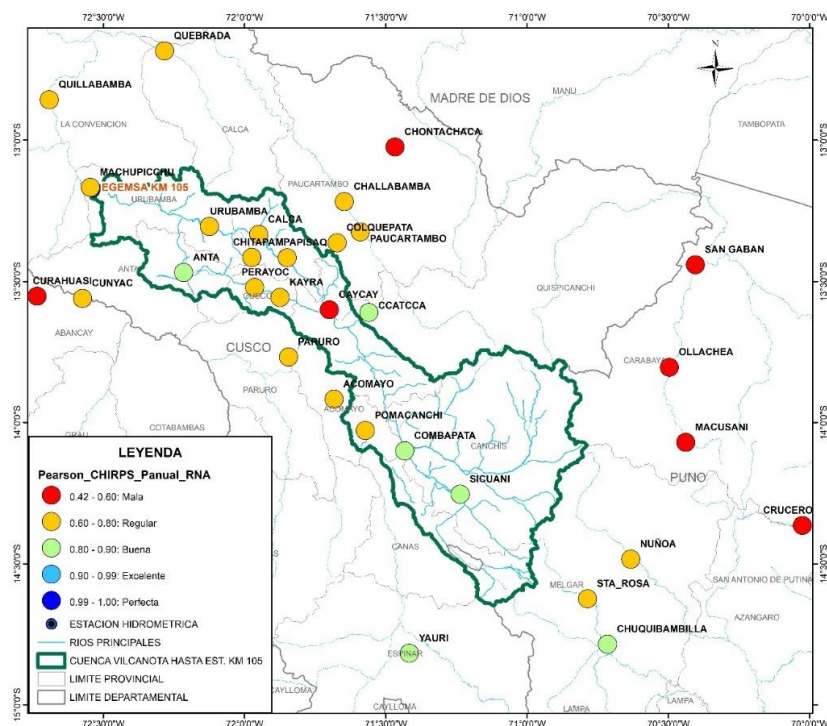
En cuanto a la NSE según muestra la **Figura 215**, solo las estaciones: Combapata, Yauri y Chuquibambilla tienen  $0.65 < \text{NSE} < 0.75$ , lo que nos indica que la eficiencia de la estimación por satélite CHIRPS\_RNA se considera como bueno; por otro lado el resto de las estaciones tienen NSE menor a 0.65, lo que significa que la eficiencia de la estimación por satélite CHIRPS\_RNA se considera como solo satisfactorio e insatisfactorio, en la estimación de la precipitación anual corregida mediante RNA.





**Figura 215.** Variación espacial de la Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de la precipitación anual corregido mediante RNA.

Anta, Ccatcca, Combapata, Sicuani, Yauri y Chuquibambilla tienen  $0.80 < r > 0.90$  (correlación buena); el resto muestra correlación menor a 0.80 (regular a mala), **Figura 216.**



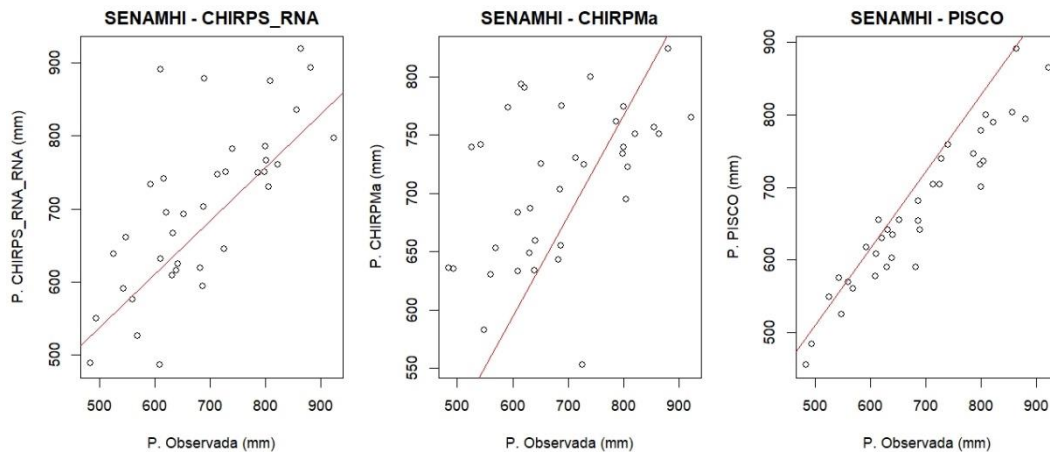
**Figura 216.** Variación espacial de la Correlación de Pearson (r) de la precipitación anual corregido mediante RNA.

### 3.6.9.2. Comparación con otros productos de precipitación anual

#### Resumen de estadísticas de comparación por pares

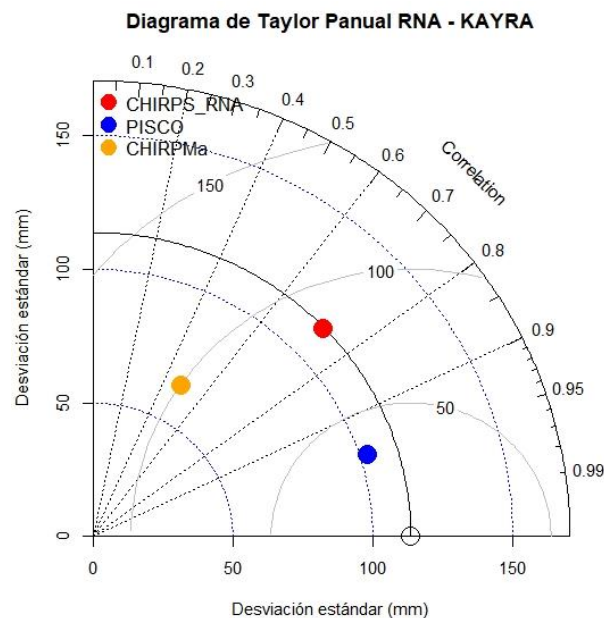
#### Estación Kayra

De acuerdo a la **Figura 217**, el producto PISCO muestra mejor dispersión con los datos observados, seguido del producto CHIRPS\_RNA.



**Figura 217.** Diagrama de dispersión de la precipitación anual CHIRPS\_RNA, CHIRPM y PISCO.

Según el Diagrama de Taylor mostrada en la **Figura 218**, el producto PISCO sigue mostrándose el mejor por poseer mejor correlación menor RMSE.



**Figura 218.** Diagrama de Taylor de la precipitación anual CHIRPS\_RNA, PISCO y CHIRPM.

El Diagrama de Taylor de todas las estaciones se muestra en el anexo A.5.

### Capítulo IV: Resultados

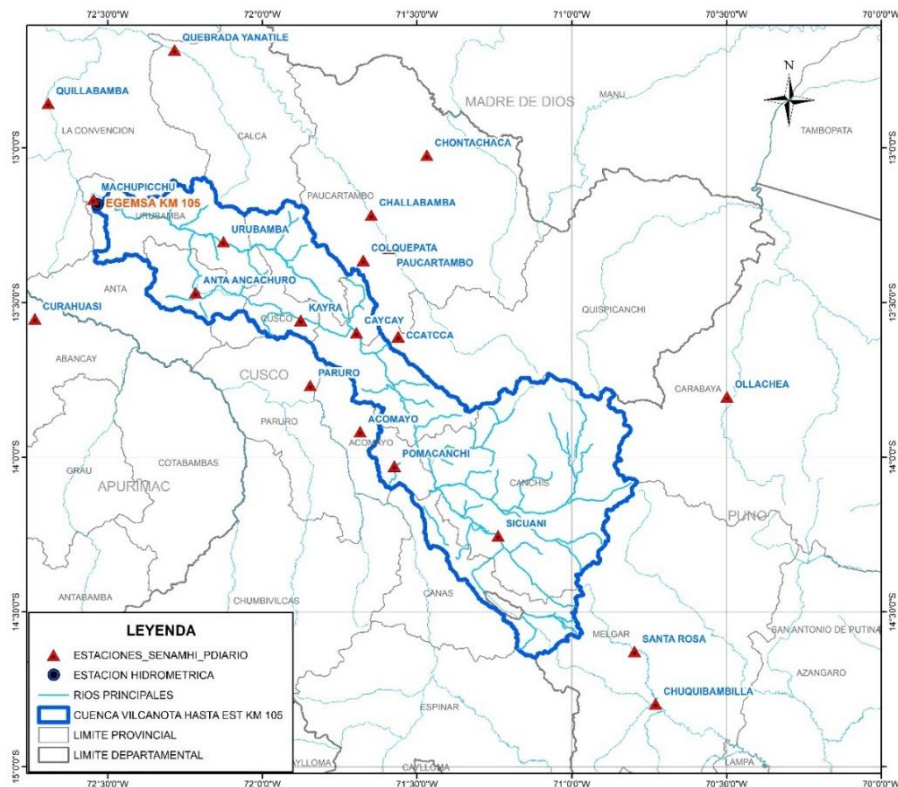
#### 4.1. Precipitación estimada por satélite sin corrección

##### 4.1.1. Precipitación diaria

Las estaciones consideradas para la validación de la precipitación diaria son 20, según se indica en el cuadro.

**Tabla 139.** Relación de estaciones con precipitación diaria.

N°	Código	Estación	Departamento	Provincia	Distrito	Longitud	Latitud	Altitud	N°_PISCO
1	156306	COLQUEPATA	CUSCO	PAUCARTAMBO	COLQUEPATA	-71.6733	-13.3633	3729	390
2	606	QUILLABAMBA	CUSCO	LA CONVENCION	SANTA ANA	-72.6919	-12.8561	990	102
3	607	KAYRA	CUSCO	CUSCO	SAN JERÓNIMO	-71.8753	-13.5569	3219	103
4	654	QUEBRADA YANATILE	CUSCO	CALCA	YANATILE	-72.2836	-12.6836	1050	116
5	6670	CHALLABAMBA	CUSCO	PAUCARTAMBO	CHALLABAMBA	-71.6472	-13.2175	2740	216
6	6671	CHONTACHACA	CUSCO	PAUCARTAMBO	KOSÑIPATA	-71.4678	-13.0239	982	217
7	677	CURAHUASI	APURIMAC	ABANCAY	CURAHUASI	-72.7350	-13.5525	2763	122
8	679	MACHUPICCHU	CUSCO	URUBAMBA	MACHUPICCHU	-72.5458	-13.1669	2548	123
9	683	URUBAMBA	CUSCO	URUBAMBA	URUBAMBA	-72.1252	-13.3036	2850	124
10	684	ANTA ANCACHURO	CUSCO	ANTA	ZURITE	-72.2158	-13.4683	3340	125
11	686	PARURO	CUSCO	PARURO	PARURO	-71.8447	-13.7675	3084	126
12	687	ACOMAYO	CUSCO	ACOMAYO	ACOMAYO	-71.6836	-13.9169	3160	127
13	689	PAUCARTAMBO	CUSCO	PAUCARTAMBO	PAUCARTAMBO	-71.5906	-13.3244	3042	128
14	690	CCATCCA	CUSCO	QUISPICANCHI	CCATCCA	-71.5603	-13.6100	3729	129
15	695	OLLACHEA	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA	-70.4975	-13.8042	2850	131
16	759	SICUANI	CUSCO	CANCHIS	SICUANI	-71.2372	-14.2536	3574	150
17	809	CAYCAY	CUSCO	PAUCARTAMBO	CAYCAY	-71.6955	-13.5978	3150	174
18	812	POMACANCHI	CUSCO	ACOMAYO	POMACANCHI	-71.5728	-14.0281	3200	176
19	823	SANTA ROSA	PUNO	MELGAR	SANTA ROSA	-70.7964	-14.6269	3986	181
20	764	CHUQUIBAMBILLA	PUNO	MELGAR	UMACHIRI	-70.7283	-14.7964	3971	155



**Figura 219.** Ubicación espacial de las estaciones con datos de precipitación diaria.

4.1.1.1. Estadísticos de validación Categórica.

Tabla 140. Indicadores estadísticos de validación Categórica para umbral = 0.8 mm.

N	ESTACION	A	B	C	OBS=A+C	CHIRPS=A+B	A+B+C	POD	FAR	TS
1	COLQUEPATA	2385	1815	2235	4620	4200	6435	0.52	0.43	0.37
2	QUILLABAMBA	2842	1185	1668	4510	4027	5695	0.63	0.29	0.50
3	KAYRA	2222	1888	1835	4057	4110	5945	0.55	0.46	0.37
4	QUEBRADA	3589	794	1400	4989	4383	5783	0.72	0.18	0.62
5	CHALLABAMBA	3105	1372	1227	4332	4477	5704	0.72	0.31	0.54
6	CHONTACHACA	4659	522	1994	6653	5181	7175	0.70	0.10	0.65
7	CURAHUASI	1993	1688	1803	3796	3681	5484	0.53	0.46	0.36
8	MACHUPICCHU	3347	711	2495	5842	4058	6553	0.57	0.18	0.51
9	URUBAMBA	1898	2046	1847	3745	3944	5791	0.51	0.52	0.33
10	ANTA	2332	1678	2046	4378	4010	6056	0.53	0.42	0.39
11	PARURO	2836	1642	2001	4837	4478	6479	0.59	0.37	0.44
12	ACOMAYO	2896	1777	1537	4433	4673	6210	0.65	0.38	0.47
13	PAUCARTAMBO	2235	2162	1551	3786	4397	5948	0.59	0.49	0.38
14	CCATCCA	2110	2297	1538	3648	4407	5945	0.58	0.52	0.35
15	OLLACHEA	3633	1120	1122	4755	4753	5875	0.76	0.24	0.62
16	SICUANI	3366	1746	952	4318	5112	6064	0.78	0.34	0.56
17	CAYCAY	2163	1987	1722	3885	4150	5872	0.56	0.48	0.37
18	POMACANCHI	3127	1725	1668	4795	4852	6520	0.65	0.36	0.48
19	SANTA ROSA	3099	1759	1448	4547	4858	6306	0.68	0.36	0.49
20	CHUQUIBAMBILLA	2749	1964	1281	4030	4713	5994	0.68	0.42	0.46

Según la *Figura 220*, evaluadas para umbral de 0.8 mm en todas las estaciones excepto Urubamba, los Aciertos en la detección de la precipitación son mayores a la generación de falsa alarma y la pérdida de datos, lo que se resumen que hay mayores probabilidades de Detección de la precipitación.

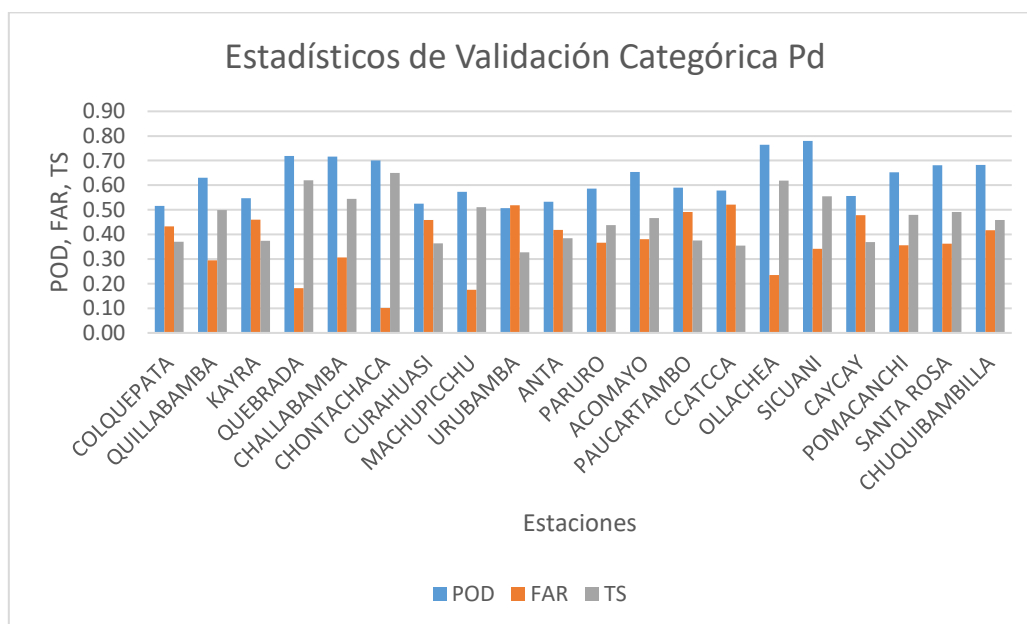


Figura 220 . Estadísticos de Validación Categórica (POD, FAR y TS) para umbral = 0.8 mm.

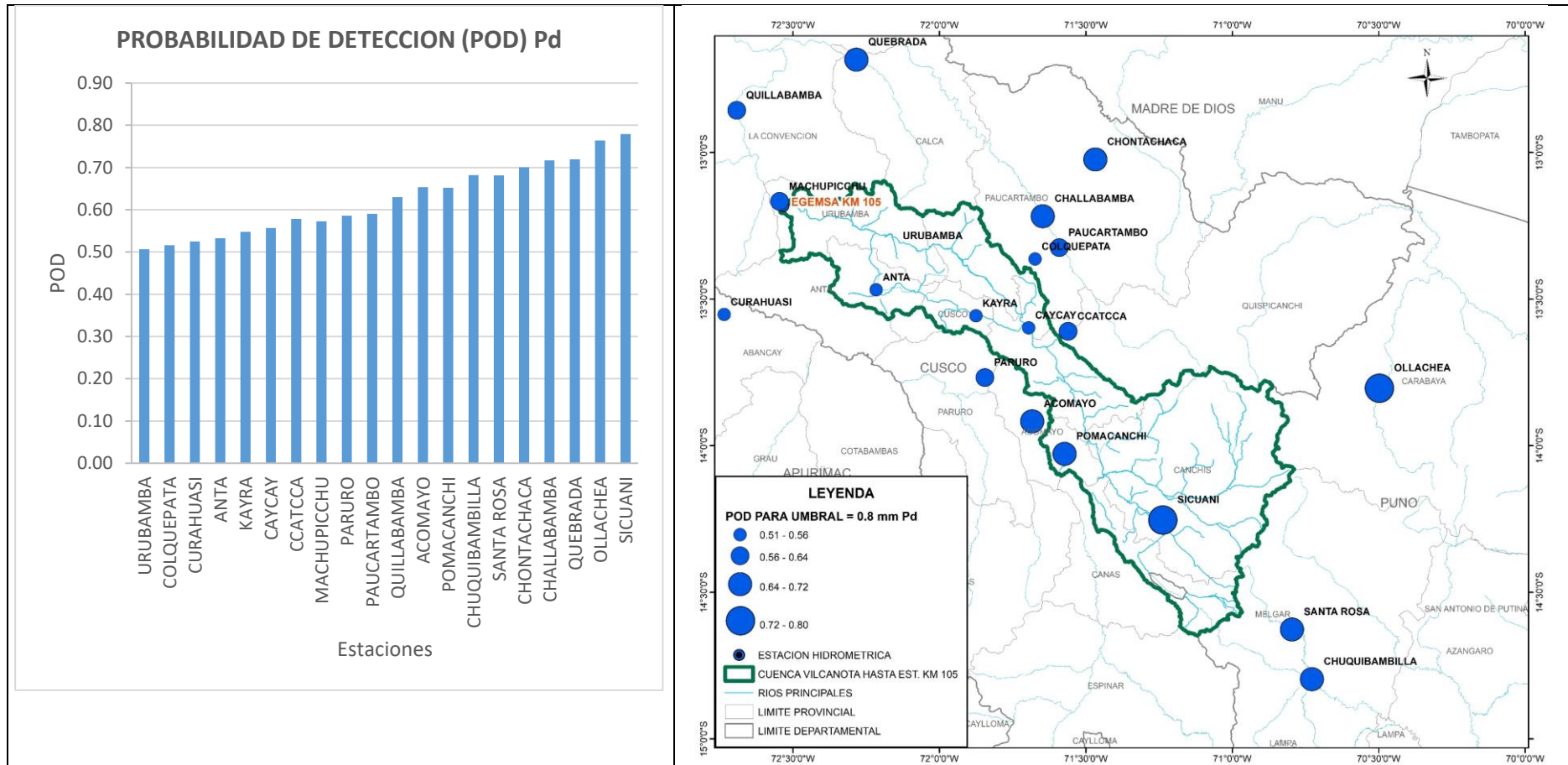


Figura 221. Probabilidad de detección (POD) de la precipitación diaria para umbral = 0.8 mm.

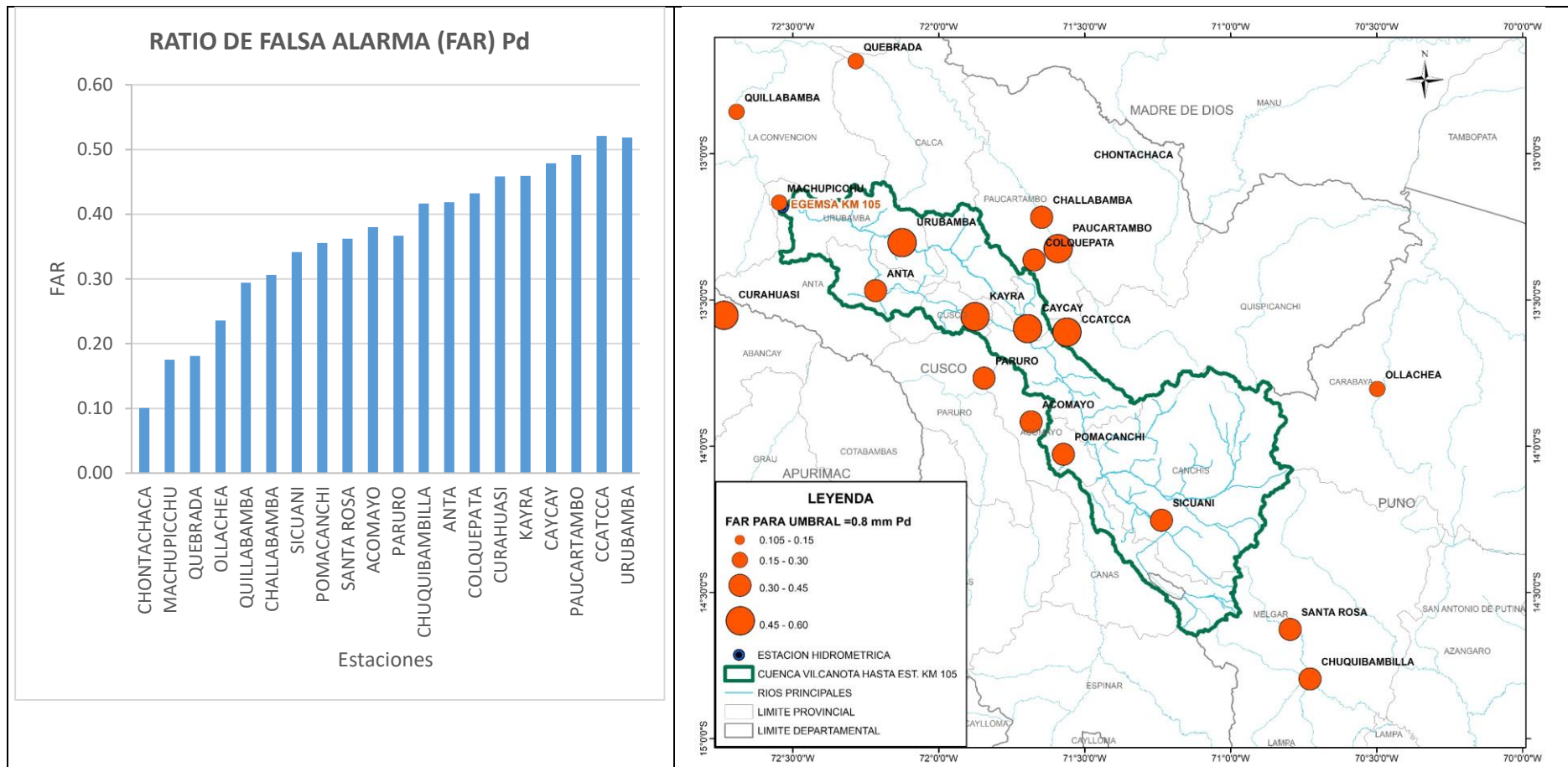


Figura 222. Ratio de Falsa Alarma (FAR) de la precipitación diaria para umbral = 0.8 mm.

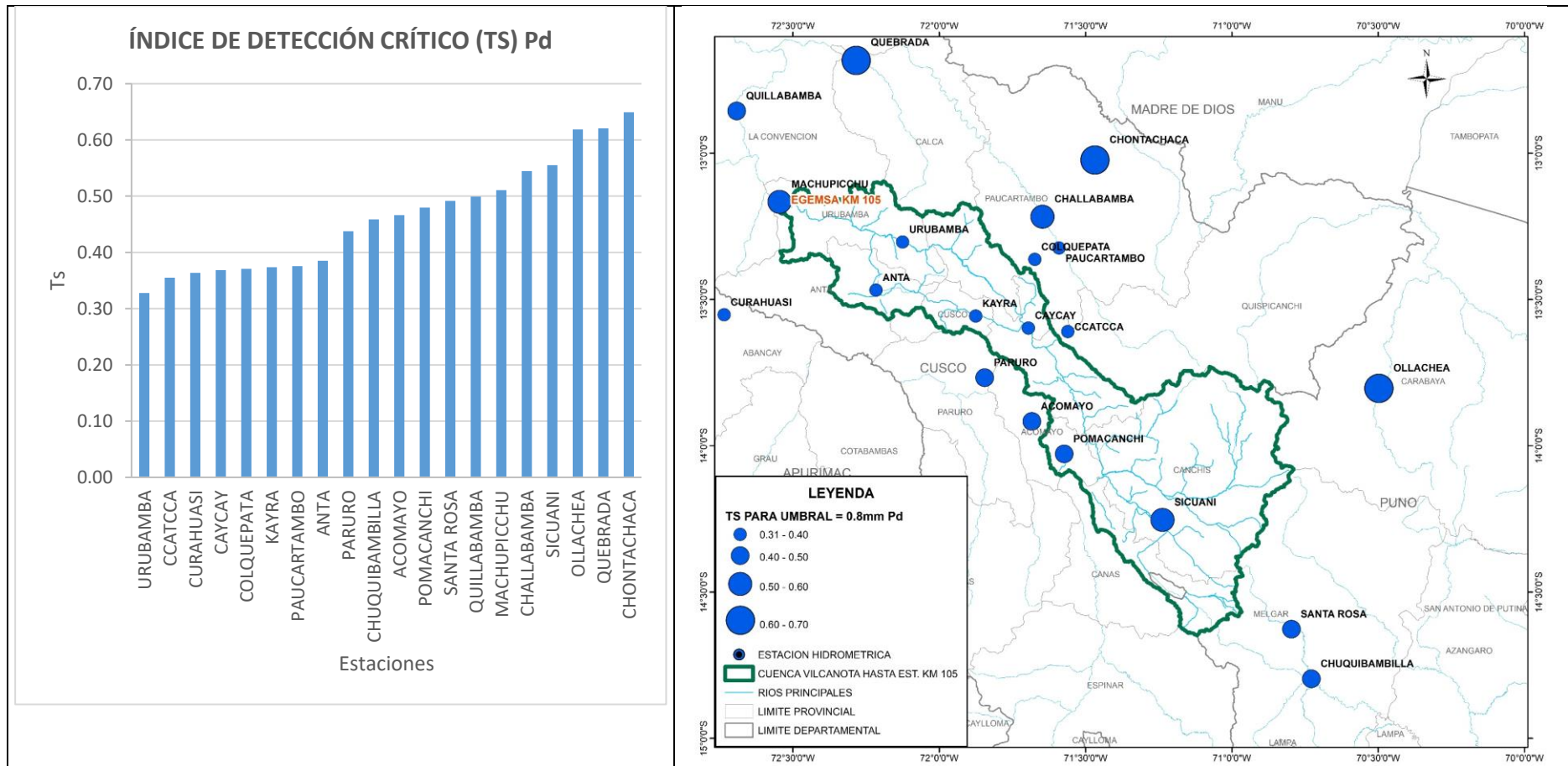


Figura 223. Índice de detección crítico (TS) de la precipitación diaria para umbral = 0.8 mm.



Tabla 141. Cuadro resumen de los estadísticos de validación categórica. Probabilidad de detección (POD)

Table with 21 columns (UMBRAL, COLQUEPATA, QUILLABAMBA, KAYRA, QUEBRADA, CHALLABAMBA, CHONTACHACA, CURAHUASI, MACHUPICCHU, URUBAMBA, ANTA, PARURO, ACOMAYO, PAUCARTAMBO, CCATCCA, OLLACHEA, SICUANI, CAYCAY, POMACANCHI, SANTA ROSA, CHUQUIBAMBILLA) and 11 rows of data.

Tabla 142. Cuadro resumen de los estadísticos de validación categórica. Ratio de falsa alarma (FAR)

Table with 21 columns (UMBRAL, COLQUEPATA, QUILLABAMBA, KAYRA, QUEBRADA, CHALLABAMBA, CHONTACHACA, CURAHUASI, MACHUPICCHU, URUBAMBA, ANTA, PARURO, ACOMAYO, PAUCARTAMBO, CCATCCA, OLLACHEA, SICUANI, CAYCAY, POMACANCHI, SANTA ROSA, CHUQUIBAMBILLA) and 11 rows of data.

Tabla 143. Cuadro resumen de los estadísticos de validación categórica. Índice de detección crítico (TS)

Table with 21 columns (UMBRAL, COLQUEPATA, QUILLABAMBA, KAYRA, QUEBRADA, CHALLABAMBA, CHONTACHACA, CURAHUASI, MACHUPICCHU, URUBAMBA, ANTA, PARURO, ACOMAYO, PAUCARTAMBO, CCATCCA, OLLACHEA, SICUANI, CAYCAY, POMACANCHI, SANTA ROSA, CHUQUIBAMBILLA) and 11 rows of data.





#### 4.1.1.2. Estadísticas de comparación por pares.

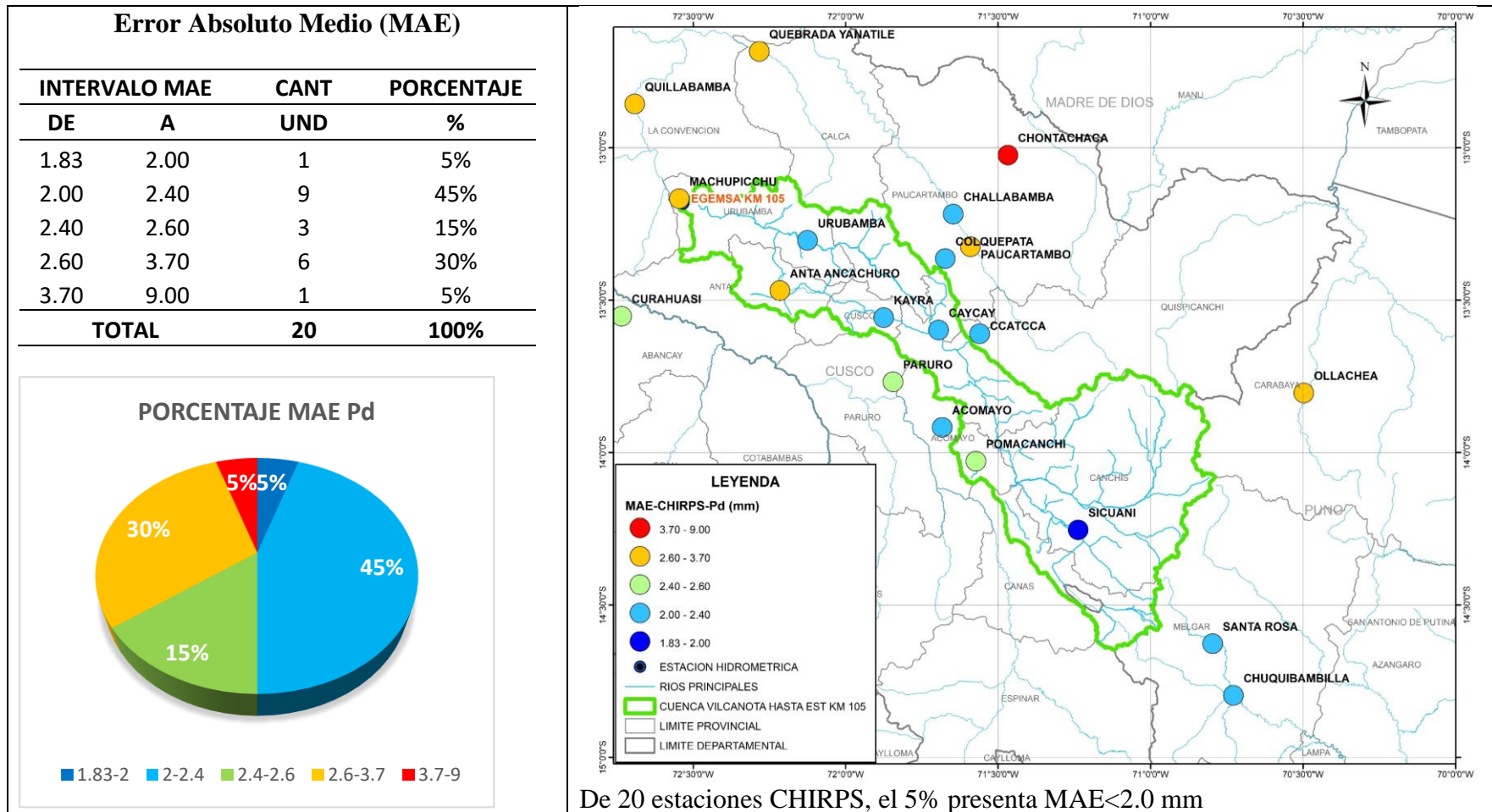
##### 4.1.1.2.1. Resumen de estadísticas de comparación por pares

**Tabla 144.** Resumen de indicadores de la estadística de comparación por pares.

N	ESTACIONES	MAE_CHIRPS	RMSE_CHIRPS	BIAS_CHIRPS	NSE_CHIRPS	Pearson_CHIRPS
1	COLQUEPATA	2.321	4.565	-9.200	-0.307	0.280
2	QUILLABAMBA	2.738	6.312	2.100	-0.064	0.441
3	KAYRA	2.263	4.668	-7.500	-0.242	0.270
4	QUEBRADA	2.811	6.922	2.500	0.142	0.540
5	CHALLABAMBA	2.229	5.291	11.600	-0.005	0.487
6	CHONTACHACA	8.778	17.853	-50.400	0.222	0.555
7	CURAHUASI	2.557	5.526	17.200	-0.636	0.267
8	MACHUPICCHU	3.673	7.700	-37.900	0.124	0.473
9	URUBAMBA	2.372	4.866	39.600	-1.196	0.205
10	ANTA	3.007	6.166	-16.800	-0.169	0.289
11	PARURO	2.434	4.877	-16.500	-0.134	0.322
12	ACOMAYO	2.371	4.867	-12.600	-0.051	0.352
13	PAUCARTAMBO	2.749	5.713	51.500	-1.024	0.272
14	CCATCCA	2.323	4.698	2.800	-0.305	0.252
15	OLLACHEA	2.808	6.043	48.000	-0.310	0.595
16	SICUANI	1.838	3.966	13.100	0.050	0.485
17	CAYCAY	2.040	4.160	-5.100	-0.228	0.302
18	POMACANCHI	2.425	4.886	-14.100	-0.012	0.374
19	SANTA ROSA	2.351	4.804	-13.200	0.019	0.381
20	CHUQUIBAMBILLA	2.214	4.550	-9.400	-0.013	0.357

De 20 estaciones evaluadas el 5% de las estaciones presenta  $MAE < 2$  mm (véase *Figura 224*), el 35% muestran como muy bueno el Sesgo Porcentual, el 35% subestima y el 30% sobrestima la precipitación diaria (véase *Figura 225*). El 100% presenta precisión de la estimación como insatisfactoria (véase *Figura 226*). en 35% de las estaciones no hay correlación y el resto muestra un ajuste de Correlación mala (véase *Figura 227*).

Así se presenta el detalle de la evaluación como sigue.



De 20 estaciones CHIRPS, el 5% presenta MAE<2.0 mm

Figura 224. Error Absoluto Medio (MAE) de la precipitación diaria.

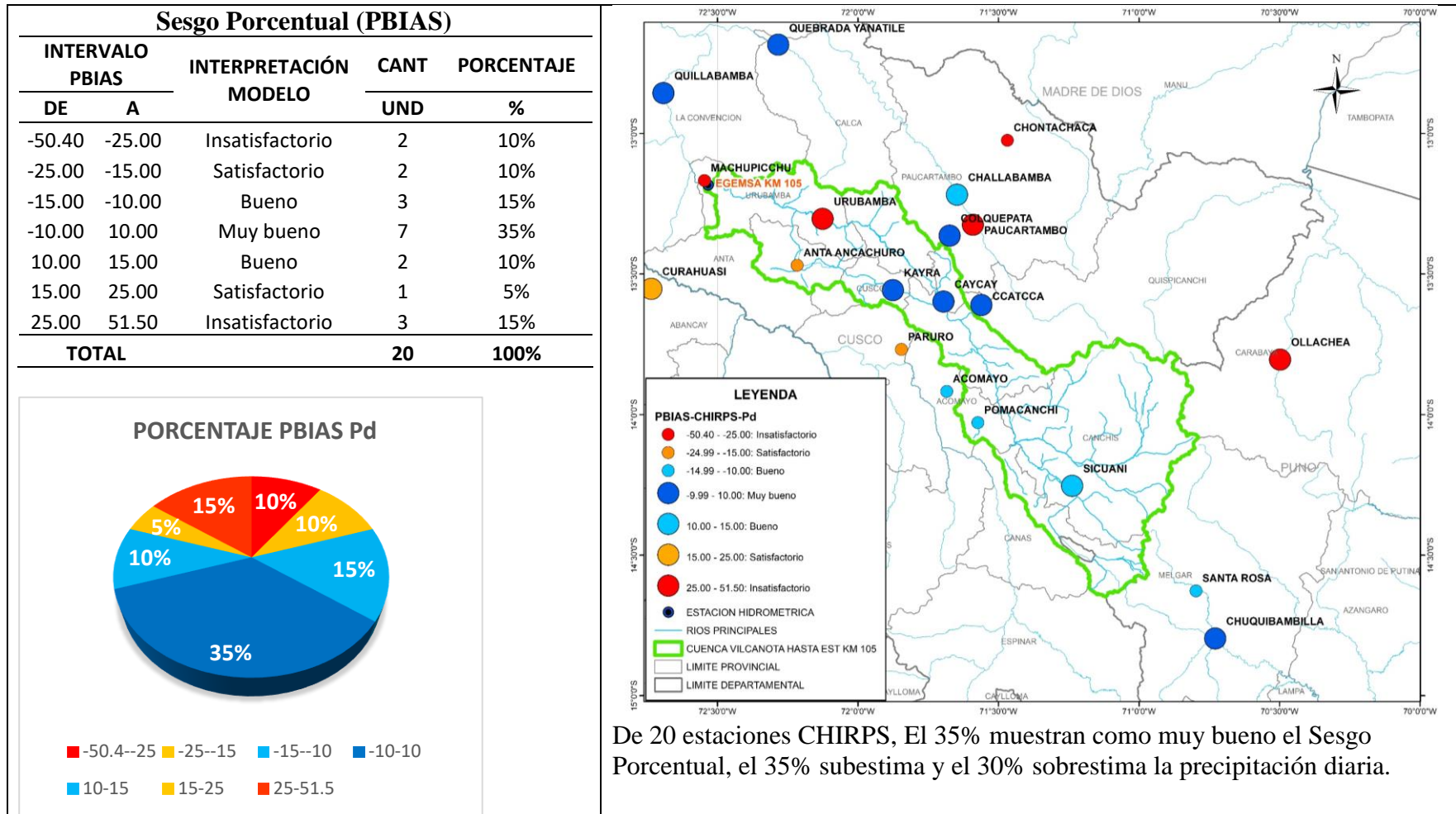


Figura 225. Sesgo Porcentual (PBIAS) de la precipitación diaria.

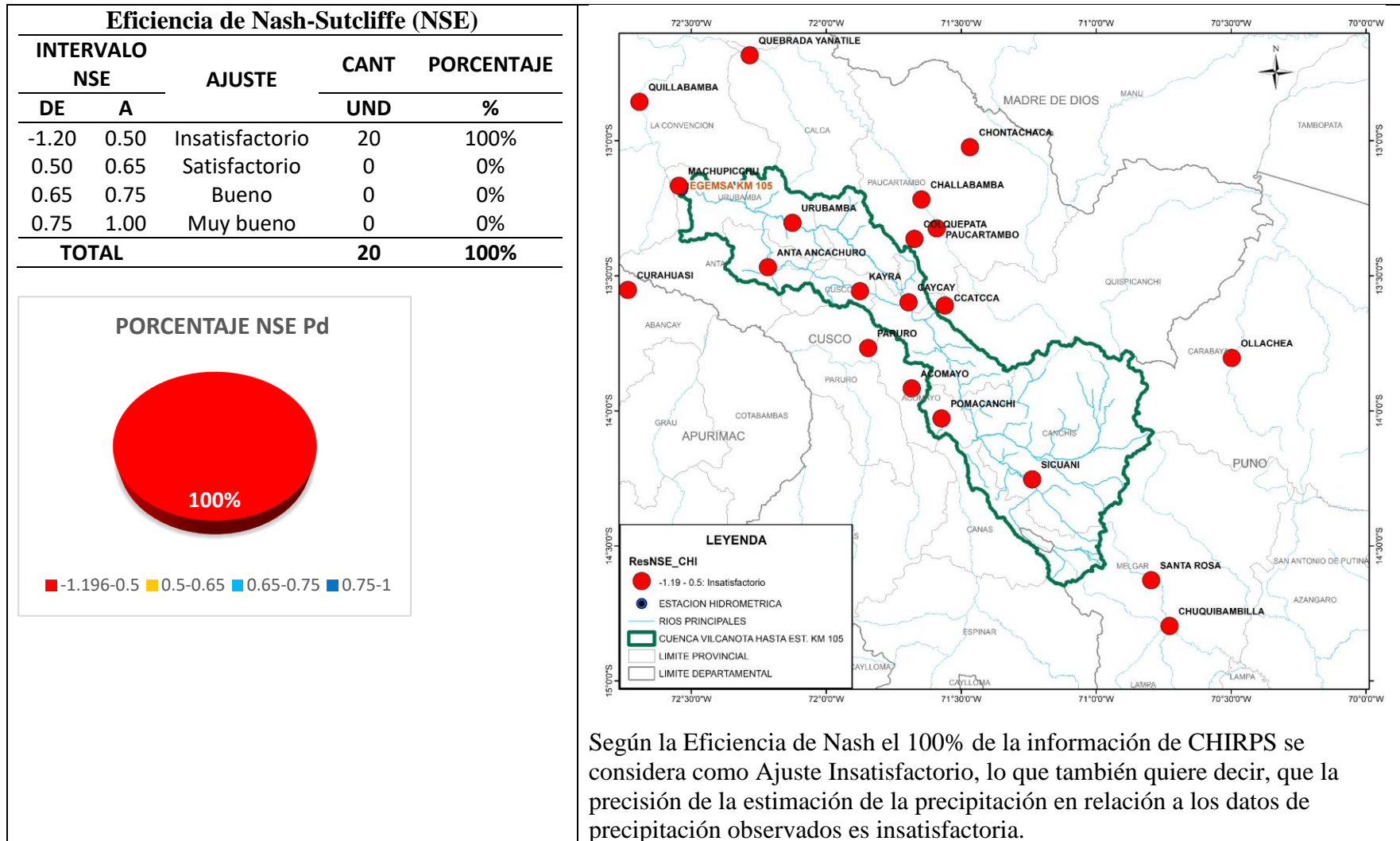


Figura 226. Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de la precipitación diaria.

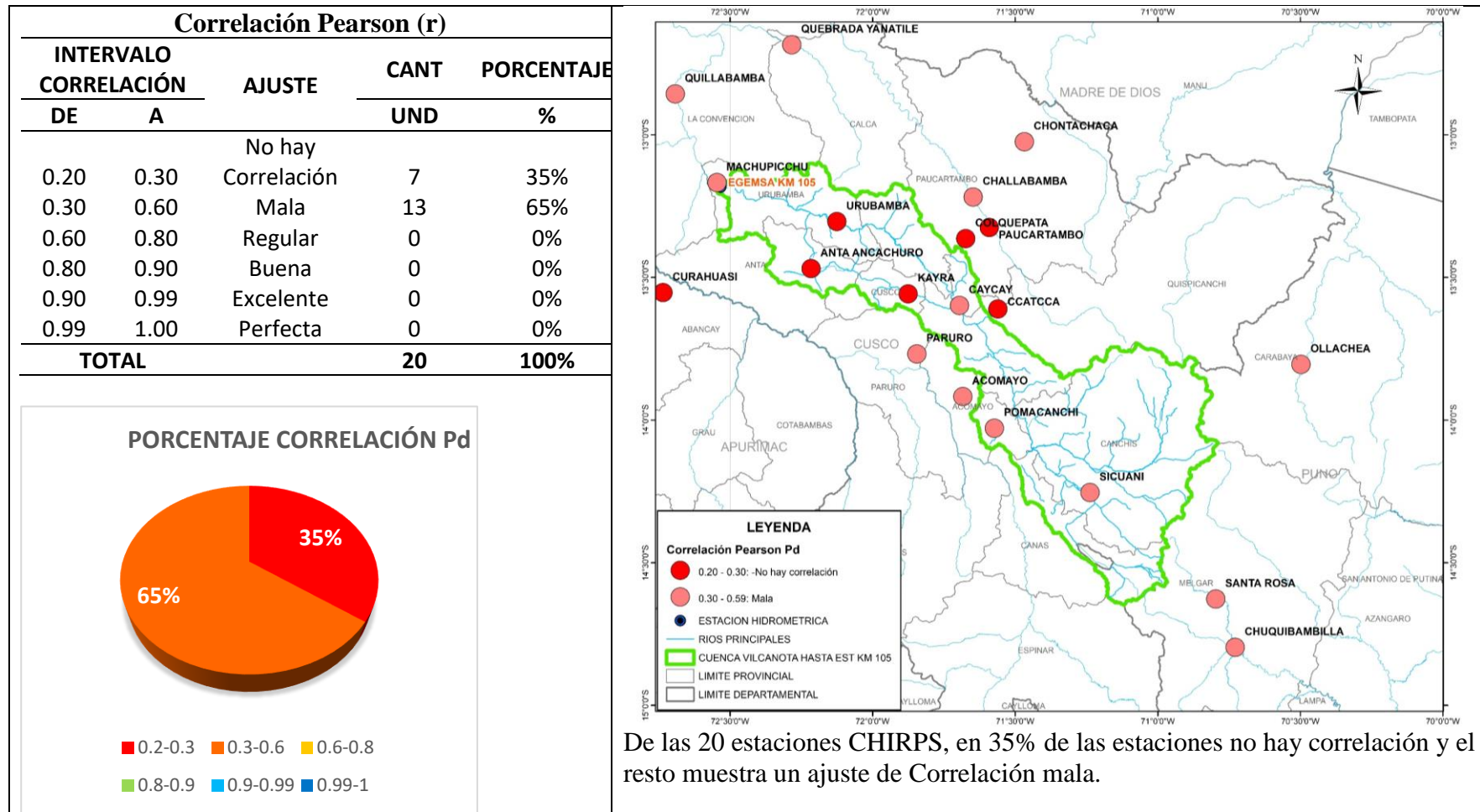


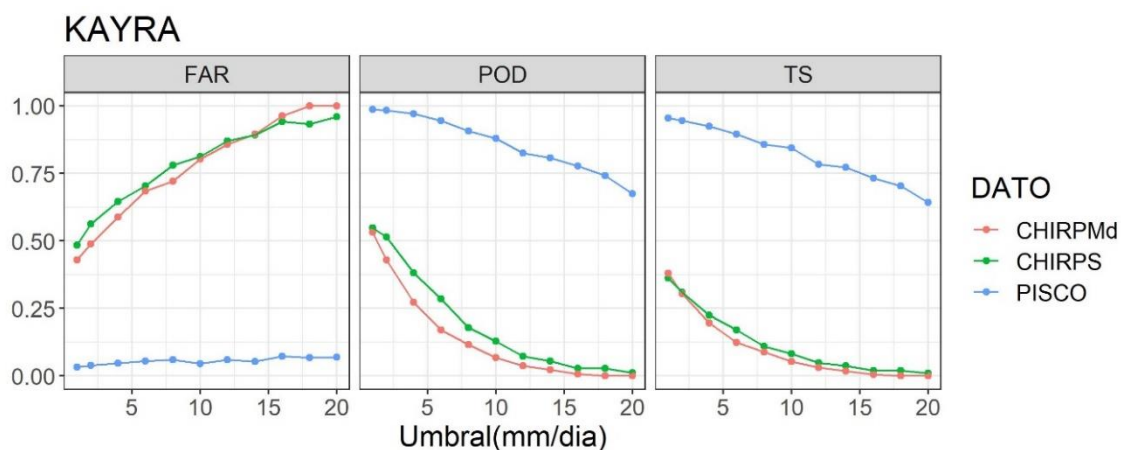
Figura 227. Correlación Pearson (r) de la precipitación diaria.

#### 4.1.1.3. Comparación con otros productos de precipitación diaria

##### Estación Kayra

##### 4.1.1.3.1. Según estadísticos de validación categórica.

Entonces según la **Figura 228**, muestra los estadísticos categóricos que evalúan las capacidades de detección de lluvia para la estación Kayra. De izquierda a derecha se puede observar que los productos CHIRPS y CHIRPM según el umbral de precipitación detectaron la precipitación, pero no los pluviómetros, ocasionando mayores indicadores de la falsa alarma (FAR) que el producto PISCO, y este indicador aumenta a medida que aumenta el umbral; por otro lado con respecto a la probabilidad de detección (POD) para el umbral de  $PO > 1.0$  mm los productos CHIRPS y CHIRPM tienen habilidades similares pero menores a la del producto PISCO, deteriorándose a medida que se aumenta el umbral. Y finalmente se puede indicar que los valores de TS del producto PISCO son mucho mejores que los productos CHIRPS y CHIRPM.

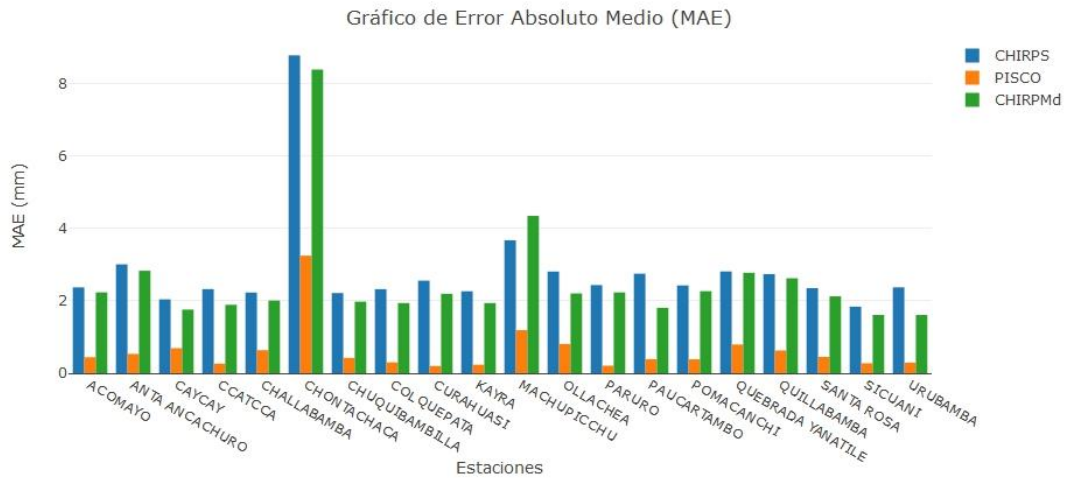


**Figura 228.** Comparativo de los estadísticos de validación categórica Pd. Kayra.

##### 4.1.1.3.2. Según estadísticos de comparación por pares

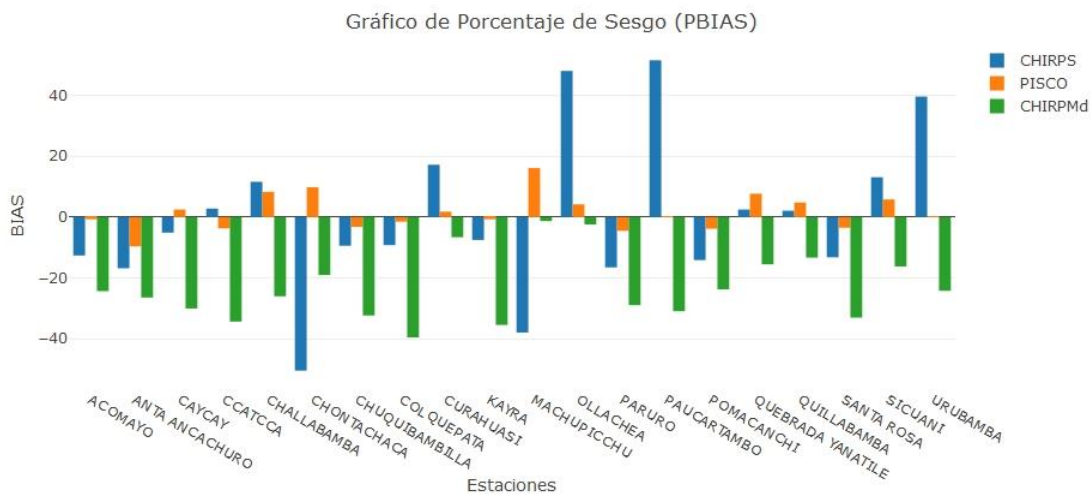
Los resultados de la evaluación estadística de cada producto son como sigue:

Según la **Figura 229**, el producto PISCO muestra valores menores a 2 mm de error absoluto medio siendo menor que los demás productos en todas las estaciones, seguido del producto CHIRPMd que tiene MAE alrededor de 2 mm y por último el producto CHIRPS con MAE alrededor de 2 mm pero mayores a la del producto CHIRPMd.



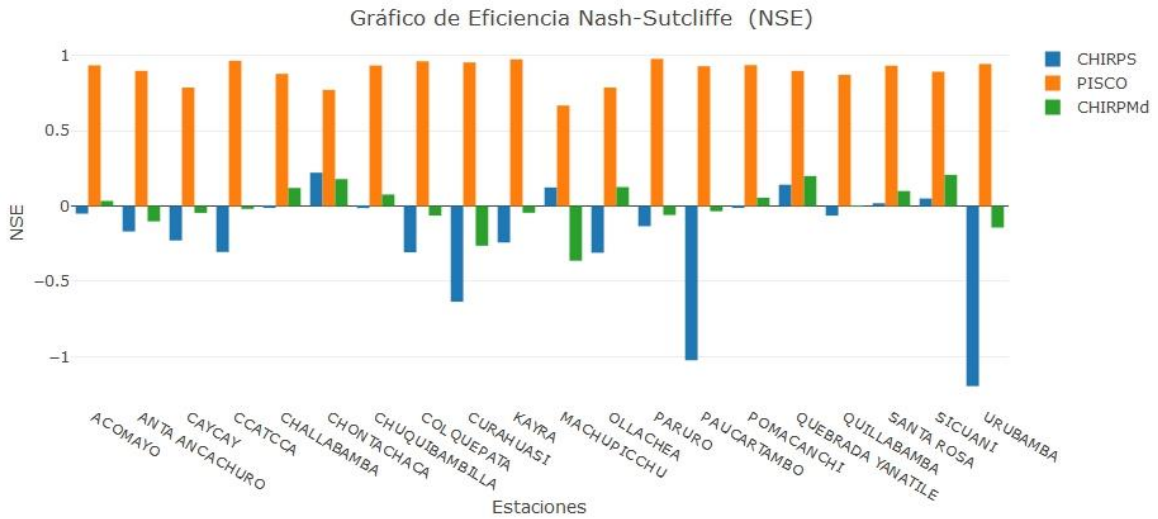
**Figura 229.** Error absoluto medio (MAE) de la precipitación diaria de los productos CHIRPS, PISCO Y CHIRPM por estación.

De la **Figura 230**, se puede indicar que el producto CHIRPS tiene un PBIAS menores a -20 en las estaciones Chontachaca y Machupicchu, lo que indica que en estas estaciones el producto subestima a los datos observados y en las estaciones Ollachea, Paucartambo y Urubamba al tener PBIAS mayor a 20, sobreestima a los datos observados. El producto que tiene mejor comportamiento es el producto PISCO.



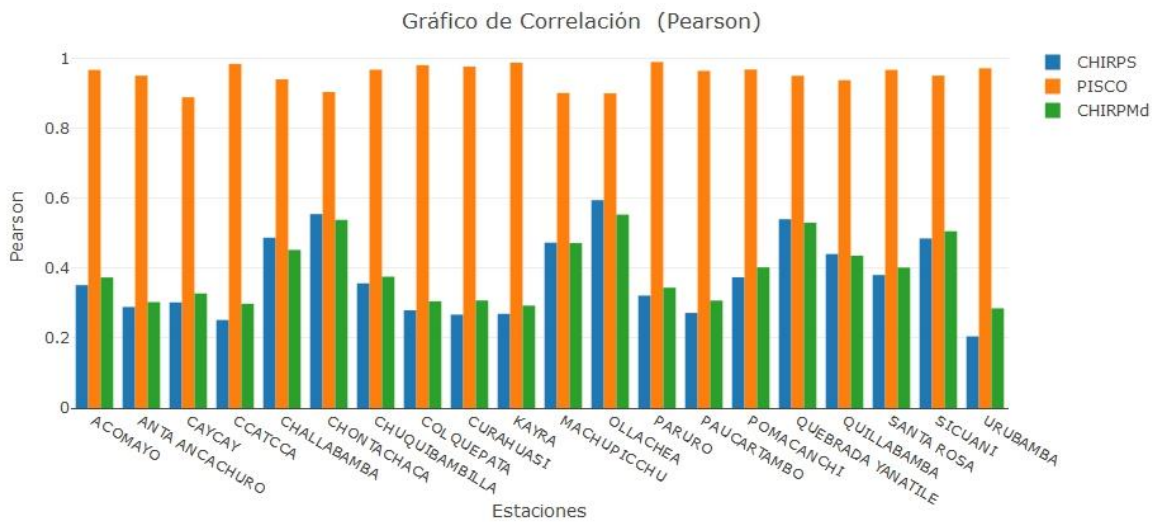
**Figura 230.** Sesgo Porcentual (PBIAS) de la precipitación diaria de los productos CHIRPS, PISCO Y CHIRPM por estación.

Según la **Figura 231**, el producto que muestra mejores indicadores según la Eficiencia de Nash es el producto PISCO, con valores de NSE > 0.65, consideradas como muy bueno.



**Figura 231.** Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de la precipitación diaria de los productos CHIRPS, PISCO Y CHIRPM por estación.

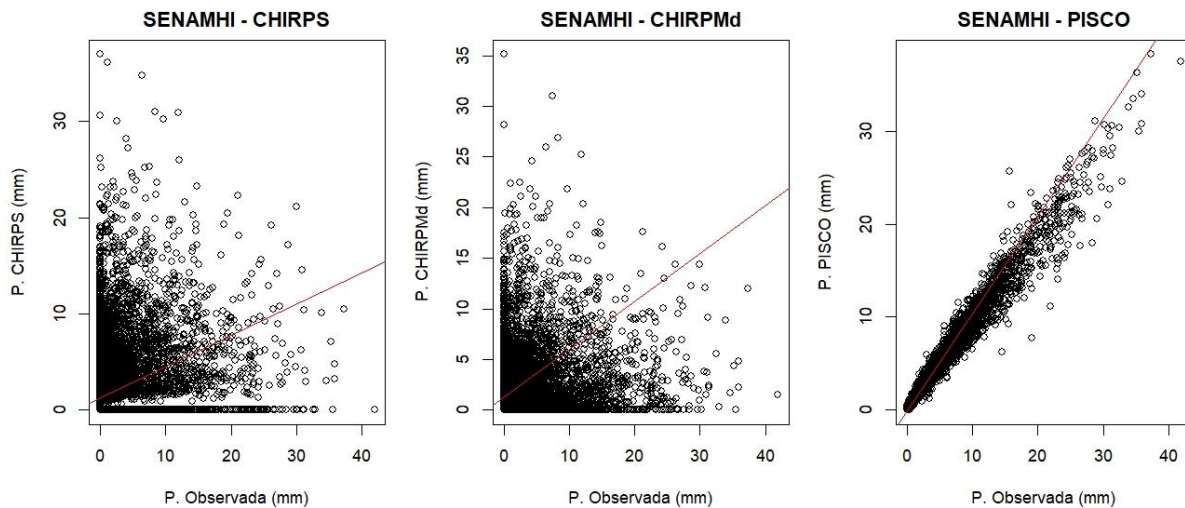
Según la **Figura 232**, de acuerdo a la Correlación de Pearson el producto PISCO con  $r > 0.80$  considerada como correlación buena tiene mejor correspondencia con los datos observados que el producto CHIRPS y CHIRPMd, que tienen correspondencia regular con los datos observados con  $r < 0.60$ .



**Figura 232.** Correlación de Pearson (r) de la precipitación diaria de los productos CHIRPS, PISCO Y CHIRPM por estación.

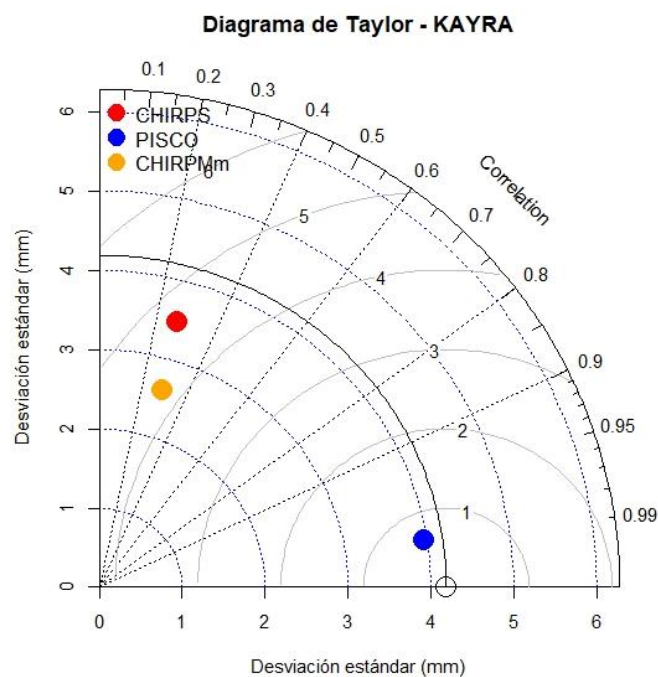
En la **Figura 233**, del grafico de dispersión se muestra se puede indicar que el producto PISCO tiene mejor correspondencia con los datos observados.





**Figura 233.** Dispersión de datos observados y productos a) SENAMHI vs CHIRPS, b) SENAMHI vs CHIRPMd, c) SENAMHI vs PISCO. Estación Kayra.

Y para finalizar la comparación de la precipitación diaria de los productos CHIRPS, PISCO Y CHIRPMd, según la **Figura 234**, donde mediante el Diagrama de Taylor se aprecia que el producto PISCO tiene  $r > 0.95$ ,  $RMSE < 1$  mm y desviación estándar de 4 mm, las cuales están cercanas a los indicadores de los datos observados, que los otros productos.



**Figura 234.** Diagrama de Taylor de datos observados y productos CHIRPS, CHIRPMd, PISCO.

El detalle del Diagrama de Taylor para cada una de las estaciones se encuentra en el anexo A.2.2.



Por lo tanto, de manera general se puede indicar que el producto PISCO tiene mejores indicadores estadísticos en la precipitación diaria que los productos CHIRPS y CHIRPM.

Además, según se indica en el marco teórico “Los productos CHIRP en el paso de tiempo mensual (CHIRPm) y diario (CHIRPd) se calculan inicialmente a partir del producto del paso de tiempo pentadas preliminar (CHIRPpentad)”.

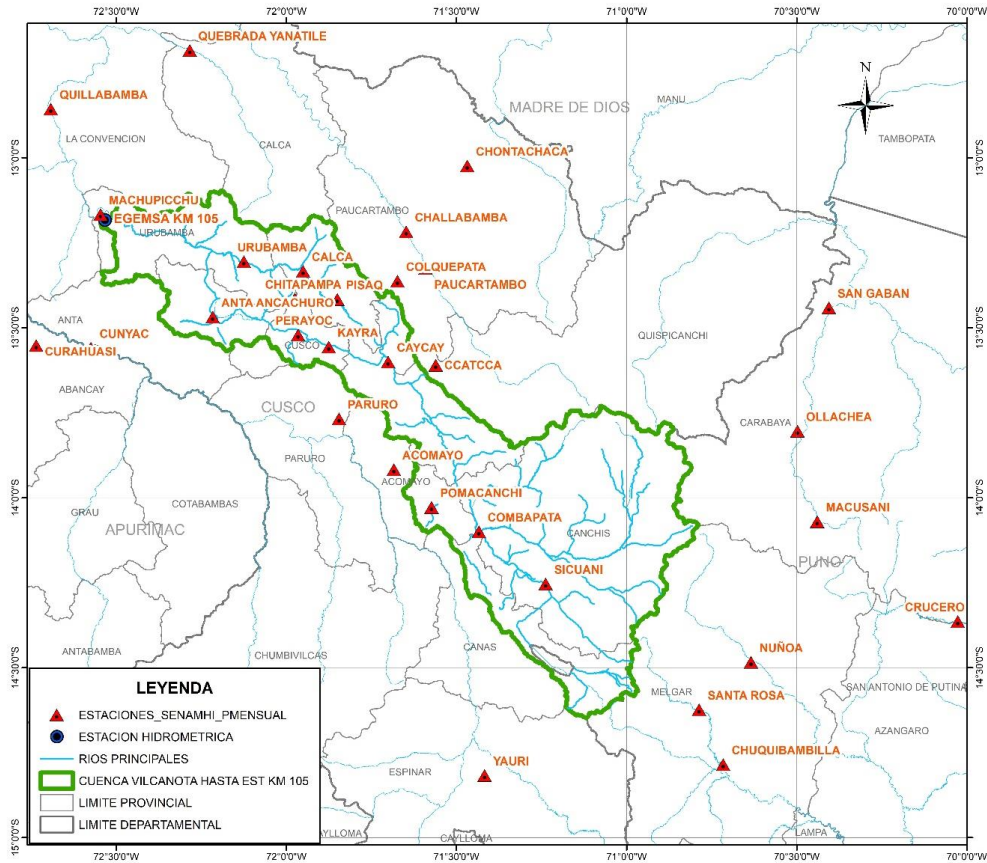
Lo que confirma que la información de precipitación diaria del producto CHIRPS no es resultado de la medición sino del cálculo en base a la medición de tiempo de cada 5 días.

Además, la estimación por satélite CHIRPS tiene limitaciones de detección de la precipitación con duraciones menores a 1 día.

Por tanto, se puede decir que CHIRPS tiene limitaciones de detección de valores extremos de precipitación.

#### 4.1.2. Precipitación mensual

Para la validación y corrección de la precipitación mensual se considera 31 estaciones meteorológicas.



**Figura 235.** Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas – precipitación mensual.

##### 4.1.2.1. Análisis de consistencia de datos mensuales

Como resultado del análisis de consistencia de datos mensuales se tiene:

- Como análisis preliminar de exploración de datos fue necesario eliminar datos atípicos de la precipitación mensual, que en comparación con estaciones vecinas no fueron registrados.
- Según el análisis de saltos en la media y desviación estándar las estaciones Cunyac, San Gaban, Quillabamba, Curahuasi, Calca, Acomayo, Paucartambo, Ccatcca, Ollachea, Combapata, Caycay, Pomacanchi, Santa Rosa, Pisac y Crucero presentan inconsistencias en los datos por lo que se requiere la primera corrección.
- Del análisis de tendencia en la media, se puede indicar que, los datos son consistentes y que ninguna estación requiere de la segunda corrección de datos.

**Tabla 145.** Resumen de estaciones que requieren primera corrección.

	Cambios		Requiere primera corrección de datos?
	Media	Desv. Est.	
Si	5	10	10
No	26	21	21
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>

**Tabla 146.** Resumen de Análisis de saltos en la media y desviación estándar de la precipitación mensual – segunda parte.

Nº	CÓDIGO	NOMBRE	ANTES DE AC	DESPUÉS DE AC	DATOS PERDIDOS	% DATOS PERDIDOS
1	156224	CUNYAC	178	174	4	2%
2	156306	COLQUEPATA	634	425	209	33%
3	156307	CHITAPAMPA	413	413	0	0%
4	156401	SAN GABAN	572	572	0	0%
5	157404	NUÑO A	326	326	0	0%
6	606	QUILLABAMBA	321	321	0	0%
7	607	KAYRA	643	643	0	0%
8	654	QUEBRADA	222	222	0	0%
9	6670	CHALLABAMBA	214	214	0	0%
10	6671	CHONTACHACA	188	188	0	0%
11	677	CURAHUASI	635	587	48	8%
12	679	MACHUPICCHU	232	232	0	0%
13	683	URUBAMBA	626	568	58	9%
14	684	ANTA	406	403	3	1%
15	685	CALCA	317	317	0	0%
16	686	PARURO	531	521	10	2%
17	687	ACOMAYO	588	587	1	0%
18	689	PAUCARTAMBO	346	296	50	14%
19	690	CCATCCA	600	599	1	0%
20	695	OLLACHEA	542	534	8	1%
21	756	COMBAPATA	348	348	0	0%
22	759	SICUANI	583	529	54	9%
23	777	MACUSANI	493	469	24	5%
24	809	CAYCAY	629	216	413	66%
25	812	POMACANCHI	346	298	48	14%
26	823	SANTA ROSA	506	506	0	0%
27	844	PISAQ	630	629	1	0%
28	704	PERAYOC	635	635	0	0%
29	757	YAURI	325	325	0	0%
30	764	CHUQUIBAMBILLA	546	546	0	0%
31	7415	CRUCERO	633	633	0	0%
<b>TOTAL</b>			<b>14208</b>	<b>13276</b>	<b>932</b>	<b>7%</b>

**Tabla 147.** Resumen de análisis de tendencia en la media de la precipitación mensual.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ANTES DE AC	1181	1185	1188	1189	1181	1181	1185	1187	1187	1179	1181	1184	14208
DESPUÉS DE AC	1098	1107	1105	1113	1108	1106	1110	1110	1110	1103	1103	1103	13276
DATOS PERDIDOS	83	78	83	76	73	75	75	77	77	76	78	81	932
% DATOS PERDIDOS	7%	7%	7%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	7%	7%	

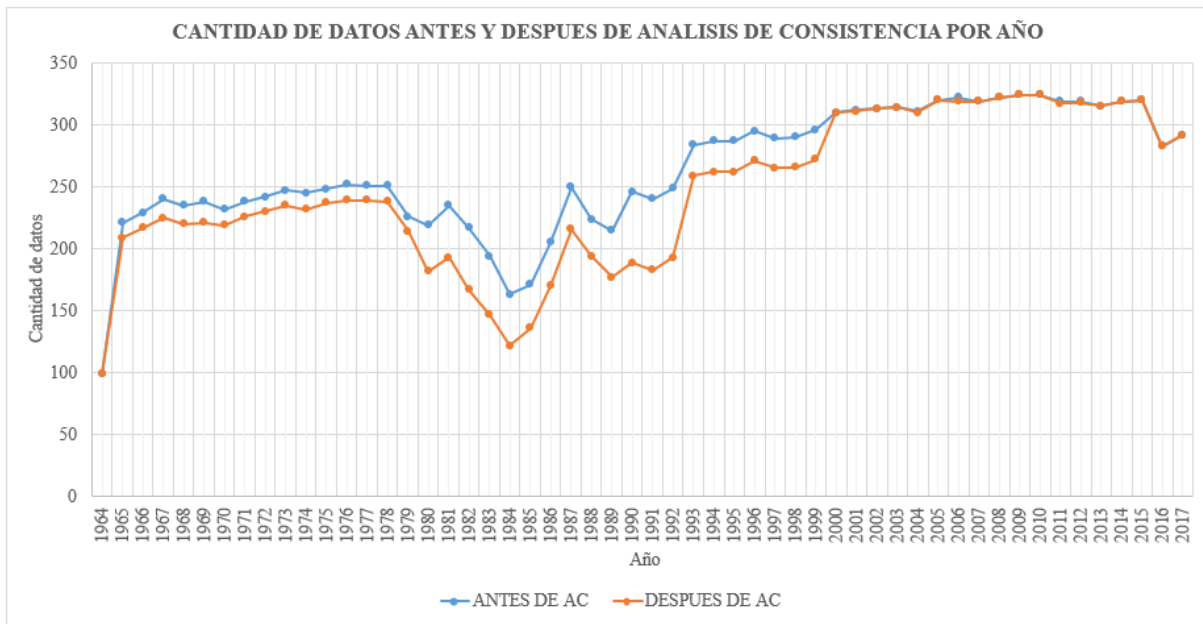


Figura 236. Periodo con mayor pérdida de datos.

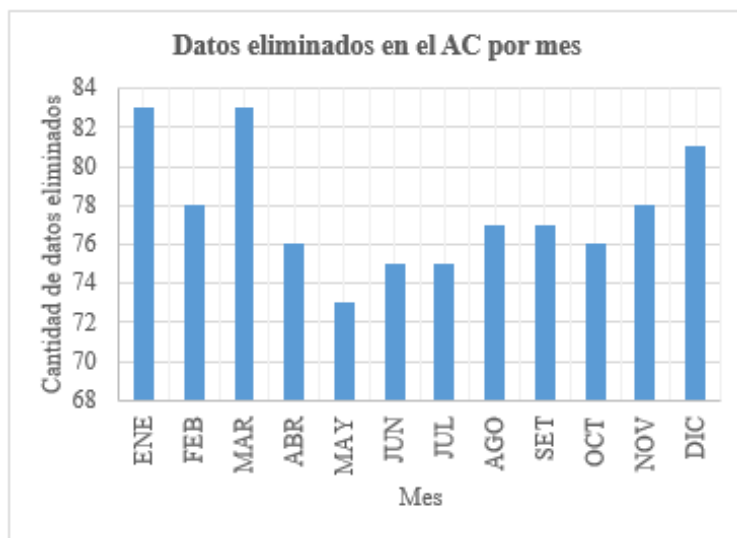


Figura 237. Meses con mayor pérdida de datos.



#### 4.1.2.2. Completación de datos faltantes en precipitaciones mensuales

La completación de datos faltantes se realizó utilizando el método CUTOFF, dentro del periodo del año 1964 – 2017, por lo que se decide formar grupos de estaciones que puedan tener al menos un año completo de datos, formándose así un total de 7 grupos; se define un valor de correlación de 0.80 como umbral, y finalmente se elige el grupo que menores variaciones de la media aritmética y la desviación estándar tiene.

**Tabla 148.** Resumen de los datos completados – primera parte.

N°	ESTACIÓN	INDICADORES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
			datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados
1	CUNYAC	Media aritmética	93.65	93.52	99.40	96.88	90.79	91.61	29.69	30.12	0.87	0.87	1.53	1.71
		Desv. Estándar	32.99	26.28	33.41	25.25	45.54	29.66	21.31	14.61	2.47	1.35	2.78	2.52
2	COLQUEPATA	Media aritmética	144.60	146.08	124.14	121.35	104.40	104.61	43.73	44.81	12.01	12.70	6.16	7.41
		Desv. Estándar	52.61	46.98	38.50	35.82	36.47	34.97	23.81	21.99	12.22	10.84	7.51	10.12
3	CHITAPAMPA	Media aritmética	149.56	149.79	115.59	117.83	93.44	93.72	39.86	39.33	9.89	9.99	7.02	6.62
		Desv. Estándar	57.42	51.72	44.95	39.21	36.47	32.63	24.29	21.09	12.91	10.69	12.89	10.71
4	SAN GABAN	Media aritmética	1014.22	987.01	971.32	952.26	817.08	804.50	527.69	523.51	371.71	375.16	355.14	410.82
		Desv. Estándar	372.72	366.59	357.53	348.21	344.55	335.04	220.30	211.98	189.19	201.61	201.61	405.75
5	NUÑO A	Media aritmética	142.72	143.29	134.75	135.71	111.16	111.65	34.27	33.66	12.38	12.16	5.16	4.53
		Desv. Estándar	56.20	48.55	57.46	46.34	55.96	44.79	25.00	19.83	11.93	9.76	10.23	7.79
6	QUILLABAMBA	Media aritmética	185.69	183.77	175.52	177.44	167.00	166.84	94.47	95.43	40.12	39.71	23.36	23.74
		Desv. Estándar	69.44	59.02	62.65	56.44	66.19	54.20	43.22	39.86	26.79	25.34	26.97	21.36
7	KAYRA	Media aritmética	144.96	143.69	122.31	121.72	97.54	97.54	41.17	41.17	6.64	6.64	3.62	3.62
		Desv. Estándar	46.30	46.80	31.75	31.74	34.29	34.29	23.28	23.28	6.04	6.04	5.98	5.98
8	QUEBRADA	Media aritmética	243.06	234.25	226.84	214.45	210.20	203.26	112.75	108.92	56.87	50.78	24.29	24.16
		Desv. Estándar	67.33	60.56	67.90	60.91	64.50	61.95	34.60	37.04	30.91	28.29	16.97	32.90
9	CHALLABAMBA	Media aritmética	174.76	167.34	175.29	164.85	144.19	138.35	80.07	77.37	18.19	16.17	10.72	10.29
		Desv. Estándar	63.54	50.58	49.25	42.84	48.33	39.00	42.23	33.05	15.31	11.90	8.68	12.41
10	CHONTACHACA	Media aritmética	656.12	623.81	610.84	566.61	621.97	588.78	496.03	470.06	370.17	328.50	324.61	319.19
		Desv. Estándar	151.30	159.30	166.11	142.02	101.35	133.12	91.46	152.58	127.09	180.05	63.56	343.38
11	CURAHUASI	Media aritmética	142.81	142.05	140.37	139.19	118.72	116.70	49.68	49.42	10.14	10.17	3.39	4.27
		Desv. Estándar	50.48	48.19	41.18	40.10	44.55	42.63	26.40	25.73	10.15	9.88	5.05	6.33
12	MACHUPICCHU	Media aritmética	341.81	336.52	322.88	315.53	346.66	340.40	185.81	183.83	75.25	71.59	50.32	50.28
		Desv. Estándar	89.30	85.08	70.36	85.75	88.86	90.76	56.27	68.44	38.32	41.62	36.73	34.05
13	URUBAMBA	Media aritmética	102.03	101.77	87.68	88.30	69.26	69.09	26.88	27.59	6.16	6.17	4.67	4.83
		Desv. Estándar	35.20	35.61	29.94	30.47	27.68	26.26	15.65	15.36	7.56	7.19	9.48	9.06
14	ANTA	Media aritmética	173.20	171.53	174.91	175.99	141.42	140.27	44.10	44.07	7.61	7.55	6.24	6.33
		Desv. Estándar	70.11	61.99	91.57	79.98	88.55	72.61	28.59	24.18	9.17	7.70	9.40	7.68
15	CALCA	Media aritmética	124.95	125.99	103.32	104.14	90.20	89.94	39.54	40.06	7.02	7.19	6.40	6.50
		Desv. Estándar	31.41	32.51	43.95	35.09	36.49	30.32	23.33	19.33	11.05	8.17	9.61	7.69



Tabla 149. Resumen de los datos completados – segunda parte.

N°	ESTACIÓN	INDICADORES	JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
			datos consistentes sin completar	datos completos	datos consistentes sin completar	datos completos	datos consistentes sin completar	datos completos	datos consistentes sin completar	datos completos	datos consistentes sin completar	datos completos	datos consistentes sin completar	datos completos
1	CUNYAC	Media aritmética	1.85	1.86	6.59	6.79	12.49	13.30	36.00	35.86	52.59	53.68	91.01	86.47
		Desv. Estándar	6.34	3.83	8.12	7.10	17.22	10.25	19.07	15.72	35.06	25.58	27.79	23.29
2	COLQUEPATA	Media aritmética	9.97	8.71	13.44	13.05	19.20	19.09	40.67	40.83	55.63	58.47	108.23	105.24
		Desv. Estándar	10.23	9.54	15.49	14.41	16.33	13.98	27.29	23.72	32.82	29.84	44.25	38.20
3	CHITAPAMPA	Media aritmética	4.23	4.67	8.17	7.96	17.17	16.50	44.73	45.83	77.48	74.32	111.89	113.57
		Desv. Estándar	8.18	7.65	10.81	9.14	17.41	14.63	27.82	23.81	33.85	31.88	45.60	39.93
4	SAN GABAN	Media aritmética	418.41	393.39	359.21	346.69	379.61	381.86	563.60	571.95	625.13	616.28	937.00	906.15
		Desv. Estándar	229.19	231.64	245.84	240.79	190.60	181.69	231.66	230.05	205.46	204.33	350.12	343.18
5	NUÑO	Media aritmética	5.71	5.47	9.36	9.32	22.50	20.76	56.63	57.21	64.17	63.12	101.13	102.04
		Desv. Estándar	9.90	8.47	15.58	12.75	17.55	14.60	38.25	30.51	42.45	34.44	48.27	38.83
6	QUILLABAMBA	Media aritmética	24.87	25.41	37.48	39.43	44.25	46.14	94.19	92.47	96.51	99.57	146.28	147.81
		Desv. Estándar	18.79	19.71	25.45	27.73	22.54	19.62	43.95	37.58	66.65	52.64	50.62	45.80
7	KAYRA	Media aritmética	3.81	3.81	5.95	5.95	17.71	17.71	47.86	47.97	70.15	70.18	110.64	110.64
		Desv. Estándar	6.41	6.41	7.27	7.27	12.61	12.61	24.67	24.21	33.91	33.59	34.32	34.32
8	QUEBRADA	Media aritmética	30.76	24.59	37.38	35.74	53.45	55.74	160.66	152.21	129.67	132.59	206.21	193.44
		Desv. Estándar	22.39	22.41	22.21	27.39	23.39	24.34	67.65	64.58	54.72	52.31	65.30	55.50
9	CHALLABAMBA	Media aritmética	14.04	10.92	18.68	17.19	20.22	20.64	64.26	59.13	73.55	74.23	133.73	124.54
		Desv. Estándar	18.05	13.10	14.92	15.92	12.51	10.38	37.68	28.98	68.80	43.86	69.73	47.78
10	CHONTACHACA	Media aritmética	279.02	226.22	274.17	259.92	320.21	328.76	474.86	434.23	449.28	449.78	561.50	518.98
		Desv. Estándar	111.65	196.72	121.78	224.49	92.94	140.79	92.58	151.74	104.60	150.45	127.75	134.63
11	CURAHUASI	Media aritmética	6.78	6.42	9.74	10.07	17.19	16.97	51.21	51.60	82.30	82.32	121.11	117.93
		Desv. Estándar	7.24	7.08	9.57	9.85	15.28	14.81	39.16	37.85	44.22	42.92	48.58	46.99
12	MACHUPICCHU	Media aritmética	54.20	53.16	57.89	59.01	76.44	79.16	160.46	156.41	164.59	170.93	274.45	274.86
		Desv. Estándar	36.27	41.64	32.15	40.31	33.28	30.90	41.00	47.20	49.33	55.18	79.63	79.47
13	URUBAMBA	Media aritmética	5.45	5.67	6.02	6.20	10.06	10.08	32.49	32.52	53.61	54.70	89.60	90.08
		Desv. Estándar	12.27	11.83	8.05	7.72	9.89	9.37	23.76	22.64	24.94	25.33	36.57	36.06
14	ANTA	Media aritmética	6.79	7.18	8.49	8.90	19.90	19.99	69.56	68.63	96.46	96.21	145.51	146.21
		Desv. Estándar	15.74	12.95	9.59	8.70	18.31	14.87	43.40	36.99	56.54	49.05	75.75	64.06
15	CALCA	Media aritmética	4.50	4.89	9.63	9.10	16.02	15.60	38.14	37.94	67.15	65.57	94.24	95.99
		Desv. Estándar	10.47	8.66	13.97	10.76	14.00	11.10	20.61	17.22	29.29	27.46	32.32	28.18



Tabla 150. Resumen de los datos completados – tercera parte.

N°	ESTACIÓN	INDICADORES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
			datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados
16	PARURO	Media aritmética	167.20	165.41	148.95	148.71	127.68	127.57	43.39	43.73	7.10	7.03	2.22	2.34
		Desv. Estándar	62.89	58.07	55.61	54.94	48.82	47.78	22.26	22.30	8.65	8.13	3.08	2.91
17	ACOMAYO	Media aritmética	163.63	164.68	146.31	145.63	132.42	132.19	58.41	59.05	7.97	8.16	4.38	4.61
		Desv. Estándar	60.49	59.64	50.60	49.50	50.99	49.28	28.87	28.34	6.72	6.49	9.86	9.38
18	PAUCARTAMBO	Media aritmética	133.84	129.46	127.60	122.40	98.65	97.85	44.58	46.23	11.82	12.83	5.81	7.27
		Desv. Estándar	38.76	37.42	32.27	33.28	34.77	29.26	27.02	23.31	10.40	11.08	7.18	10.15
19	CCATCCA	Media aritmética	130.04	129.66	122.13	121.58	103.71	103.66	40.51	40.72	8.08	8.19	4.68	4.73
		Desv. Estándar	40.50	41.13	40.16	39.19	37.36	36.31	23.52	23.06	7.77	7.63	8.66	8.60
20	OLLACHEA	Media aritmética	209.98	210.57	192.67	187.15	168.49	165.77	73.46	73.97	28.30	28.09	15.85	18.73
		Desv. Estándar	72.24	68.42	72.11	67.56	63.15	62.73	47.94	45.68	22.07	20.72	13.53	20.48
21	COMBAPATA	Media aritmética	142.58	142.45	129.78	131.93	128.64	131.14	64.05	65.58	10.87	11.25	3.01	2.92
		Desv. Estándar	49.23	45.28	51.46	42.92	48.18	42.44	46.21	38.70	15.07	12.20	6.31	4.97
22	SICUANI	Media aritmética	136.37	135.91	132.30	129.05	123.09	121.65	54.97	55.41	9.46	9.43	2.71	3.03
		Desv. Estándar	40.36	41.31	43.66	41.71	42.04	40.06	26.77	26.25	9.77	9.42	4.80	4.86
23	MACUSANI	Media aritmética	121.14	120.16	124.69	120.97	96.60	94.20	38.27	38.15	10.27	9.81	3.00	3.02
		Desv. Estándar	46.38	44.69	37.36	39.77	34.46	33.06	24.94	23.50	10.96	9.85	4.94	4.30
24	CAYCAY	Media aritmética	135.78	133.62	123.73	119.73	94.67	94.40	31.31	32.05	7.38	7.35	5.12	5.71
		Desv. Estándar	48.31	38.87	40.88	32.48	49.91	34.03	20.87	15.36	6.57	5.32	8.77	8.58
25	POMACANCHI	Media aritmética	166.75	163.08	156.85	151.21	120.86	120.42	54.50	56.80	10.05	10.85	2.88	3.54
		Desv. Estándar	48.30	46.59	47.98	44.88	45.67	37.62	25.44	24.86	6.99	8.62	4.46	5.23
26	SANTA ROSA	Media aritmética	173.05	171.92	144.23	141.64	139.13	140.57	51.87	55.25	8.86	9.63	3.43	3.59
		Desv. Estándar	55.24	55.29	44.22	42.77	51.14	49.40	31.02	30.47	10.90	10.65	6.94	6.46
27	PISAQ	Media aritmética	114.09	114.09	103.35	103.99	90.90	89.95	36.53	36.84	9.65	9.58	6.28	6.24
		Desv. Estándar	53.92	53.92	48.86	48.62	46.92	45.45	26.80	26.36	9.73	9.58	8.43	8.36
28	PERAYOC	Media aritmética	169.90	170.08	137.81	137.34	119.05	119.34	48.29	48.49	7.92	8.16	4.94	4.88
		Desv. Estándar	62.18	61.17	45.75	45.45	46.97	46.58	25.50	25.30	7.25	7.39	7.82	7.75
29	YAURI	Media aritmética	183.08	178.41	170.04	167.70	131.82	129.47	60.12	60.27	8.64	8.47	3.87	4.02
		Desv. Estándar	56.04	52.69	61.86	56.03	51.90	43.73	36.05	30.85	8.39	6.94	9.41	6.83
30	CHUQUIBAMBILLA	Media aritmética	160.25	154.86	121.79	120.73	124.35	123.60	56.19	55.22	9.69	9.72	6.84	6.30
		Desv. Estándar	48.64	48.66	42.54	41.02	35.88	33.85	32.68	31.47	17.69	16.90	19.94	18.46
31	CRUCERO	Media aritmética	135.61	135.61	117.78	117.26	101.13	100.23	45.83	45.95	11.52	11.47	5.34	5.30
		Desv. Estándar	63.76	63.76	74.66	74.05	41.94	42.07	31.46	31.17	10.95	10.85	9.72	9.63





Tabla 151. Resumen de los datos completados – cuarta parte.

N°	ESTACIÓN	INDICADORES	JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE	
			datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados	datos consistentes sin completar	datos completados
16	PARURO	Media aritmética	3.67	3.75	6.07	6.14	21.18	21.50	50.48	50.42	86.08	88.74
		Desv. Estándar	5.28	5.07	8.66	8.13	14.95	14.44	24.84	23.23	42.79	42.32
17	ACOMAYO	Media aritmética	5.02	4.64	8.68	8.56	21.62	21.60	53.48	53.63	84.18	86.87
		Desv. Estándar	6.30	6.02	10.57	10.15	16.70	16.26	25.70	25.31	42.21	41.69
18	PAUCARTAMBO	Media aritmética	9.23	9.41	17.40	17.97	15.79	16.46	39.63	39.22	43.58	44.01
		Desv. Estándar	13.31	13.45	17.12	20.42	10.90	9.72	21.61	19.94	23.52	19.76
19	CCATCCA	Media aritmética	5.39	5.04	9.12	8.83	15.09	14.92	39.29	39.03	60.77	61.20
		Desv. Estándar	8.18	7.97	12.65	12.26	12.41	12.16	24.36	24.17	28.22	28.11
20	OLLACHEA	Media aritmética	19.81	18.97	38.56	35.39	52.55	52.98	84.22	85.82	97.20	97.63
		Desv. Estándar	23.67	22.51	35.70	34.01	43.67	40.68	38.78	37.56	54.96	52.37
21	COMBAPATA	Media aritmética	3.19	3.26	7.52	6.98	19.23	18.40	50.04	49.83	75.96	73.91
		Desv. Estándar	6.06	5.59	10.39	8.43	12.30	11.42	33.93	27.05	32.87	31.20
22	SICUANI	Media aritmética	4.11	3.91	7.35	6.97	19.79	19.75	49.82	49.96	70.08	71.26
		Desv. Estándar	6.31	6.33	7.98	7.42	15.24	14.62	29.23	29.41	35.05	34.15
23	MACUSANI	Media aritmética	3.69	3.67	11.01	11.13	19.72	19.78	44.69	44.13	55.35	56.20
		Desv. Estándar	4.78	4.56	20.73	18.04	16.56	14.78	25.25	22.27	29.57	28.39
24	CAYCAY	Media aritmética	7.57	6.70	6.34	6.44	10.20	10.89	42.84	41.65	54.51	56.31
		Desv. Estándar	8.10	7.16	6.38	6.57	5.36	5.15	28.88	21.42	26.40	22.95
25	POMACANCHI	Media aritmética	5.32	5.38	8.53	8.49	23.13	24.33	63.06	63.11	89.09	91.35
		Desv. Estándar	7.04	7.38	7.84	9.45	18.97	15.92	23.98	27.41	48.44	41.06
26	SANTA ROSA	Media aritmética	3.43	3.16	10.36	9.53	26.89	27.49	59.11	60.47	79.35	80.88
		Desv. Estándar	5.26	4.86	17.10	15.27	22.03	21.02	34.98	33.84	46.35	43.83
27	PISAQ	Media aritmética	6.72	6.53	7.63	7.63	15.72	15.63	33.86	34.12	51.23	51.53
		Desv. Estándar	8.93	8.81	7.48	7.48	12.23	12.01	24.75	24.39	33.44	33.07
28	PERAYOC	Media aritmética	4.83	4.76	8.40	8.38	23.51	23.60	60.64	60.60	82.40	82.48
		Desv. Estándar	7.71	7.65	8.76	8.68	15.67	15.54	30.90	30.61	36.73	36.39
29	YAURI	Media aritmética	3.08	3.16	7.90	8.20	17.50	17.86	42.69	41.28	56.36	57.63
		Desv. Estándar	5.20	4.19	10.89	8.73	16.40	12.56	23.14	18.88	39.86	31.59
30	CHUQUIBAMBILLA	Media aritmética	4.36	4.94	7.78	7.54	19.56	20.74	49.46	49.50	68.48	67.44
		Desv. Estándar	17.10	16.19	11.29	10.68	18.08	17.00	33.61	32.16	36.41	34.58
31	CRUCERO	Media aritmética	3.55	3.56	10.64	10.45	29.69	29.94	48.10	48.41	70.31	70.46
		Desv. Estándar	7.21	7.15	18.10	17.79	21.85	21.77	24.48	24.36	40.14	39.98

4.1.2.3. Estadísticos de validación de datos mensuales

4.1.2.3.1. Estadísticos de validación categórica

Se calcula los estadísticos de validación Categórica para el umbral de 60 mm del pixel de precipitación CHIRPS que se corresponde a cada estación meteorológica.

Tabla 152. Indicadores estadísticos de validación Categórica para umbral = 60 mm.

N	ESTACIONES	A	B	C	OBS=A+C	CHIRPS=A+B	A+B+C	POD	FAR	TS
1	CUNYAC	151	56	3	154	207	210	0.98	0.27	0.72
2	COLQUEPATA	145	14	30	175	159	189	0.83	0.09	0.77
3	CHITAPAMPA	148	10	28	176	158	186	0.84	0.06	0.80
4	SAN GABAN	367	3	71	438	370	441	0.84	0.01	0.83
5	NUÑO A	159	20	16	175	179	195	0.91	0.11	0.82
6	QUILLABAMBA	214	22	45	259	236	281	0.83	0.09	0.76
7	KAYRA	158	11	20	178	169	189	0.89	0.07	0.84
8	QUEBRADA	254	14	38	292	268	306	0.87	0.05	0.83
9	CHALLABAMBA	195	23	20	215	218	238	0.91	0.11	0.82
10	CHONTACHACA	321	0	107	428	321	428	0.75	0.00	0.75
11	CURAHUASI	171	24	19	190	195	214	0.90	0.12	0.80
12	MACHUPICCHU	245	3	97	342	248	345	0.72	0.01	0.71
13	URUBAMBA	142	42	4	146	184	188	0.97	0.23	0.76
14	ANTA	181	15	21	202	196	217	0.90	0.08	0.83
15	CALCA	145	17	28	173	162	190	0.84	0.10	0.76
16	PARURO	163	19	29	192	182	211	0.85	0.10	0.77
17	ACOMAYO	176	16	31	207	192	223	0.85	0.08	0.79
18	PAUCARTAMBO	165	48	3	168	213	216	0.98	0.23	0.76
19	CCATCCA	155	14	18	173	169	187	0.90	0.08	0.83
20	OLLACHEA	228	71	18	246	299	317	0.93	0.24	0.72
21	COMBAPATA	182	7	20	202	189	209	0.90	0.04	0.87
22	SICUANI	174	12	23	197	186	209	0.88	0.06	0.83
23	MACUSANI	170	73	2	172	243	245	0.99	0.30	0.69
24	CAYCAY	146	9	21	167	155	176	0.87	0.06	0.83
25	POMACANCHI	188	7	29	217	195	224	0.87	0.04	0.84
26	STA_ROSA	182	9	22	204	191	213	0.89	0.05	0.85
27	PISAQ	123	21	18	141	144	162	0.87	0.15	0.76
28	PERAYOC	160	12	48	208	172	220	0.77	0.07	0.73
29	YAURI	158	10	21	179	168	189	0.88	0.06	0.84
30	CHUQUIBAMBILL	169	8	28	197	177	205	0.86	0.05	0.82
31	CRUCERO	163	47	9	172	210	219	0.95	0.22	0.74

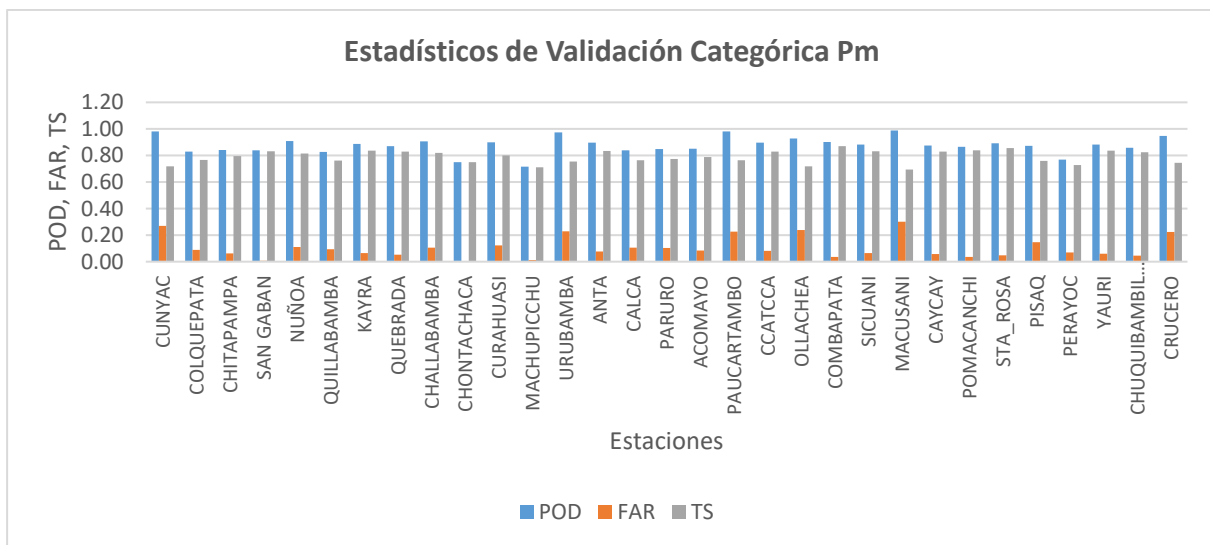


Figura 238. Estadísticos de Validación Categórica para umbral = 60 mm.



**Tabla 153.** Resumen de los estadísticos de validación categórica. Probabilidad de detección (POD).

UMBRAL	CUNYAC	COLQUEPATA	CHITAPAMPA	SAN GABAN	NUÑO A	QUILLABAMBA	KAYRA	QUEBRADA	CHALLABAMBA	CHONTACHACA	CURAHUASI	MACHUPICCHU	URUBAMBA	ANTA	CALCA	PARURO
10	0.99	0.92	0.95	1.00	0.93	0.97	0.91	1.00	0.96	1.00	0.96	1.00	0.99	0.94	0.99	0.92
20	0.98	0.89	0.95	1.00	0.95	0.92	0.94	0.93	0.94	0.92	0.97	0.97	0.98	0.95	0.97	0.93
40	0.98	0.90	0.92	0.92	0.94	0.85	0.93	0.86	0.92	0.81	0.91	0.78	0.95	0.95	0.90	0.90
60	0.98	0.83	0.84	0.84	0.91	0.83	0.89	0.87	0.91	0.75	0.90	0.72	0.97	0.90	0.84	0.85
80	0.95	0.78	0.79	0.79	0.87	0.79	0.84	0.89	0.90	0.70	0.83	0.63	0.88	0.82	0.86	0.83
100	0.98	0.72	0.72	0.77	0.81	0.74	0.73	0.88	0.82	0.66	0.80	0.57	0.88	0.77	0.84	0.77
120	1.00	0.57	0.58	0.76	0.67	0.74	0.59	0.78	0.79	0.62	0.78	0.51	0.85	0.69	0.71	0.64
140	1.00	0.55	0.52	0.74	0.59	0.67	0.50	0.75	0.75	0.57	0.71	0.35	0.67	0.66	0.61	0.48
150	1.00	0.53	0.47	0.74	0.58	0.64	0.36	0.71	0.75	0.55	0.62	0.34	0.57	0.60	0.67	0.38

**Tabla 154.** Resumen de los estadísticos de validación categórica. Probabilidad de detección (POD).

UMBRAL	ACOMAYO	PAUCARTAMBO	CCATCCA	OLLACHEA	COMBAPATA	SICUANI	MACUSANI	CAYCAY	POMACANCHI	STA_ROSA	PISAQ	PERAYOC	YAURI	CHUQUIBAMBILLA	CRUCERO
10	0.92	0.99	0.97	1.00	0.98	0.95	1.00	0.90	0.92	0.94	0.93	0.91	0.91	0.93	1.00
20	0.95	0.96	0.93	0.98	0.96	0.97	1.00	0.93	0.94	0.96	0.95	0.92	0.90	0.94	0.97
40	0.91	0.95	0.95	0.95	0.94	0.91	0.99	0.92	0.92	0.90	0.92	0.91	0.87	0.91	0.94
60	0.85	0.98	0.90	0.93	0.90	0.88	0.99	0.87	0.87	0.89	0.87	0.77	0.88	0.86	0.95
80	0.87	0.96	0.86	0.91	0.85	0.89	0.96	0.78	0.83	0.83	0.79	0.74	0.87	0.80	0.89
100	0.77	0.94	0.80	0.89	0.80	0.87	0.87	0.73	0.74	0.73	0.65	0.64	0.79	0.75	0.81
120	0.68	0.98	0.65	0.90	0.73	0.81	0.72	0.70	0.65	0.61	0.49	0.52	0.69	0.60	0.77
140	0.55	0.89	0.45	0.87	0.61	0.83	0.64	0.44	0.65	0.46	0.37	0.38	0.57	0.53	0.55
150	0.48	0.83	0.48	0.82	0.48	0.83	0.67	0.38	0.58	0.42	0.28	0.37	0.52	0.49	0.44

**Tabla 155.** Resumen de los estadísticos de validación categórica. Ratio de falsa alarma (FAR).

UMBRAL	CUNYAC	COLQUEPATA	CHITAPAMPA	SAN GABAN	NUÑO A	QUILLABAMBA	KAYRA	QUEBRADA	CHALLABAMBA	CHONTACHACA	CURAHUASI	MACHUPICCHU	URUBAMBA	ANTA	CALCA	PARURO
10	0.20	0.08	0.10	0.00	0.08	0.03	0.03	0.07	0.11	0.01	0.15	0.01	0.31	0.12	0.24	0.04
20	0.23	0.07	0.06	0.00	0.10	0.05	0.05	0.04	0.13	0.00	0.22	0.05	0.27	0.10	0.24	0.03
40	0.28	0.06	0.04	0.00	0.09	0.06	0.05	0.03	0.13	0.00	0.16	0.02	0.22	0.07	0.17	0.06
60	0.27	0.09	0.06	0.01	0.11	0.09	0.07	0.05	0.11	0.00	0.12	0.01	0.23	0.08	0.10	0.10
80	0.35	0.11	0.07	0.01	0.14	0.11	0.10	0.07	0.11	0.00	0.13	0.01	0.35	0.10	0.18	0.10
100	0.60	0.12	0.13	0.01	0.19	0.12	0.17	0.07	0.17	0.00	0.14	0.00	0.51	0.14	0.27	0.15
120	0.76	0.22	0.17	0.01	0.18	0.17	0.24	0.09	0.22	0.00	0.31	0.01	0.54	0.17	0.45	0.18
140	0.91	0.13	0.12	0.02	0.20	0.26	0.21	0.12	0.28	0.00	0.37	0.01	0.83	0.17	0.46	0.22
150	0.93	0.13	0.12	0.02	0.26	0.25	0.19	0.16	0.29	0.00	0.35	0.00	0.85	0.21	0.57	0.17



**Tabla 156.** Resumen de los estadísticos de validación categórica. Ratio de falsa alarma (FAR).

UMBRAL	ACOMAYO	PAUCARTAMBO	CCATCCA	OLLACHEA	COMBAPATA	SICUANI	MACUSANI	CAYCAY	POMACANCHI	STA_ROSA	PISAQ	PERAYOC	YAURI	CHUQUIBAMBILLA	CRUCERO
10	0.07	0.18	0.15	0.11	0.14	0.09	0.29	0.09	0.07	0.09	0.15	0.04	0.06	0.08	0.16
20	0.04	0.19	0.12	0.14	0.09	0.06	0.32	0.10	0.04	0.10	0.16	0.03	0.05	0.05	0.17
40	0.05	0.22	0.10	0.19	0.06	0.04	0.31	0.04	0.03	0.10	0.14	0.02	0.04	0.05	0.18
60	0.08	0.23	0.08	0.24	0.04	0.06	0.30	0.06	0.04	0.05	0.15	0.07	0.06	0.05	0.22
80	0.10	0.35	0.13	0.27	0.10	0.12	0.36	0.14	0.08	0.10	0.18	0.07	0.06	0.05	0.28
100	0.16	0.40	0.15	0.30	0.13	0.18	0.47	0.28	0.12	0.06	0.23	0.12	0.06	0.11	0.36
120	0.14	0.55	0.28	0.33	0.22	0.32	0.65	0.23	0.16	0.12	0.32	0.14	0.17	0.18	0.43
140	0.25	0.67	0.34	0.38	0.33	0.51	0.76	0.23	0.25	0.19	0.27	0.18	0.14	0.30	0.50
150	0.35	0.76	0.30	0.40	0.38	0.52	0.79	0.25	0.23	0.28	0.36	0.04	0.15	0.38	0.50

**Tabla 157.** Resumen de los estadísticos de validación categórica. Índice de detección critico (TS).

UMBRAL	CUNYAC	COLQUEPATA	CHITAPAMPA	SAN GABAN	NUÑO A	QUILLABAMBA	KAYRA	QUEBRADA	CHALLABAMBA	CHONTACHACA	CURAHUASI	MACHUPICCHU	URUBAMBA	ANTA	CALCA	PARURO
10	0.79	0.85	0.86	1.00	0.86	0.94	0.89	0.93	0.86	0.99	0.82	0.99	0.69	0.83	0.75	0.89
20	0.76	0.84	0.90	1.00	0.86	0.88	0.89	0.90	0.83	0.92	0.76	0.93	0.72	0.86	0.74	0.90
40	0.72	0.85	0.89	0.91	0.86	0.81	0.88	0.84	0.81	0.81	0.78	0.76	0.75	0.89	0.76	0.85
60	0.72	0.77	0.80	0.83	0.82	0.76	0.84	0.83	0.82	0.75	0.80	0.71	0.76	0.83	0.76	0.77
80	0.63	0.71	0.75	0.78	0.76	0.73	0.77	0.84	0.81	0.70	0.74	0.63	0.60	0.76	0.72	0.75
100	0.40	0.66	0.65	0.76	0.67	0.67	0.64	0.82	0.71	0.66	0.71	0.57	0.45	0.69	0.63	0.68
120	0.24	0.49	0.52	0.75	0.59	0.64	0.50	0.72	0.65	0.62	0.58	0.51	0.43	0.60	0.45	0.56
140	0.09	0.51	0.49	0.73	0.52	0.54	0.44	0.68	0.58	0.57	0.50	0.35	0.16	0.58	0.40	0.42
150	0.07	0.49	0.44	0.73	0.48	0.53	0.33	0.63	0.57	0.55	0.46	0.34	0.14	0.52	0.36	0.35

**Tabla 158.** Resumen de los estadísticos de validación categórica. Índice de detección critico (TS).

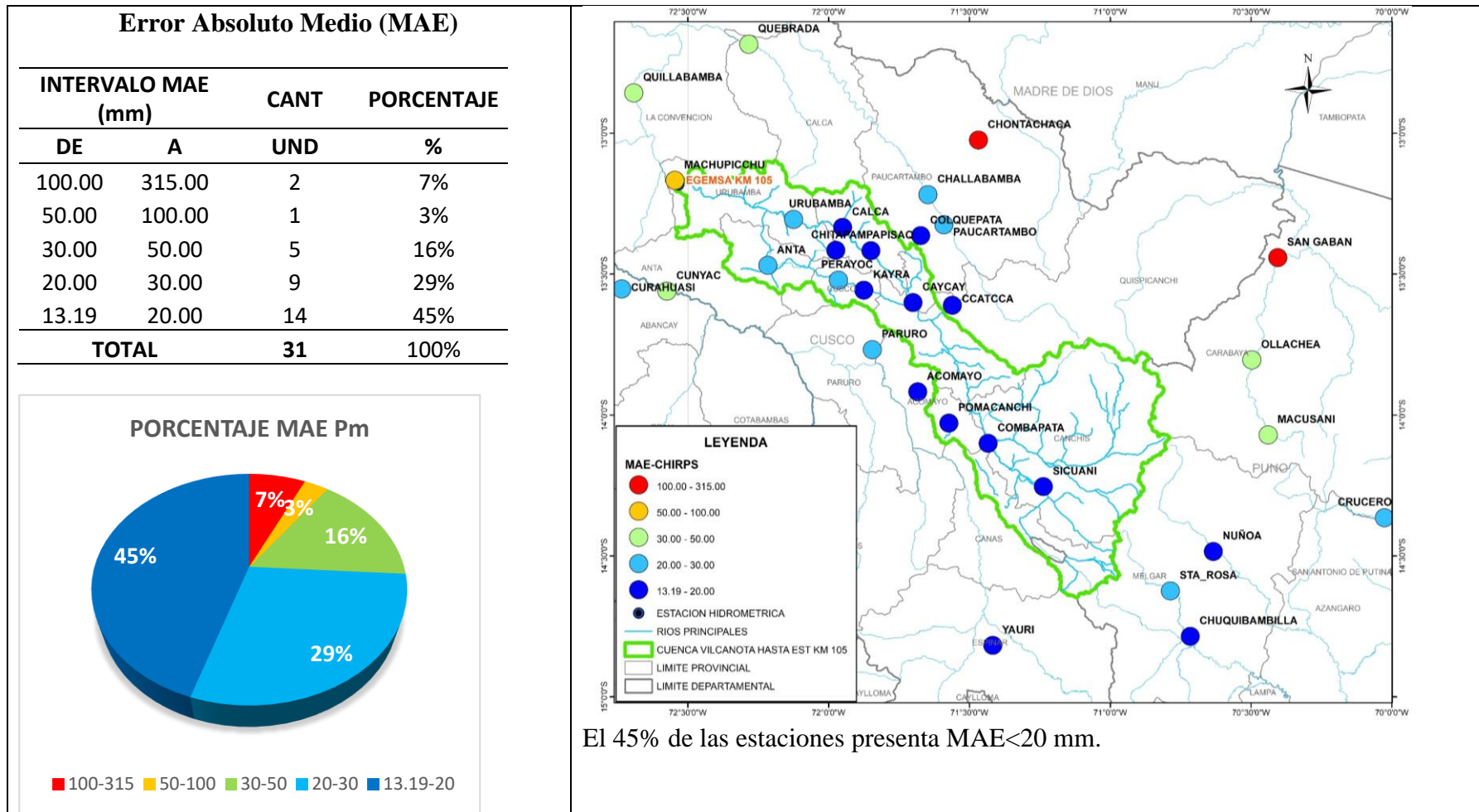
UMBRAL	ACOMAYO	PAUCARTAMBO	CCATCCA	OLLACHEA	COMBAPATA	SICUANI	MACUSANI	CAYCAY	POMACANCHI	STA_ROSA	PISAQ	PERAYOC	YAURI	CHUQUIBAMBILLA	CRUCERO
10	0.86	0.81	0.83	0.89	0.84	0.87	0.71	0.82	0.86	0.86	0.80	0.88	0.86	0.86	0.84
20	0.91	0.79	0.83	0.84	0.88	0.91	0.68	0.84	0.90	0.87	0.80	0.90	0.86	0.89	0.81
40	0.87	0.75	0.86	0.78	0.88	0.88	0.69	0.89	0.90	0.82	0.81	0.90	0.83	0.87	0.78
60	0.79	0.76	0.83	0.72	0.87	0.83	0.69	0.83	0.84	0.85	0.76	0.73	0.84	0.82	0.74
80	0.79	0.64	0.76	0.68	0.78	0.79	0.63	0.69	0.78	0.76	0.67	0.70	0.82	0.77	0.66
100	0.68	0.58	0.70	0.65	0.71	0.73	0.49	0.56	0.67	0.70	0.55	0.59	0.75	0.69	0.56
120	0.61	0.45	0.52	0.62	0.61	0.59	0.30	0.58	0.57	0.56	0.40	0.48	0.60	0.53	0.49
140	0.47	0.32	0.37	0.57	0.47	0.44	0.21	0.39	0.54	0.42	0.32	0.35	0.52	0.44	0.36
150	0.38	0.23	0.40	0.53	0.37	0.44	0.19	0.33	0.49	0.36	0.24	0.36	0.48	0.38	0.31



## 4.1.2.3.2. Estadísticas de comparación por pares.

Tabla 159. Resumen de indicadores de la estadística de comparación por pares.

N	ESTACIONES	MAE_CHIRPS	RMSE_CHIRPS	PBIAS_CHIRPS	NSE_CHIRPS	Pearson_CHIRPS
1	CUNYAC	30.920	42.818	67.200	0.033	0.897
2	COLQUEPATA	15.350	22.159	-9.700	0.841	0.923
3	CHITAPAMPA	13.995	22.194	-9.500	0.845	0.928
4	SAN GABAN	310.462	418.075	-47.700	-0.382	0.528
5	NUÑO A	15.595	24.460	-1.500	0.824	0.908
6	QUILLABAMBA	30.401	43.203	-11.500	0.660	0.828
7	KAYRA	13.798	21.246	-8.625	0.864	0.935
8	QUEBRADA	35.680	49.225	-12.900	0.710	0.861
9	CHALLABAMBA	23.790	34.640	4.200	0.753	0.875
10	CHONTACHACA	267.563	320.294	-60.200	-1.054	0.607
11	CURAHUASI	21.630	30.941	6.800	0.751	0.870
12	MACHUPICCHU	91.972	121.809	-50.900	0.086	0.853
13	URUBAMBA	21.571	28.209	39.300	0.573	0.883
14	ANTA	25.362	42.787	-12.400	0.740	0.881
15	CALCA	17.509	23.283	14.600	0.758	0.887
16	PARURO	20.058	31.191	-13.900	0.799	0.908
17	ACOMAYO	19.706	30.749	-11.100	0.795	0.900
18	PAUCARTAMBO	28.907	41.584	46.100	0.305	0.877
19	CCATCCA	14.613	20.411	1.800	0.858	0.926
20	OLLACHEA	47.388	62.984	20.500	0.444	0.733
21	COMBAPATA	16.565	25.856	-0.800	0.821	0.906
22	SICUANI	16.206	24.879	7.900	0.809	0.922
23	MACUSANI	34.613	44.399	55.100	0.254	0.807
24	CAYCAY	13.195	19.569	-6.100	0.861	0.930
25	POMACANCHI	18.275	27.549	-10.300	0.826	0.916
26	STA_ROSA	20.822	31.990	-11.400	0.783	0.897
27	PISAQ	15.513	23.651	0.100	0.784	0.886
28	PERAYOC	21.043	33.500	-20.600	0.763	0.908
29	YAURI	19.934	31.623	-13.600	0.811	0.913
30	CHUQUIBAMBILLA	17.493	27.745	-10.900	0.800	0.901
31	CRUCERO	23.805	34.970	14.700	0.684	0.838



**Figura 239.** Error Absoluto Medio (MAE) de la precipitación mensual CHIRPS.

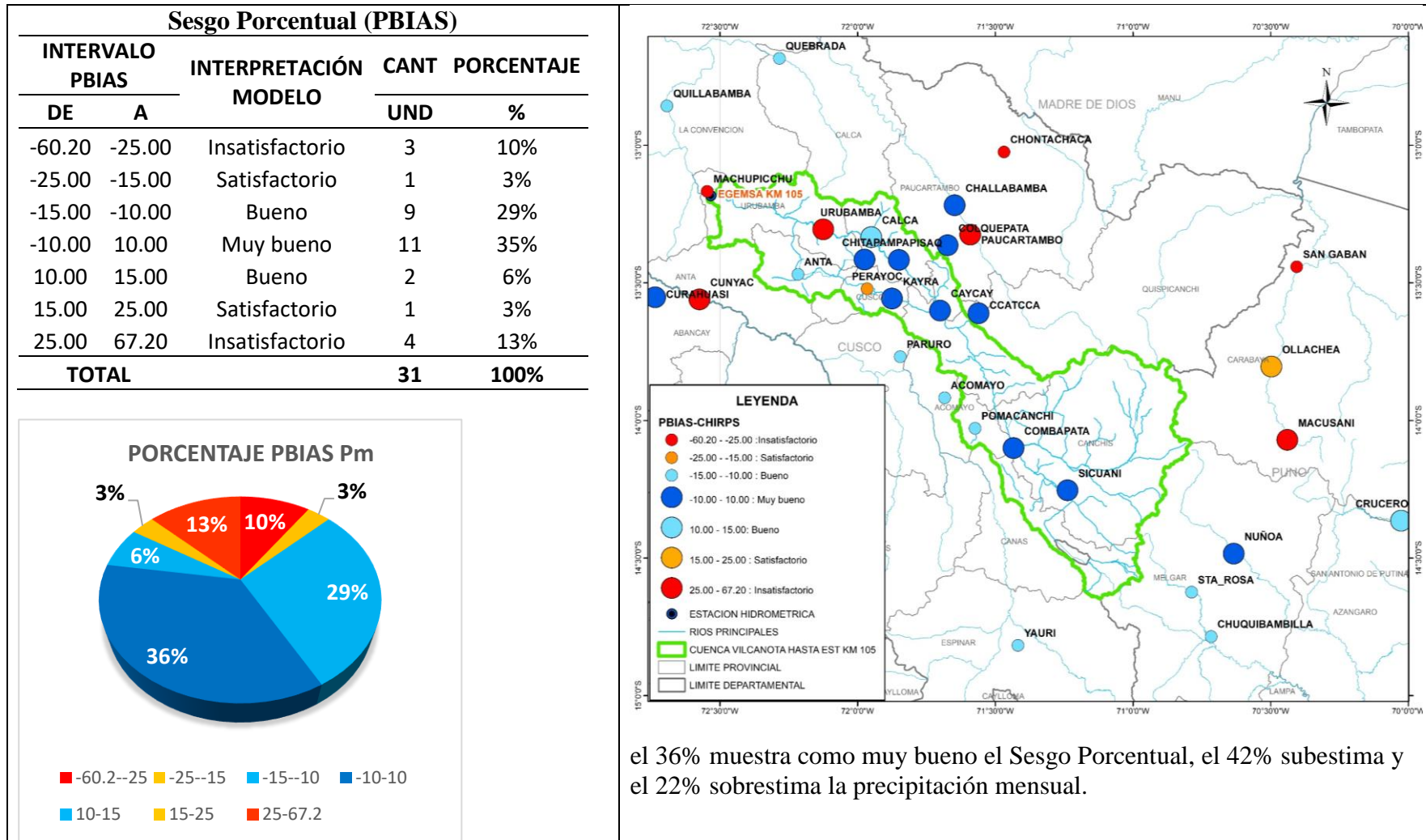


Figura 240. Sesgo Porcentual (PBIAS) de la precipitación mensual CHIRPS.

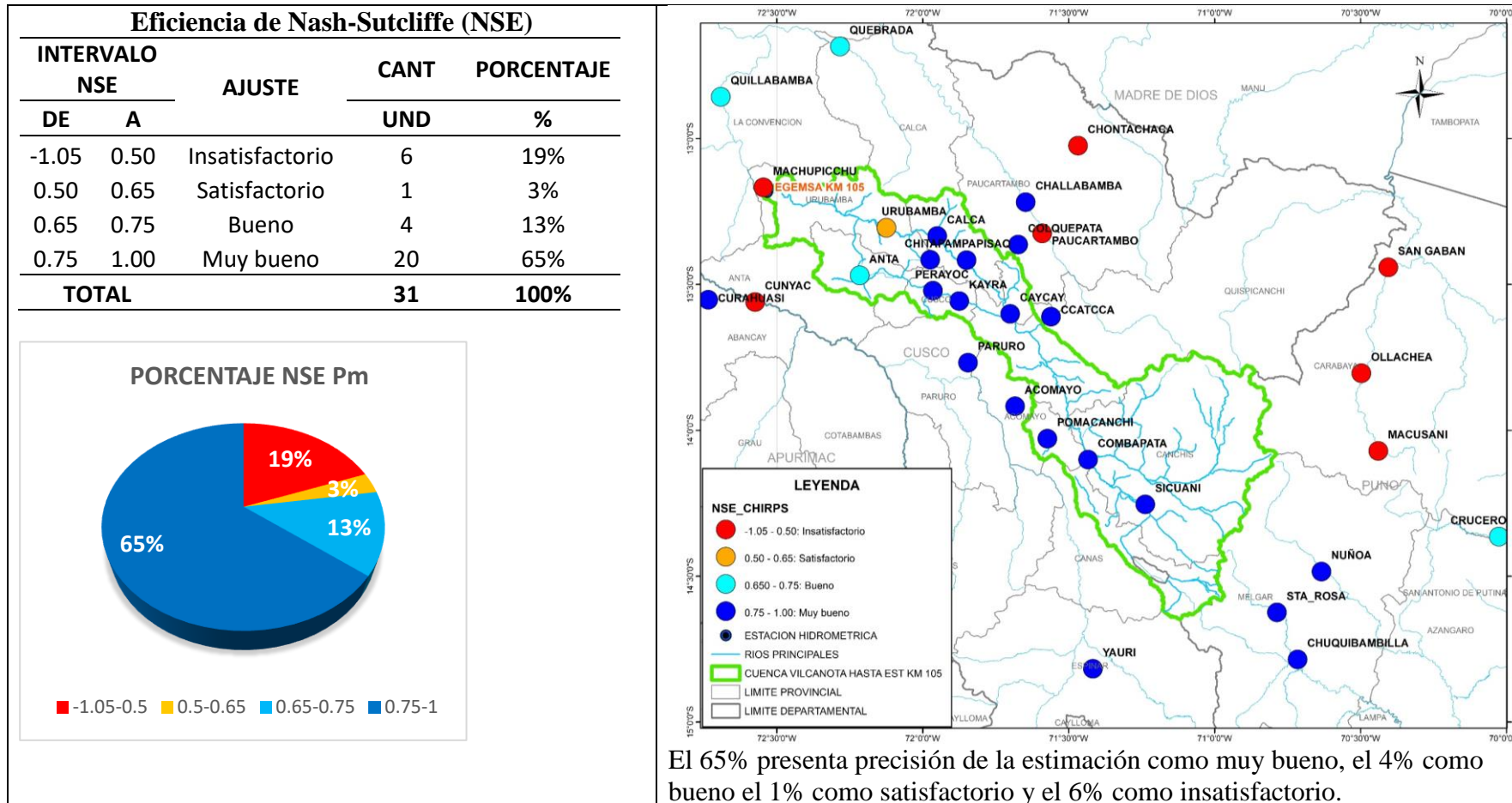


Figura 241. Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) de la precipitación mensual CHIRPS.



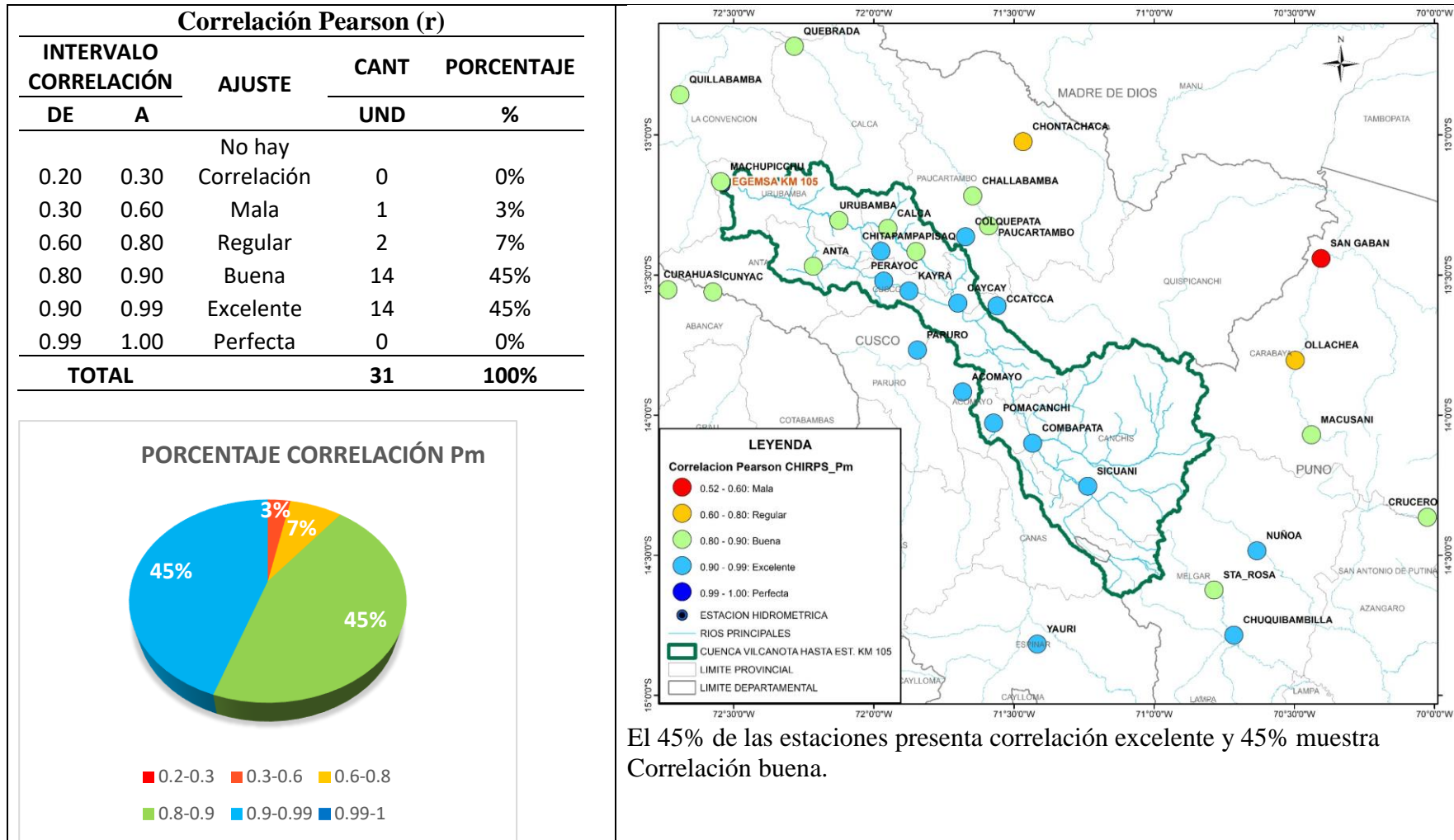


Figura 242. Correlación Pearson (r) de la precipitación mensual CHIRPS.

#### 4.1.2.3.3. Comparación con otros productos de precipitación mensual

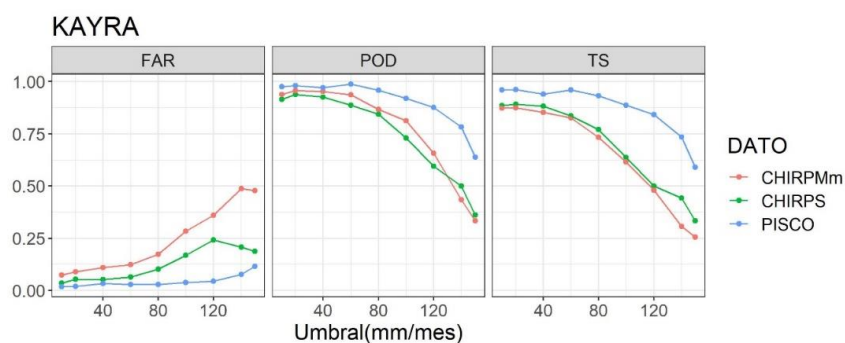
##### a. Resumen de Estadísticos de validación categórica

###### Estación Kayra

###### Según estadísticos de validación categórica.

Entonces según la **Figura 243**, muestra los estadísticos categóricos para la estación Kayra, que evalúan las capacidades de detección de lluvia. De izquierda a derecha se puede observar que para el umbral de 10 mm los productos CHIRPS y PISCO tienen habilidades similares de falsa alarma (FAR) igual a  $\approx 0.05$ , pero a partir del umbral 60 mm hasta 120mm, el producto CHIRPS aumenta el valor del FAR desde 0.125 hasta 0.25; por otro lado con respecto a la probabilidad de detección (POD) para el umbral de  $PO > 10$  mm los productos CHIRPS CHIRPM y PISCO tienen habilidades similares con  $POD \approx 0.875$ , deteriorándose a medida que se aumenta el umbral siendo la disminución del producto PISCO más que CHIRPM y PISCO. Y finalmente se puede indicar que los valores de TS del producto PISCO son mucho mejores que los productos CHIRPS y CHIRPM, aunque el producto CHIRPS es el segundo producto con buenos indicadores de validación Categórica.

Finalmente se puede indicar que el producto CHIRPS es el segundo producto con capacidades de detección de lluvia después del producto PISCO.



**Figura 243.** Comparativo de los estadísticos de validación categórica. Kayra.

El detalle de cada una de las estaciones se encuentra en el anexo A.3.2.